



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y
VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

**MEJORAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO
AMBIENTAL EN LA CENTRAL TERMOESMERALDAS
MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS INDICADORES
DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

JULIO JAVIER SOSA MONCAYO

DIRECTOR: ING. MARCO LUNA, M. Sc.

Sangolquí, 2013

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Certifico que el presente trabajo de tesis de grado “MEJORAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL EN LA CENTRAL TERMOESMERALDAS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL” fue realizado en su totalidad por el Ing. Julio Javier Sosa Moncayo, como requerimiento parcial para la obtención del Título de MAGÍSTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Sangolquí, 17 de enero de 2013

**ING. MARCO LUNA, M.Sc.
DIRECTOR**

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

En calidad de Autor del presente Proyecto de Investigación Científica titulado “MEJORAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL EN LA CENTRAL TERMOESMERALDAS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL” **CERTIFICO** con mi firma que el contenido del mismo, a excepción de las citas de autores y de obras y de otras fuentes de información, es producto de mi autoría y, por tanto, soy el único responsable de las ideas expuestas, las mismas que constituyen un aporte original al vasto campo de las Ciencias Ambientales.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de tesis de grado en mención.

Sangolquí, 17 de enero de 2013

Ing. Julio Javier Sosa Moncayo

AUTORIZACION

Yo, Julio Javier Sosa Moncayo, autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación en la biblioteca virtual de la institución el trabajo de Investigación Científica titulado “MEJORAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL EN LA CENTRAL TERMOESMERALDAS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 17 de enero de 2013

Ing. Julio Javier Sosa Moncayo

AGRADECIMIENTO

Agradezco al supremo creador, ya que sin su ayuda e infinita bondad no hubiese realizado este trabajo.

A mis padres por su apoyo incondicional y por su ejemplo.

A mis hermanos por su comprensión y ayuda.

A mi esposa e hijos por comprender y soportar los momentos de ausencia y sacrificio que demandó mi atención y concentración en el desarrollo de esta investigación.

Al Director de Tesis Ing. Marco Luna por su valiosa ayuda y colaboración en la elaboración de este trabajo de Tesis.

Al Dr. David Carrera y a la Ing. Miriam Fernández por sus oportunos comentarios y observaciones durante la elaboración de la Tesis.

Finalmente a todos aquellos que me brindaron el apoyo necesario para el logro de mis metas.

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo y todo el esfuerzo que encierra está dedicado a mi Dios, por darme la fuerza y el valor para seguir adelante orientándome siempre en la toma de decisiones que favorecen mi bienestar y el de quienes me rodean

A mi familia, especialmente a mis padres, hermanos, a mi esposa Nelly, a mis queridos hijos quienes dan sentido a mi vida y son el motivo de los logros propuestos y alcanzados:
JAVIER FERNANDO, JUNELLY SHAYNOA Y MAHELY JULIETH.

A la ESPE, por darme algunas de las herramientas necesarias para plantear soluciones a muchos de los problemas que afectan el ambiente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	23
1.1. ANTECEDENTES.....	23
1.2. OBJETIVOS	24
1.2.1. <i>Objetivo Principal</i>	24
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	24
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENTORNO	25
1.3.1. <i>Entorno Físico</i>	25
1.3.2. <i>Entorno Biótico</i>	27
1.3.2.1. FLORA.....	27
1.3.2.2. FAUNA.	28
1.3.3. <i>Entorno Socioeconómico</i>	28
1.4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	31
1.4.1. <i>Ubicación Geográfica</i>	31
1.4.2. <i>Capacidad de Generación Eléctrica</i>	34
1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	35
1.5.1. <i>Instalaciones para la Generación de Vapor</i>	35
1.5.2. <i>Turbina a Vapor y Generador</i>	37
1.5.3. <i>Condensador y Agua de enfriamiento</i>	38
1.5.4. <i>Transformadores Principales</i>	38
1.5.5. <i>Ubicación Eléctrica</i>	39
1.5.6. <i>Sistema de Almacenamiento de Combustible</i>	39
1.5.7. <i>Sistema de Tratamientos aplicados al Agua</i>	40
1.5.8. <i>Piscina de Neutralización</i>	45
1.5.9. <i>Piscina Provisional de Aguas Residuales (Piscina de Desechos Líquidos)</i>	46
1.5.10. <i>Planta de Hidrógeno</i>	47
1.5.11. <i>Sistema de Manejo de Químicos</i>	47
CAPÍTULO II.....	49
MARCO TEÓRICO	49
2.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	49

2.1.1.	<i>Objetivos del Plan de Manejo Ambiental</i>	50
2.2.	ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	51
2.3.	GESTIÓN AMBIENTAL EN TERMOESMERALDAS.....	52
2.3.1.	<i>Descripción del sistema de gestión ambiental</i>	53
2.3.2.	<i>Política Ambiental de Termoesmeraldas</i>	54
2.4.	INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	55
2.4.1.	<i>Tipo y Aplicación de Indicadores Ambientales</i>	56
2.4.2.	<i>Construcción de las Curvas De Transformación</i>	57
2.5.	EL INDICADOR DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)	60
2.5.1.	<i>Indicador de Cumplimiento del Plan De Manejo Ambiental - I_{PMA}</i>	63
2.5.1.1.	COMPONENTES DEL PMA	64
2.5.1.2.	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	66
2.5.2.	<i>Indicador de gestión de permisos ambientales – I Permisos</i>	67
2.5.2.1.	PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN PROYECTOS DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA.	68
2.5.2.2.	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	69
2.5.3.	<i>Indicador de Impacto Ambiental - I_{IA}</i>	69
2.5.3.1.	IMPACTOS AMBIENTALES	70
2.5.3.2.	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	71
	CAPÍTULO III.....	72
	MEDICIONES Y ANÁLISIS DE DATOS.....	72
3.1.	ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS.....	72
3.1.1.	<i>Calidad de Agua del Río Teaone</i>	72
3.1.2.	<i>Parámetros Analizados en la Calidad del Agua del Río Teaone</i>	74
3.1.3.	<i>Análisis de la Calidad de Agua del Río Teaone</i>	77
3.1.3.1.	TEMPERATURA.....	77
3.1.3.2.	PH	78
3.1.3.3.	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (5 DÍAS).....	79
3.1.3.4.	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	80
3.1.3.5.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	80
3.1.3.6.	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	81
3.1.3.7.	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	82

3.1.3.8. SÓLIDOS TOTALES	83
3.1.3.9. AZUFRE COMO H ₂ S	83
3.1.3.10. SULFATOS	84
3.1.3.11. SULFITOS	85
3.1.3.12. CLORO ACTIVO	86
3.1.3.13. ALUMINIO	86
3.1.3.14. ARSÉNICO TOTAL	87
3.1.3.15. BARIO	88
3.1.3.16. BORO	88
3.1.3.17. CADMIO	89
3.1.3.18. COBRE	90
3.1.3.19. COBALTO	91
3.1.3.20. ESTAÑO	92
3.1.3.21. HIERRO TOTAL	92
3.1.3.22. MANGANESO TOTAL	93
3.1.3.23. MERCURIO TOTAL	94
3.1.3.24. NÍQUEL	94
3.1.3.25. ZINC	95
3.1.3.26. PLOMO	96
3.1.3.27. SELENIO	96
3.1.3.28. VANADIO	97
3.1.3.29. HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO	98
3.1.3.30. SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO	98
3.2. CALIDAD DE AIRE	99
3.2.1. <i>Condiciones Atmosféricas de Esmeraldas</i>	99
3.2.2. <i>Estaciones de Muestreo Calidad de Aire Ambiente</i>	103
3.2.2.1. PARÁMETROS MEDIDOS	104
3.2.2.2. EQUIPO UTILIZADO	104
3.2.2.3. RESULTADOS	106
3.3. NIVEL DE RUIDO	110
3.3.1. <i>Nivel de Ruido TERMOESMERALDAS</i>	110
3.4. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	114

3.4.1.	<i>Seguimiento al Plan de Manejo 2011</i>	114
3.4.1.1.	<i>Sistema de Aguas Industriales</i>	114
3.4.1.1.1.	<i>Análisis de los Resultados</i>	115
3.4.1.2.	MONITOREO DE CALIDAD DEL SUELO Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	122
3.4.1.2.1.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	123
3.4.1.3.	EMISIONES AL AIRE	124
3.4.1.3.1.	RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS.....	125
3.4.1.4.	NIVELES DE RUIDO	127
3.4.1.4.1.	RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO	130
3.4.1.4.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ADICIONALES.....	134
3.4.1.5.	MANEJO DE DESECHOS	135
3.4.1.5.1.	DESECHOS COMUNES (NO PELIGROSOS)	136
3.4.1.5.2.	GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS	136
3.4.1.6.	MANEJO DE COMBUSTIBLES	137
3.4.1.7.	MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	137
3.4.1.8.	GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	138
3.4.1.8.1.	EQUIPOS DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS	139
3.4.1.8.2.	SALUD OCUPACIONAL	140
3.4.1.9.	GESTIÓN SOCIAL.....	141
	CAPÍTULO IV	147
	CÁLCULO Y ANALISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL	147
4.1.	CÁLCULO DEL INDICADOR DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	147
4.2.	INDICADOR DE PERMISOS AMBIENTALES	151
4.3.	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL.....	152
4.3.1.	<i>Indicador de Impacto por Deterioro de la Calidad del Agua</i>	152
4.3.1.1.	IMPACTO POR VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	153
4.3.2.	<i>Impacto por Emisiones Gaseosas</i>	174
4.3.3.	<i>Indicador del impacto por afectación al suelo</i>	177
4.3.4.	<i>Indicador del Impacto por Generación de Ruido</i>	180
4.3.5.	<i>Valor del Indicador de Impacto Ambiental</i>	182
4.4.	INDICADOR DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	183

CAPÍTULO V	188
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	188
5.1. CONCLUSIONES.....	188
5.2. RECOMENDACIONES.....	189
BIBLIOGRAFÍA.....	190

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Casos Reportados en la Provincia de Esmeraldas Años 2003 - 2004 – 2005</i>	30
Tabla 2. <i>Localización de la Central Térmica Esmeraldas</i>	32
Tabla 3. <i>Características Técnicas del Caldero de la Central Térmica Esmeraldas</i>	35
Tabla 4. <i>Estructura del Indicador de Gestión Ambiental (IGA) para describir el desempeño de la CTE</i>	62
Tabla 5. <i>Lista de posibles impactos ambientales de proyectos termoeléctricos</i>	70
Tabla 6. <i>Coordenadas de las estaciones de muestreo</i>	73
Tabla 7. <i>Parámetros de Calidad de Agua Río Teaone Agua de Captación</i>	75
Tabla 8. <i>Parámetros de Calidad de Agua Río Teaone Agua de Proceso</i>	76
Tabla 9. <i>Distribución de la dirección del viento para el año 2007</i>	99
Tabla 10. <i>Porcentaje de ocurrencia de las condiciones de estabilidad atmosférica</i>	102
Tabla 11. <i>Coordenadas Estaciones Calidad de Aire Ambiente</i>	103
Tabla 12. <i>Especificaciones del equipo EPA 2001</i>	105
Tabla 13. <i>Coordenadas Estaciones Nivel de Presión</i>	110
Tabla 14. <i>Niveles Máximos de Ruido Permisibles Según Uso del Suelo</i>	111
Tabla 15. <i>Resultados de Monitoreo de Efluentes Junio 2011</i>	116
Tabla 16. <i>Resultados de Monitoreo de Efluentes Período de Mantenimiento Agosto 2011</i>	119
Tabla 17. <i>Resultados de Monitoreo de Efluentes – Descargas al río Teaone</i>	121
Tabla 18. <i>Resultados de Monitoreo de Calidad de Suelo en la Central Térmica Esmeraldas</i>	123
Tabla 19. <i>Resultados de Monitoreo de Emisiones al Aire Central Térmica Esmeraldas</i>	125
Tabla 20. <i>Ruido permitido según Uso del Suelo en la Legislación Ambiental Ecuatoriana</i>	128

Tabla 21. <i>Niveles de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en la Central Térmica Esmeraldas</i>	130
Tabla 22. <i>Mediciones de Ruido Niveles Equivalentes en Julio y Diciembre del 2011</i>	134
Tabla 23. <i>Objetivos y metas 2011</i>	143
Tabla 24. <i>Cumplimiento objetivos y metas 2011</i>	144
Tabla 25. <i>Desviaciones objetivo operativo</i>	145
Tabla 26. <i>Resumen del Plan de Manejo Ambiental</i>	148
Tabla 27. <i>Indicador global del PMA</i>	151
Tabla 28. <i>Evaluación de la gestión de permisos</i>	151
Tabla 29. <i>Resultado de caracterización de vertidos Líquidos</i>	153
Tabla 30. <i>Emisiones gaseosas</i>	174
Tabla 31. <i>Caracterización de suelos</i>	178
Tabla 32. <i>Monitoreo de Ruido</i>	180
Tabla 33. <i>Indicador del Impacto Ambiental</i>	182
Tabla 34. <i>Resultado del Impacto Ambiental</i>	183
Tabla 35. <i>Indicador de Gestión Ambiental</i>	184
Tabla 36. <i>Indicador de Desempeño de Gestión Ambiental</i>	185
Tabla 37. <i>Análisis de resultados de nuevos indicadores de gestión vs. Indicadores iniciales</i>	186

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. <i>Central Termoesmeraldas</i>	23
Figura 2. <i>Mapa Geológico del Área de Estudio</i>	26
Figura 3. <i>Ubicación Geográfica de la Central Térmica Esmeraldas</i>	33
Figura 4. <i>Formas típicas de funciones de transformación</i>	59
Figura 5. <i>Indicadores de gestión ambiental</i>	61
Figura 6. <i>Estaciones de Muestreo de Agua</i>	73
Figura 7. <i>Río Teaone</i>	74
Figura 8. <i>Planta de Captación de Agua</i>	74
Figura 9. <i>Utilización del Agua en distintos Procesos de Central Termoeléctrica</i>	76
Figura 10. <i>Calidad de Agua: Temperatura</i>	78
Figura 11. <i>Calidad de Agua: pH</i>	79
Figura 12. <i>Calidad de Agua: DBO₅</i>	79
Figura 13. <i>Calidad de Agua: DQO</i>	80
Figura 14. <i>Calidad de Agua: Conductividad Eléctrica</i>	81
Figura 15. <i>Calidad de Agua: Sólidos Disueltos Totales</i>	82
Figura 16. <i>Calidad de Agua: Sólidos Suspendidos Totales</i>	82
Figura 17. <i>Calidad de Agua: Sólidos Totales</i>	83
Figura 18. <i>Calidad de Agua: Azufre</i>	84
Figura 19. <i>Calidad de Agua: Sulfatos</i>	85
Figura 20. <i>Calidad de Agua: Sulfitos</i>	85
Figura 21. <i>Calidad de Agua: Cloro Activo</i>	86
Figura 22. <i>Calidad de Agua: Aluminio</i>	87
Figura 23. <i>Calidad de Agua: Arsénico Total</i>	87
Figura 24. <i>Calidad de Agua: Bario</i>	88
Figura 25. <i>Calidad de Agua: Boro</i>	89
Figura 26. <i>Calidad de Agua: Cadmio</i>	90
Figura 27. <i>Calidad de Agua: Cobre</i>	91
Figura 28. <i>Calidad de Agua: Cobalto</i>	91

Figura 29. <i>Calidad de Agua: Estaño</i>	92
Figura 30. <i>Calidad de Agua: Hierro Total</i>	93
Figura 31. <i>Calidad de Agua: Manganeso Total</i>	93
Figura 32. <i>Calidad de Agua: Mercurio Total</i>	94
Figura 33. <i>Calidad de Agua: Níquel</i>	95
Figura 34. <i>Calidad de Agua: Zinc</i>	95
Figura 35. <i>Calidad de Agua: Plomo</i>	96
Figura 36. <i>Calidad de Agua: Selenio</i>	97
Figura 37. <i>Calidad de Agua: Vanadio</i>	97
Figura 38. <i>Calidad de Agua: TPH</i>	98
Figura 39. <i>Calidad de Agua: Sustancias Solubles en Hexano</i>	99
Figura 40. <i>Frecuencia de velocidades de viento</i>	101
Figura 41. <i>Frecuencia de velocidades de viento generado en el programa Breeze</i>	101
Figura 42. <i>Frecuencia de Ocurrencia de Condiciones de Estabilidad Atmosférica</i>	103
Figura 43. <i>Mediciones de Calidad de Aire en la Planta Termoeléctrica</i>	104
Figura 44. <i>Equipo electrónico EPA 2001</i>	105
Figura 45. <i>Calidad de Aire Ambiente: Temperatura</i>	106
Figura 46. <i>Calidad de Aire Ambiente: CO</i>	107
Figura 47. <i>Calidad de Aire Ambiente: SO₂</i>	107
Figura 48. <i>Calidad de Aire Ambiente: NO_x</i>	108
Figura 49. <i>Calidad de Aire Ambiente: Ozono</i>	109
Figura 50. <i>Calidad de Aire Ambiente: PM₁₀</i>	109
Figura 51. <i>Estaciones Definidas para Nivel de Presión Sonora</i>	111
Figura 52. <i>Medición de Calidad de Aire Ambiente y Nivel de Presión Sonora</i>	112
Figura 53. <i>Nivel de Presión Sonora Equivalente</i>	113
Figura 54. <i>Central Termoesmeraldas</i>	113
Figura 55. <i>Barrera Arbórea de la CTE</i>	130
Figura 56. <i>Localización de los Sitios de Monitoreo de Ruido y de Campos Electromagnéticos</i>	133
Figura 57. <i>Avance mensual de los objetivos ambientales-POA 2011</i>	146

Figura 58. <i>Desviación mensual cumplimiento de los objetivos ambientales-POA 2011</i>	146
Figura 59. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs pH</i>	155
Figura 60. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs C.E.</i>	155
Figura 61. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Disueltos</i>	156
Figura 62. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Sedimentables</i>	157
Figura 63. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Suspendidos</i>	157
Figura 64. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Totales</i>	158
Figura 65. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sulfatos</i>	158
Figura 66. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sulfitos</i>	159
Figura 67. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Sulfuros</i>	159
Figura 68. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Cloro Activo</i>	160
Figura 69. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Oxígeno Disuelto</i>	160
Figura 70. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Aceites y Grasas</i>	161
Figura 71. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs DQO</i>	161
Figura 72. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs DBO₅</i>	162
Figura 73. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs TPH</i>	162
Figura 74. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Fenoles</i>	163
Figura 75. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Arsénico</i>	163
Figura 76. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Aluminio</i>	164
Figura 77. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Bario</i>	164
Figura 78. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Boro</i>	165
Figura 79. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Cadmio</i>	165
Figura 80. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Cobalto</i>	166
Figura 81. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Cobre</i>	166
Figura 82. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Cromo Hexavalente</i>	167
Figura 83. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Estaño</i>	167
Figura 84. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Hierro Total</i>	168
Figura 85. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Manganeseo Total</i>	168
Figura 86. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Mercurio Total</i>	169
Figura 87. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Níquel</i>	169
Figura 88. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Plomo</i>	170

Figura 89. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Zinc</i>	170
Figura 90. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Selenio</i>	171
Figura 91. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Vanadio</i>	171
Figura 92. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Temperatura</i>	172
Figura 93. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Material Particulado</i>	175
Figura 94. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Dióxidos de Azufre</i>	175
Figura 95. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Óxidos de Nitrógeno</i>	176
Figura 96. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Monóxido de Carbono</i>	176
Figura 97. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Afectación al suelo</i>	179
Figura 98. <i>Variación de la Calidad Ambiental Vs Ruido</i>	181

ANEXOS

CONTENIDO	Pág
ANEXO 1. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 2. MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 3. IMPACTOS AMBIENTALES EN PLANTAS DE ENERGÍA	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 4 .FORMAS TÍPICAS DE FUNCIONES DE TRANSFORMACIÓN.	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 5 FUNCIONES DE TRANSFORMACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 6. OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES 2011	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

El desempeño ambiental, son resultados medibles del sistema de gestión ambiental, relacionados con el control de impactos de las actividades, los productos y servicios de una organización, basados en su política, objetivos y metas ambientales. El sistema de gestión ambiental de Termoesmeraldas orienta sus acciones y decisiones al cumplimiento de la legislación ambiental vigente aplicable y otros compromisos voluntariamente asumidos.

De esta manera, a través de la aplicación de buenas prácticas de producción, renovación tecnológica e innovación, Termoesmeraldas permanentemente se preocupa en controlar y mitigar los principales impactos ambientales de sus operaciones.

El desempeño ambiental empresarial, es un método para cuantificar y clasificar numéricamente el desempeño ambiental de las políticas de una empresa. Este estudio propone las técnicas y herramientas para evaluar la gestión ambiental empresarial de Termoesmeraldas a través de Indicadores de Desempeño Ambiental, ellos permiten a quienes toman decisiones tener una rápida visión del progreso y de los problemas de la gestión ambiental que todavía deben ser resueltos. Sobre estas bases, objetivos realistas de mejora de desempeño ambiental pueden ser identificados y cuantificados.

Con el propósito de implementar una herramienta que permita la evaluación de la gestión ambiental de los procesos productivos y administrativos de la Central Termoesmeraldas se diseñó una propuesta de Indicador de Gestión Ambiental que integra el nivel de desempeño ambiental de la empresa en relación a aspectos vitales que determina la respuesta empresarial ante sus responsabilidades ambientales:

- ✓ Indicador de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.
- ✓ Indicador de Gestión de Permisos Ambientales.
- ✓ Indicador de Impacto Ambiental.

Mediante la implementación de los indicadores propuestos se pudo evaluar de manera cualitativa y cuantitativa los diferentes componentes que inciden en el desempeño de la gestión ambiental de Termoesmeraldas; a partir de los resultados de la evaluación de desempeño, se establecieron las estrategias preventivas y correctivas para mejorar la gestión ambiental y social de la empresa; finalmente se obtuvo un indicador general de gestión ambiental que permitió evaluar fácil y rápidamente el nivel de gestión de la empresa.

Palabras clave: Desempeño Ambiental, Gestión Ambiental, Plan de Manejo Ambiental, Indicador de gestión ambiental.

ABSTRACT

The environmental performance, are measurable results of the system of environmental management, related with the control of impacts of the activities, the products and services of an organization, based in his policy, objectives and environmental goals. Termoesmeraldas' system of environmental management guides his actions and decisions to the fulfillment of the environmental legislation in use applicable and another compromises voluntarily assumed.

This way, through the application of good practices of production, technological renewal and invention, Termoesmeraldas permanently it is worries in controlling and mitigating the principal environmental impacts of his operations. The environmental enterprising performance, it is a method for quantifying and classifying the environmental performance of the policies of a company numerically. This study proposes techniques and tools to evaluate Termoesmeraldas' environmental enterprising management through Environmental Perform Indicators, they allow whom they take decisions having a fast vision of the progress of the problems of the environmental management that still they must be and solved. On these bases, realist improving objectives of environmental performance can be identified and quantified.

With the purpose of implementing a tool that permit the evaluation of the environmental management of the productive and administrative processes of the Central Termoesmeraldas designed a proposal of Environmental Management Indicator that integrates the level of environmental performance of the company in relation to vital aspects that determines the enterprising answer in front of his environmental responsibilities:

- ✓ Indicator of fulfillment of the Plan to Manage Environmental.
- ✓ Indicator of Management of Environmental Permissions.
- ✓ Indicator of Environmental Impact.

By implementing the proposed indicators could be assessed qualitatively and quantitatively different components that affect the performance of the environmental management of Termoesmeraldas; from the results of the performance evaluation were established preventive and corrective strategies to improve environmental and social management; finally it was obtained a general indicator of environmental management that allowed easy and quickly assess the level of company management.

Keywords: Environmental Performance, Environmental Management, Environmental Management Plan, Environmental Management Indicator.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

CELEC EP - Unidad de Negocio TERMOESMERALDAS, operadora de la Central Térmica Esmeraldas, ubicada en el Km. 7½ de la Vía Atacames, ciudad de Esmeraldas, cuenta con una capacidad máxima de generación de 132,5 MW.

La Central consiste de una turbina a vapor, marca Franco Tosi (licencia Westinghouse), con caldero Franco Tosi (licencia Combustion Engineering) para producción de vapor mediante la combustión de Fuel Oil N°6. Además, la Central cuenta con dos tanques de combustible (principal y diario), planta de tratamiento de agua de proceso, planta de generación de hidrógeno, sistema de enfriamiento mediante torre húmeda, edificios administrativos, talleres y bodegas. El combustible es suministrado desde la Refinería Esmeraldas, de Petroecuador, mediante una tubería exclusiva que conecta a la Refinería con la Central Termoeléctrica. En la figura 1 se presenta una fotografía panorámica de la Central Termoesmeraldas.



Figura 1. Central Termoesmeraldas

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Principal

Implementar nuevos indicadores de desempeño ambiental en la Central Termoesmeraldas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar mediante la identificación, medición y evaluación de factores e impactos ambientales, un sistema de indicadores que reflejen el desempeño ambiental empresarial de la Central Térmica Termoesmeraldas (CTE).
- Realizar una evaluación de la Gestión Ambiental en cuanto a la efectividad y eficacia de los planes y programas vigentes, o adoptados, con respecto a las metas inicialmente establecidas.
- Comparar los Indicadores de Gestión Ambiental Inicial (IGAi) con los Indicadores de Gestión Ambiental Final (IGAf).
- Obtener un indicador general de gestión ambiental que permita evaluar fácil y rápidamente el nivel de gestión de la empresa.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENTORNO¹

1.3.1. Entorno Físico

La ciudad de Esmeraldas se encuentra localizada en la costa norte de Ecuador, y su climatología está influenciada directamente por el sistema de los vientos alisios y por las migraciones norte-sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), así como por las condiciones oceánicas.

En lo que respecta a morfología, la cuenca sinclinal de Esmeraldas se individualiza por relieves monoclinales moderados, en estratos concéntricos con buzamiento noreste a noroeste. Según el mapa geomorfológico del Ecuador (Atlas del Ecuador) la zona en mención está clasificada como relieves sedimentarios sobre arcillas terciarias. Y dentro de la misma como relieves bajos sobre estructuras anticlinales y monoclinales. Las observaciones sobre la topografía local presentan el área como un valle aluvial formado por la erosión del río Teaone. Este valle tiene un ancho de 1250 m como promedio, distancia que se acorta hacia el sur.

Respecto a la geología de la zona, según el mapa geológico (Atlas del Ecuador) Esmeraldas y Punta Galera, se identifica la formación Onzole (Plioceno), la cual consiste predominantemente de lodolitas limosas y contiene miembros de areniscas y los Depósitos Aluviales y Terrazas (Plioceno), los cuales consisten de gravas guijarrosas gruesas y arenas con estratificación cruzada de color gris a café rojizo. Ver figura 2

¹ FUENTE: SAMBITO, Estudio de Impacto Ambiental Termoesmeraldas II, 2009

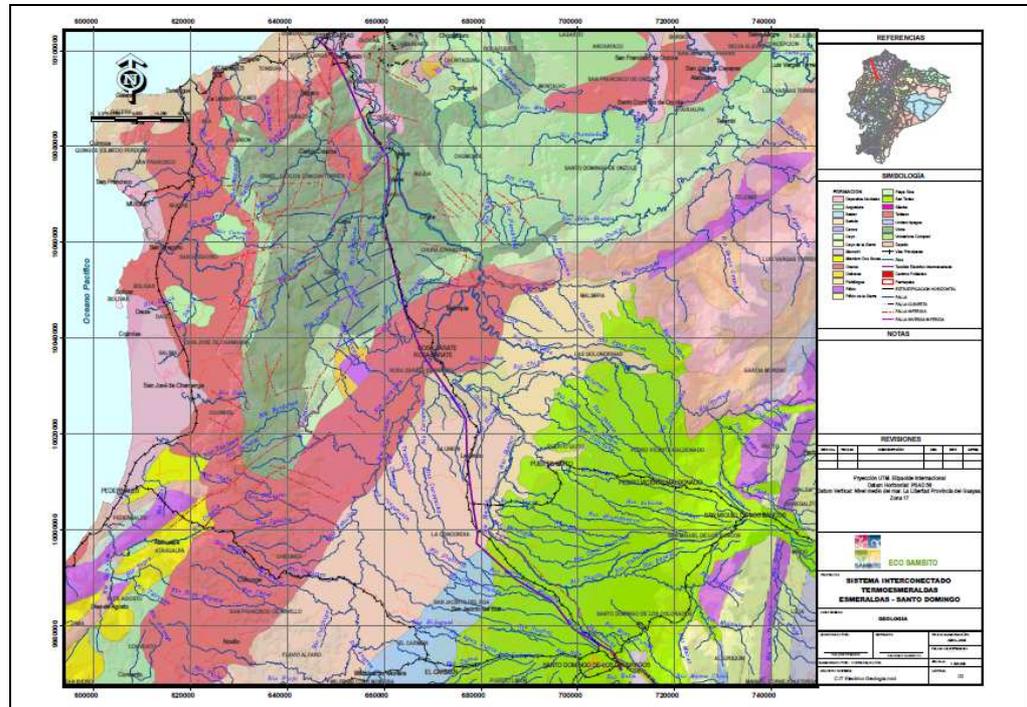


Figura 2. Mapa Geológico del Área de Estudio

Fuente: SAMBITO, Estudio de Impacto Ambiental Termoesmeraldas II

En lo referente a la hidrología de la zona, las características pluviométricas de los ríos de la Cuenca del río Esmeraldas, publicadas por el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), 1986, indican que en 1981, la calidad de agua de los ríos de esta Cuenca Hidrográfica ya reflejaba la alta contaminación física y bacteriológica de aguas de los ríos Esmeraldas y Teaone, respectivamente. Rendón *et. al.* (1983) establecieron claras diferencias, durante 1981-1982, en las características físico-químicas y de nutrientes en la desembocadura del río Esmeraldas, Teaone y áreas cercanas a la Refinería y la Central Térmica Esmeraldas.

1.3.2. Entorno Biótico

1.3.2.1. Flora.

La central termoeléctrica se encuentra localizada cerca al margen superior del Río Teaone. La vegetación característica a lo largo de su cauce está constituida frecuentemente por árboles de mango y monocultivos de plátano; cultivándose en pequeñas huertas frutales como: Guaba, papaya, naranja, chirimoya, achiote, hobo y café.

A los lados del Teaone, en sectores abiertos, al momento se encuentra vegetación antrópica, siendo frecuentes herbáceas como: La Caña-brava *Gynerium sagittatum*, *Urochloa mutica*, Saboya *Panicum maximum*, Pasto Elefante *Pennisetum purpureum* (Poaceae); arbustos como la Espina Mimosa pigra (Mimosaceae) y arbolillos colonizadores como el Niguito *Muntingia calabura* (Flacourtiaceae) y Guarumo *Cecropia littoralis* (Cecropiaceae).

Entre las plantas ruderales (malezas) se registraron: *Merremia umbellata* (Convolvulaceae), la Achochilla *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), *Ludwigia octovalvis* (Onagraceae), *Panicum trichoides*, *Eleusine indica*, *Paspalum* sp., *Echinochloa colona*, *Digitaria* cf. *ciliaris*, *Chloris radiata* (Poaceae), *Piper marginatum* (Piperaceae), *Amaranthus spinosus* (Amaranthaceae), *Cyperus odoratus* (Cyperaceae), *Polygonum segetum* (Polygonaceae) y *Eclipta prostrata* (Asteraceae).

Las especies arbóreas remanentes de la vegetación nativa, se encuentran representadas por pocos o escasos individuos así: Laurel *Cordia alliodora* (Boraginaceae), Ceibo *Ceiba pentandra*, Beldaco *Pseudobombax millei* (Bombacaceae), Guayacán *Tabebuia chrysantha* (Bignoniaceae), Guachapelí

Pseudosamanea guachapele (Fab-Mimosoideae) y *Ficus membranacea* (Moraceae).

Las epífitas se encuentran sobre las ramas de unos pocos árboles de mango, como: *Guzmania monostachia*, *Tillandsia latifolia*, *T. triglochinos* (Bromeliaceae); orquídeas como la endémica *Dimerandra rimbachii* (Orchidaceae), aráceas como *Anthurium asplundii* y helechos como *Niphidium crassifolium* (Polypodiaceae).

1.3.2.2. Fauna.

El número de organismos en un ecosistema maduro, así como su velocidad de crecimiento y forma de vida, depende de la disponibilidad de la energía y de los elementos químicos esenciales, algunos de los cuales pueden ser escasos, por lo tanto puede ser factor limitante (Nitrógeno). Los ecosistemas no aparecen completamente formados sino que se desarrollan en etapas (sucesión biológica); estas etapas varían en términos de altitud, clima, terreno y combinación de plantas y animales, de ahí la amplia diversidad que existe entre un ecosistema de un bosque y un ecosistema de un desierto (Canter, 1997).

El Estuario del Río Esmeraldas al aparecer presenta una topografía muy particular y dada su situación geográfica está sometida a la influencia de corrientes provenientes de la Cuenca de Panamá y de la Corriente de Humboldt. Este estuario es uno de los accidentes geográficos más importantes de la costa ecuatoriana. En las orillas de sus principales afluentes, río Teaone, cuenta con el asentamiento de las instalaciones de la Refinería Estatal Esmeraldas (PETROECUADOR) y de la Central Térmica Esmeraldas de la costa ecuatoriana, una fábrica de gaseosa, una envasadora de GLP.

1.3.3. Entorno Socioeconómico

La población de la Provincia de Esmeraldas, para el período 1950 al 2001, se quintuplicó. Al inicio del período, la provincia había alcanzado una población de

75 407 habitantes y hacia fines del año 2001², en base a resultados definitivos del Censo de Población 2001, se registran 385 371 habitantes.

Actualmente de acuerdo al Censo de Población realizado en el año 2010, la provincia de Esmeraldas cuenta con un total de 534 092 habitantes de los cuales, 262 780 son mujeres y 271 312 son hombres. La Tasa de crecimiento poblacional para esta provincia en el año 2010 es del 3,63%.

De acuerdo a la información presentada en la página web del INEC del Censo Poblacional del año 2010 se puede concluir lo siguiente:

El porcentaje de hogares con niños o niñas (5 a 14 años) que no asisten a un establecimiento educativo es de un 9,2%.

Un 49,3% de hogares habita en viviendas propias y totalmente pagadas, los servicios básicos públicos de: luz eléctrica, agua, escusado y eliminación de basura por carro colector, los posee un 27,8% de las viviendas de la provincia. La población ocupada con seguro general corresponde a un 18,2% (con respecto al total e personas ocupadas).

De acuerdo al documento “Número de establecimientos de salud con internación hospitalaria, por sector y entidad a la que pertenecen, según regiones y provincias – 2009” del INEC, se tiene que a nivel de la provincia de Esmeraldas, existen seis (6) establecimientos del Ministerio de Salud Pública, un (1) establecimiento de Ministerio de Defensa Nacional y uno (1) del IESS.

Mientras que según el documento del año 2009 “Numero de establecimientos de salud con intervención y sin intervención hospitalaria, según

² Fuente: INEC, Censo Poblacional 2001.

provincias” del INEC, para la provincia de Esmeraldas se tiene que existen 168 establecimientos de los cuales 18 son con internación y 150 sin internación.

Respecto a enfermedades en la población en la Provincia de Esmeraldas, los “Informativos de la Red de Epidemiología del Ecuador” que periódicamente el Ministerio del Salud Pública, dispone en su página web, presenta un resumen de enfermedades reportados por provincia. En la Tabla 1 se presentan los resultados reportados para la provincia de Esmeraldas. Los datos mostrados, se los obtiene de los Informes de Enero – Marzo 2004, Abril – Junio 2004, Enero – Marzo 2005, Abril – Junio de 2005 y Octubre – Diciembre 2005.

Tabla 1. *Casos Reportados en la Provincia de Esmeraldas Años 2003 - 2004 – 2005*

TIPO DE ENFERMEDADES	PERIODO		
	AÑO 2003	AÑO 2004	AÑO 2005
SALMONELOSIS	N.R	293	108
F. TIFOIDEA	N.R	314	131
SHIGELOSIS	N.R	12	1
DENGUE CLASICO	58	164	153
DENGUE HEMORRAGICO	1	0	0
FIEBRE AMARILLA	N.R	0	N.R.
HEPATITIS A	68	40	40
LEPTOSPIROSIS	N.R.	0	0
SARAMPION	0	3	0
TETANOS NEONATAL	0	0	0
TOSFERINA	0	1	0
RUBEOLOA	N.R	3	0
PALUDISMO FALCIPARUM	4041	1949	20
PALUDISMO VIVAX	10098	6415	N.R.
NEUMONIA	N.R	9	N.R.

TIPO DE ENFERMEDADES	PERIODO		
	AÑO 2003	AÑO 2004	AÑO 2005
MENINGITIS MENINGOCC	0	0	0
COLERA	0	0	0
MORTALIDAD MATERNA	N.R.	7	12
INTOXICACION ALIMENTARIA	111	138	24
VARICELA	N.R.	247	218
POLIOMIELITIS	N.R.	0	N.R.
DIFTERIA	N.R.	0	N.R.

Fuente: Informativos de la Red de Epidemiología del Ecuador. Ministerio de Salud Pública.

Nota. N.R.: No reportado

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA³.

1.4.1. Ubicación Geográfica.

La Central Térmica Esmeraldas se encuentra localizada en la zona sur de la Ciudad de Esmeraldas, en la Parroquia Simón Plata Torres, a la altura del km 7 ½ de la Vía a Atacames y está emplazado en un terreno de aproximadamente 156600 m².

En la Tabla 2, se muestran coordenadas UTM que definen la localización exacta de las instalaciones.

³ EFFICACITAS, Auditoria Ambiental de cumplimiento 2011 CELEC EP TERMOESMERALDAS

Tabla 2. Localización de la Central Térmica Esmeraldas

DESCRIPCIÓN	SECTOR	ESTE	NORTE
Esquina Noroeste	17 N	645640	102431
Esquina Noreste	17 N	646200	102557
Esquina Sureste	17 N	646405	102310
Esquina Suroeste	17 N	645704	102299

Datum de Referencia: WGS 84

Fuente: Recopilación de información in situ, GARMIN GPSmap® 76CSx.

Elaboración: 2012.

Las instalaciones de la Central Térmica Termoesmeraldas, se encuentran a una distancia lineal de aproximadamente 2 km de Esmeraldas, lográndose acceder al sitio a través de vías de primer orden, como es el caso de la vía Atacames - Esmeraldas y la vía de acceso a la Refinería de Esmeraldas. Las instalaciones evaluadas, objeto del presente estudio se encuentran localizadas en la margen sur de la mencionada vía.

La Central Térmica Esmeraldas colinda directamente en dirección Norte con la Refinería de Esmeraldas y en dirección Oeste limita directamente con el Campamento de la central y una fábrica de bebidas gaseosas.

La Central se encuentra limitada en toda su zona sur por el Río Teaone, atravesando este tramo de río se encuentran: el asentamiento poblacional conocido como 50 Casas, la cual posee alta densidad poblacional y es el asentamiento más próximo a la Central. Por el lindero Este se encuentra el oleoducto de la Refinería de Esmeraldas.

En la figura 3, se muestra la localización geográfica de la Central Térmica Esmeraldas, y los principales sitios de referencia identificados en la zona.

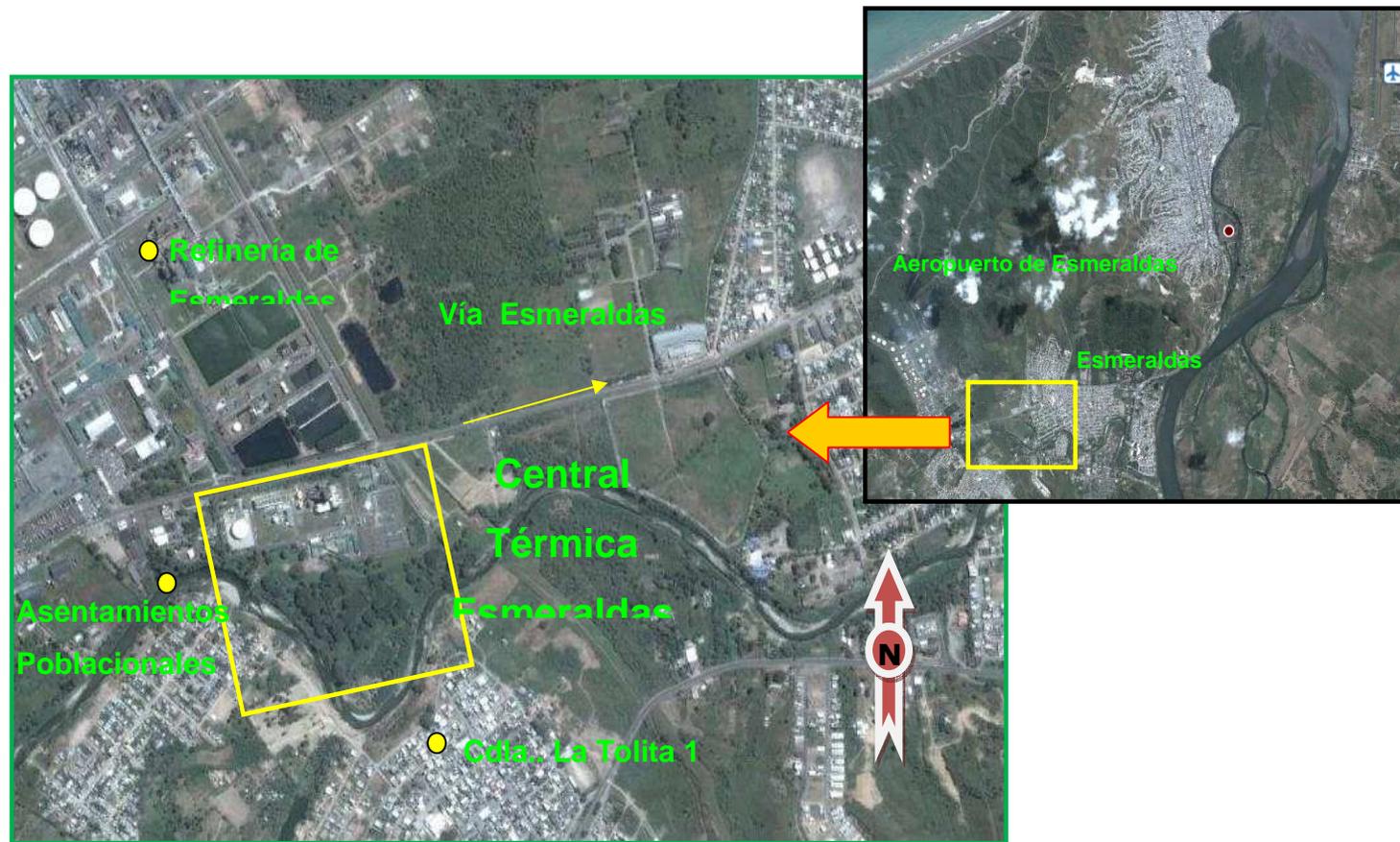


Figura 3. Ubicación Geográfica de la Central Térmica Esmeraldas

1.4.2. Capacidad de Generación Eléctrica.

La siguiente descripción del proceso es efectuada para una unidad de generación.

El caldero utiliza en la combustión el combustible y el aire ambiente o de combustión. En la combustión se generan gases calientes, los cuales se emplean para precalentar el aire de combustión mediante un calentador de aire regenerativo. Es de notar que en estos gases de escape se emiten algunos contaminantes del aire, como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono y partículas.

La generación de vapor se produce al interior de los tubos que revisten la caldera. El calor de combustión produce el cambio de fase del agua de líquido a vapor, éste se acumula en el domo superior de la caldera, y se le otorga mayor energía al pasar por el supercalentador. El vapor finalmente es suministrado a la turbina, a una presión nominal de 140 kg/cm^2 (2 304 psi) y a un flujo de 429 ton/hora (945 785 lb/h).

El vapor ingresa a la turbina, generando energía mecánica en forma de rotación del eje de la misma. La turbina está diseñada para proporcionar hasta seis extracciones de vapor en sus varias etapas. Este vapor se utiliza para calentamiento de sistemas auxiliares, como el de calentamiento de condensado y calentamiento del agua de alimentación del caldero. La potencia de salida de la turbina es de 132,5 MW.

La energía mecánica del eje de la turbina acciona el eje del generador, produciendo la generación de energía eléctrica. El generador está diseñado para una potencia aparente de 155,88 MVA, a 3 600 rpm y factor de potencia de 0,85. Esta se distribuye en última instancia a la red nacional de distribución de energía eléctrica. El vapor a baja presión que escapa de la turbina es condensado en el condensador. La condensación del vapor se logra mediante

el paso de agua de enfriamiento, proveniente del río Teaone. El condensado así recolectado sirve para su posterior alimentación a la caldera, repitiéndose un nuevo ciclo.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.5.1. Instalaciones para la Generación de Vapor.

La Central Térmica Esmeraldas cuenta con un caldero acuotubular, o de tubos de agua, que generan vapor para su respectiva turbina de generación. El caldero fue fabricado por Franco Tosi bajo Licencia Westinghouse. Este caldero está diseñado de tal forma, que la producción de vapor es de 429 ton/hora (945 785 lb/h). El control de temperatura del vapor generado se efectúa mediante sistema de atemperación y recirculación de los gases de escape hacia el hogar.

La Tabla 3 resume las características técnicas del caldero de la Central Térmica Esmeraldas.

Tabla 3. *Características Técnicas del Caldero de la Central Térmica Esmeraldas*

FABRICANTE:	FRANCO TOSI*
ORIGEN:	ITALIA
AÑO DE FABRICACIÓN:	1 980
TIPO DE CALDERO:	ACUOTUBULAR
TIRO DEL CALDERO:	FORZADO
COMBUSTIBLE UTILIZADO:	FUEL OIL # 6
TIPO DE APLICACIÓN:	GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA
NÚMERO DE QUEMADORES:	8 (OCHO)
ARREGLO DE QUEMADORES:	TANGENCIAL
CAPACIDAD CONTINUA DE VAPOR:	432 000 kg/h @ 100% de carga
TEMPERATURA DEL VAPOR SOBRECALENTADO:	540 °C
EFICIENCIA:	93,2 %
PRESIÓN MÁXIMA DE DISEÑO:	162 kg/cm ²

DIMENSIONES DEL HOGAR:	8,12 x 8,43 x h = 19 m (aprox.)
VOLUMEN DEL HOGAR:	1 166 m ³
SUPERFICIE DEL SUPERCALENTADOR:	2 820 m ²
SUPERFICIE DEL ECONOMIZADOR:	2 900 m ²
ALTURA TOTAL DEL CALDERO:	40 m (aprox)
SUPERFICIE CALDERO A CONVECCIÓN:	681 m ²
SUPERFICIE CALDERO A RADIACIÓN:	632 m ²
SUPERFICIE SOBRECALENTADOR:	1850 m ²
SUPERFICIE RECALENTADOR:	2150 m ²
SUPERFICIE ECONOMIZADOR:	3350 m ²

*Bajo licencia de Westinghouse

Fuente: EFFICACITAS, Auditoria Ambiental de cumplimiento 2011

Elaboración: 2012

La combustión se produce mediante ocho quemadores tangenciales alimentados con Fuel Oil. También se emplea Diesel para el arranque de la unidad. De acuerdo a datos técnicos provistos por la Unidad de Negocio Termoesmeraldas (UNT), el caldero posee un consumo de combustible de 32.500 kg/h a 100% de carga, representando esto una tasa de energía térmica de entrada de 983 millones de BTU/h, para un poder calorífico superior del combustible de 43.300 KJ/kg (10 345 KCal/kg).

El Caldero de la Central Térmica Esmeraldas, es del tipo 'tiro forzado', es decir, los gases son evacuados del caldero mediante un dispositivo (ventilador), que induce presión positiva para desalojar los gases hacia el exterior. Siendo un caldero acuatubular, el fluido como vapor o líquido (dependiendo del punto en el ciclo de operación), circulará por el interior de los diferentes bancos de tubos que posee el dispositivo.

El flujo de gases de combustión es desalojado a la atmósfera mediante una chimenea de 60 m de altura, con diámetro exterior de 5,6 m aproximadamente en la cúspide y un diámetro efectivo de 3,4 m.

El caldero cuenta con dispositivos de seguridad tales como válvulas de seguridad del caldero, ubicadas en el domo superior, y válvulas de seguridad del supercalentador, localizadas en la línea de suministro principal de vapor.

Las condiciones de operación en el caldero de la UNT, dependen fundamentalmente de la carga a la cual se encuentra operando; a un 100% de carga, el caldero de la Central tiene una capacidad de generación de unos 132,5 MW, de los cuales 7,5 MW, corresponden al consumo interno de los sistemas utilizados en la generación de vapor, tales como ventiladores, bombas de combustible, iluminación, entre otras aplicaciones. De esta forma, la Central Térmica Esmeraldas, tiene una potencia efectiva de 125 MW, los cuales están disponibles para la entrega de energía eléctrica al Mercado Eléctrico Mayorista.

Es importante indicar que a la fecha de ejecución del presente estudio, la Central Térmica Esmeraldas no dispone de equipos o sistemas de remoción de las emisiones al aire generadas.

1.5.2. Turbina a Vapor y Generador.

La turbina a vapor, fabricada por Franco Tosi bajo Licencia Westinghouse, es del tipo impulso y reacción, de 3 etapas, y permiten una potencia de salida de 132,5 MW a una velocidad de 3.600 rpm. Esta turbina cuenta con seis extracciones de vapor, las cuales se emplean en el calentamiento de fluidos de sistemas auxiliares de la caldera. Las condiciones nominales del vapor de entrada para cada turbina son de 140 kg/cm² (1.991 psi) y 538 °C (1.000 °F).

La generación de energía eléctrica se efectúa en el generador, diseñado para operar con 13,8 kV. El generador posee una potencia aparente nominal de 155.882 kVA, a 60 Hz, 3.600 rpm. El enfriamiento del generador es con hidrógeno, a una presión de 2,1 kg/cm² (30 psi).

1.5.3. Condensador y Agua de enfriamiento.

El condensador permite la recuperación del vapor a baja presión que sale de la turbina, transformándolo en agua de alimentación para la caldera. El condensador de la caldera es del tipo de superficie horizontal, a dos pasos, y posee un área activa de transferencia de calor de 7.920 m². El fluido de enfriamiento es agua dulce, captada del río Teaone y previamente tratada mediante procesos físicos y químicos, con un caudal estimado de 302 m³/min ó 18.120 m³/h. La cantidad de vapor condensado es de 277,4 ton/hora (610280 lb/hora).

El agua proveniente del condensador es recirculada hacia la torre de enfriamiento para ser reutilizada en el proceso. De la torre se descarga agua proveniente de la purga, que se encuentra a una temperatura de 35 °C. La temperatura del agua de enfriamiento disminuye, a medida que transcurre por la tubería de descarga final, que conecta al río Teaone.

1.5.4. Transformadores Principales.

A la salida del generador se cuentan con un transformador principal de marca ITALTRAFRO. El MT1 que está conectado a la subestación del sistema nacional es de una capacidad nominal de 90/120/160 MVA y una tensión nominal 13,8/138 kV. Hay dos transformadores auxiliares que sirven para alimentar los equipos de la central, ambos de marca ITALTRAFRO. El UT1 y el STO tienen cada uno, una capacidad nominal de 10/12,5 MVA y una tensión nominal de 13,2/4,16 kV. También existe un autotransformador, AA1 de una capacidad nominal de 75/75/25 MVA y una tensión nominal de 138/69/13,8 kV que sirve a la provincia de Esmeraldas y está situado en la subestación.

1.5.5. Ubicación Eléctrica.

La Central Térmica Esmeraldas se encuentra conectada al Sistema Nacional Interconectado (SNI) en dos niveles de voltaje: 138-13,8 kV, en el último de los niveles, el generador se conecta al sistema nacional de transmisión en el nivel de 138 kV, por medio del transformador MT1. La alimentación del transformador UT1 se toma de la salida del generador, y para el transformador STO se obtiene del autotransformador AA1.

1.5.6. Sistema de Almacenamiento de Combustible.

La caldera utiliza Fuel Oil para la combustión. El combustible es transportado hacia la central desde la Refinería Estatal de Esmeraldas a través de un oleoducto de 12 pulgadas de diámetro recubierto con material aislante.

El fuel oil se almacena en el tanque principal de 10.000 m³ de capacidad y luego se distribuye desde este tanque a dos tanques secundarios mediante tubería. El tanque se encuentra localizado dentro de un cubeto de hormigón armado y posee un diámetro de 36 m y una altura igual a 12 m.

Los tanques secundarios poseen una capacidad de 1.100 m³. Previo al bombeo, el combustible es precalentado con vapor de agua proveniente del caldero de la central mediante un intercambiador de calor, a una temperatura aproximada de 100 °C, previo a ser inyectado en los quemadores del caldero.

El volumen total de combustible fuel oil consumido durante el año 2.010 fue de 30.706.240 galones; en la Central además de Fuel Oil, se utiliza Diesel 2 para el arranque del caldero. La Central cuenta con un tanque de almacenamiento de diesel, de 45 m³. El diesel llega a la central termoeléctrica mediante carros cisterna de 4.000 galones de capacidad, y con una frecuencia de recepción de 6 a 8 semanas, para esta operación se cuenta con una isla de descarga.

Tanto los tanques secundarios de fuel oíl, como el tanque de almacenamiento de diesel se ubican al interior de un cubeto de hormigón armado.

La descarga del combustible se la efectúa en un área que cuenta con un canal perimetral y conectado al separador API. El área se encuentra señalizada e identificada con colores amarillos y negros para indicar el sitio donde deben colocarse los camiones para la descarga del combustible.

1.5.7. Sistema de Tratamientos aplicados al Agua.

CELEC EP TERMOESMERALDAS, se abastece de agua proveniente del Río Teaone y del Sistema de Red Pública de agua potable.

El agua potable es utilizada en actividades domésticas y en el proceso de desmineralización (DEMI), mientras que el agua del río Teaone es empleada en el proceso de clarificación y enfriamiento.

Para abastecerse de agua de río, la empresa termoeléctrica utiliza dos bombas alternativas, de eje vertical, que levantan 400 m³/h de agua. El agua de río antes de ser utilizada en las actividades operacionales de la planta es previamente tratada, recibiendo los siguientes tratamientos:

Clarificación.- El agua de río (400 m³/h) alimenta a un clarificador, construido de concreto reforzado, con capacidad de 735 m³, en donde se reduce la dureza y las sustancias orgánicas y coloidales presentes en el agua de río. Para lograr la reducción de la materia en suspensión se adiciona al equipo clarificador agentes coagulantes, como un blend de policloruro de aluminio. Además se adiciona al sistema cloro gas, con el objetivo de reducir las sustancias orgánicas presentes en al agua, como: algas, hongos, color.

El agua clarificada sale por los vertederos colocados en la parte superior del clarificador hacia la balsa piezométrica de 50 m³ de capacidad y por medio de una bomba es enviada hacia el tanque de almacenamiento de 1 100 m³, para ser distribuida a:

- Torre de enfriamiento.
- Sistema de filtración
- Sistema de desmineralización.

El clarificador posee una hélice cóncava y un rascador. La hélice cóncava funciona con doble velocidad, es controlada por un motor y tiene la finalidad de impulsar los “flocs” formados hacia el fondo del clarificador.

El rascador consiste en dos brazos tubulares que en su parte inferior tienen dos hojas espirales y poseen la finalidad de llevar hacia el fondo y al centro los lodos pesados, constituidos básicamente por cristales de carbonato de calcio.

Los lodos que se han formado en la operación de clarificación son descargados de manera automática e instantánea, con variaciones de ciclo, que dependen de la cantidad de agua que ingrese al clarificador. En la época de invierno se descarga el 40% de lodos formados por el ingreso de 400 m³/h de agua de río, que es equivalente a 160 m³/h. Mientras que en verano se descarga el 5%, que corresponde a 20 m³/h de lodos.

Los lodos descargados del equipo clarificador retornan al río, a través del sistema de drenaje que posee la Central.

El equipo clarificador se encuentra equipado con un muestreador, para la toma de muestras. Además dispone de un by-pass para ser utilizado en casos de emergencia, cuando el sistema automatizado presenta daños.

Sistema de Enfriamiento.- La central tiene un sistema de agua de circulación de circuito cerrado, que es la torre de enfriamiento. La torre permite disipar hacia la atmósfera el calor generado en el proceso de condensación del vapor proveniente de la turbina de la central.

Físicamente la torre de enfriamiento es una estructura de 60 x 18 x 14 m, de construcción mixta, constituida en su parte superior por una estructura de madera tratada, que contiene seis celdas de enfriamiento y en su parte inferior un reservorio de hormigón armado para almacenamiento del agua. La torre es de tipo de tiro inducido y el fluido de agua de circulación es de 5,56 m³/seg. La torre de enfriamiento tiene como función rechazar el calor generado por la condensación del vapor a la salida de la última etapa de la turbina. Dicho calor se transmite al agua de circulación por medio de intercambiadores térmicos de superficie, en cuyo ámbito el agua que circula con caudal constante tiene un aumento de temperatura entre 5 °C y 10 °C.

Por el aumento de temperatura en el ámbito de los intercambiadores térmicos, el agua de circulación (constituida por agua clarificada), disminuye su volumen y aumenta su salinidad, debido a la evaporación parcial a través de las torres.

Para sustituir la parte evaporada en las torres, se proporciona agua clarificada (agua de reposición), que tiene su propia salinidad y equilibrio carbónico. El agua de reposición que ingresa a la balsa de la torre de enfriamiento, es la necesaria para sustituir aquella agua de circulación que se pierde por evaporación, salpicaduras y purga durante el proceso de enfriamiento.

Debido a las pérdidas por evaporación que ocurren en la torre, las sales de Ca, Mg, Na, CO₃, HCO₃, SO₄ y Cl presentes naturalmente en el agua, aumentan sus concentraciones en el líquido recirculante, hasta alcanzar su límite de solubilidad.

Al saturarse el líquido recirculante por la presencia de sales, empiezan a ocurrir las incrustaciones en las tuberías y en los intercambiadores de calor. Para evitar llegar al punto de saturación, se purga constantemente parte del líquido recirculante. De esta forma se retira una cantidad de agua con alto contenido de sales (purga) y se repone el líquido recirculante (agua de circulación) con agua que posee un bajo contenido de sales (agua de reposición). La cantidad de agua que se repone es igual a la cantidad de agua que se pierde por purga, más la cantidad de agua evaporada.

Las características químicas del agua de la torre de enfriamiento dependerán de las características del agua captada y tratada, así como de las impurezas y contaminantes presentes en el aire y capturados en la torre. A fin de evitar incrustaciones, y el desarrollo de algas, bacterias y hongos, se adiciona al agua de enfriamiento:

- Ácido sulfúrico, que permite corregir el equilibrio carbónico, ya sea del agua de circulación o de abastecimiento, por arreglo del pH.
- Polifosfato, para el control de la corrosión.
- Cloro gas, para el control del desarrollo de algas y hongos.
- Biocida biodegradable -no oxidante, en base Isotiasolinas.

Sistema de Filtración.- Mediante el proceso de filtración, los residuales de sólidos suspendidos presentes en el agua clarificada quedan retenidos en el filtro de arena. Posteriormente el agua ingresa a los filtros de carbón activado, donde se eliminan las sustancias orgánicas (olor, sabor) y cloro residual. El agua filtrada es almacenada en un tanque de 20 m³ de capacidad. Una vez que el agua ha sido filtrada, es enviada hacia el equipo desmineralizador.

La regeneración del filtro de carbón activado se realiza con un retrolavado con agua potable para extraer los sólidos suspendidos que han sido retenidos durante el proceso de producción de agua DEMI.

El mantenimiento al filtro de carbón se realiza cada cuatro (4) años, y los residuos generados son colocados en sacos y evacuados hacia el botadero de la ciudad.

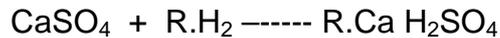
Sistema de Desmineralización.- El proceso de intercambio iónico es utilizado en la planta térmica para la desmineralización del agua destinada al caldero.

El caldero emplea agua desmineralizada "Agua Demi", para su conversión en vapor. El agua que va a ser sometida al proceso de desmineralización, es transferida con bombas de 25 m³/h a los trenes de desmineralización, cada uno con una capacidad de 18 m³/h. Los trenes están constituidos por:

- Un filtro de resina catiónica fuerte amberlite IR 200, regenerable con ácido sulfúrico, con desgasificador atmosférico, por soplado de aire (común a ambas líneas).
- Un filtro de resina aniónica fuerte de amberlite IRA-900, regenerable con hidróxido de sodio, y además un filtro de lecho mixto, con resina IR 200 MB y IRA 900 MB muy bien mezcladas, pero separadas hidráulicamente para su regeneración. Esta última se realiza con ácido sulfúrico sobre IR 200 MB y con hidróxido de sodio sobre IRA 900 MB.

El principal componente del proceso de desmineralización es una resina de intercambio iónico que tiene la propiedad de permitir el cambio de un ión insoluble por otro soluble, reduciendo así el peligro de incrustaciones.

El agua a ser tratada pasa por un filtro lleno de una resina capaz de intercambiar iones. En función del ión a ser intercambiado, la resina puede ser catiónica o aniónica. Si el agua a ser desmineralizada contiene sulfato de calcio, la reacción será:



Donde R representa la resina de intercambio catiónico. El agua a ser tratada contiene ahora ácido sulfúrico y su paso por una resina de intercambio aniónico producirá un efluente casi puro. Las resinas tienen una capacidad finita de intercambiar iones, después de agotar su capacidad, ellas deben ser regeneradas, lo que se logra lavándolas con una solución regeneradora.

En la regeneración de las resinas catiónicas se usa ácido clorhídrico o ácido sulfúrico, y en las resinas aniónicas soda cáustica. El ácido clorhídrico o sulfúrico y la soda cáustica son apenas parcialmente retenidos por las resinas en el proceso de regeneración, y las aguas son descargadas hacia la piscina de neutralización que posee la Central.

En la piscina de neutralización se dosifica convenientemente ácido sulfúrico ó hidróxido de sodio, para alcanzar un pH igual a 6,5 – 7,5, para luego ser descargados por los drenajes.

1.5.8. Piscina de Neutralización.

Es una piscina destinada a recibir las aguas provenientes de la regeneración de resinas de la planta de desmineralización, a fin de neutralizar el carácter ácido y alcalino de los flujos de lavado. La piscina de neutralización posee una capacidad aproximada de 240 m³. La piscina también recibe las descargas de la limpieza de calderos, limpieza del calentador de aire regenerativo (CAR), y las descargas del agua almacenada en la caldera durante períodos de para. La descarga del agua una vez neutralizada es

enviada a la piscina de almacenamiento provisional, localizada en un extremo del cubeto del tanque principal de combustible.

La piscina se encuentra conformada por muros de hormigón armado de un espesor aproximado de 35cm y sus paredes internas se encuentran revestidas o protegidas por baldosas antiácidas que a la vez están emporadas con una cerámica antiácida , lo que garantiza la protección del hormigón.

1.5.9. Piscina Provisional de Aguas Residuales (Piscina de Desechos Líquidos).

La Central Térmica Esmeraldas cuenta con una piscina provisional para el almacenamiento y sedimentación de aguas residuales provenientes de la piscina de neutralización, en operación normal y en mantenimiento durante los lavados del CAR y de calderos. Estas aguas residuales previas a su envío a esta piscina provisional son tratadas.

Previo al envío de las aguas de la piscina de neutralización y del lavado del CAR y aguas de lavado de calderos, las aguas residuales son niveladas su pH (entre 5 – 9), para posteriormente ser enviados a la piscina provisional, para una decantación inicial, una vez decantada, entre uno y cinco días (depende de la calidad del agua), pasa a la unidad clarificadora, desde donde se efectúa la descarga del agua residual. Esta piscina se encuentra implantada en el cubeto de contención del tanque de almacenamiento principal de combustible, el cual ha sido dividido con un muro de ladrillos.

La piscina provisional posee en uno de sus extremos una Trampa de achique, la cual tiene la función de recoger los sedimentos de tamaño mayor que hayan llegado hasta dicha piscina. Los lodos tanto de la unidad clarificadora, piscina de neutralización como de la piscina provisional son enviados al área de almacenamiento de lodos. En el mes de junio del año 2011, CELEC EP TERMOESMERALDAS dió inicio al contrato de provisión del servicio de

Rediseño de la Planta de tratamiento de residuos líquidos industriales, contrato mantenido con la empresa CONSULSUA Cía. Ltda.

1.5.10. Planta de Hidrógeno.

En la planta de hidrógeno, mediante el proceso de electrólisis se produce hidrógeno puro que es utilizado en las actividades productivas de la Central Térmica (Sistema de enfriamiento del generador eléctrico).

En las instalaciones de la planta de hidrógeno existe un área para almacenamiento de los cilindros de H₂ comprimido de alta presión (200 Bar). Cada uno estos cilindros de almacenamiento poseen una capacidad de 42 m³.

Durante el proceso de elaboración de hidrógeno se genera oxígeno, el mismo que se pierde en el ambiente.

En las inmediaciones de la planta de hidrógeno existe un lavaojos (ducha), para ser utilizado en caso de accidentes.

1.5.11. Sistema de Manejo de Químicos.

En la central termoeléctrica se cuenta con dos tanques principales de almacenamiento de Soda cáustica y Ácido Sulfúrico de 20 m³ de capacidad.

Existen, además dos tanques de almacenamiento de menor capacidad para almacenamiento de ácido sulfúrico de 4 y 2 m³, y otro de almacenamiento de Soda cáustica de 15 m³ de capacidad. Estos tanques cuentan con su respectivo cubeto de contención para contener posibles derrames.

El área de descarga de diesel cuenta con un canal perimetral cubierto por una tapa metálica para conducir posibles derrames hacia un separador API. En la actualidad se encuentra sellada, por lo que no se verifica descarga desde

el separador. El área de almacenamiento de diesel se encuentra claramente identificada con colores amarillos y negros para indicar el sitio donde deben colocarse los camiones que transportan el combustible. Se evidenció cerca de este sitio de descarga de diesel un aviso de precaución de No Fumar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL⁴

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar y controlar los impactos negativos que puedan causar al ambiente las operaciones de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP) Unidad de Negocio TERMOESMERALDAS (UNT), en su Central Térmica Esmeraldas. El Plan de Manejo Ambiental tiene también por objetivo maximizar aquellos aspectos positivos o ventajas organizacionales que posee la central termoeléctrica a fin de alcanzar el objetivo descrito.

El Plan de Manejo Ambiental deberá ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, la cual deberá ser actualizada y mejorada en la medida en que los procedimientos y prácticas se vayan implementando, o cuando se modifiquen los procesos productivos. Esto implica que el personal de la central, y principalmente los directivos de la empresa, deberán mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos ambientales de las operaciones de la instalación.

El Plan de Manejo Ambiental contiene los programas de prevención de impactos, de mitigación de impactos, de medidas compensatorias, de manejo de desechos, de capacitación ambiental, de monitoreo y seguimiento, de participación ciudadana, de seguridad industrial y salud ocupacional, de contingencias, y, de

⁴ EFFICACITAS, Actualización al Plan de Manejo Ambiental Central Térmica Esmeraldas

auditorías ambientales internas, todo esto según la estructura prevista en la guía del Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, para estudios ambientales de centrales termoeléctricas. El desarrollo de cada uno de estos programas presenta los justificativos del caso para proceder con la actualización correspondiente, sean estos hallazgos de las auditorías ambientales practicadas, o a partir de requerimientos específicos por parte de las autoridades ambientales, o de compromisos adquiridos por la corporación eléctrica.

La actualización del Plan de Manejo Ambiental utiliza las herramientas del Sistema de Gestión Ambiental interno que posee CELEC EP – TERMOESMERALDAS. Este sistema está basado en los lineamientos de ISO 14001: 2004, y como tal, está conformado por elementos básicos como son la política ambiental, objetivos y metas, un manual de gestión ambiental, y procedimientos, instructivos y registros necesarios.

2.1.1. Objetivos del Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental para la Central Termoeléctrica Esmeraldas, de CELEC EP – TERMOESMERALDAS, se ha desarrollado con los siguientes objetivos:

- Asegurar el cumplimiento de las operaciones de la Central con las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales vigentes en el Ecuador.
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos que se puedan generar en las operaciones de la Central.
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos sociales negativos, así como resaltar o promover aquellos impactos positivos en el ámbito

socioeconómico y tecnológico, asegurando así una buena relación con la sociedad.

2.2. ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental se compone de los siguientes programas, previstos en la guía de elaboración de Estudio de Impacto Ambiental Definitivo para Centrales Termoeléctricas, publicada por CONELEC:

1. Programa de Prevención.- Corresponde a las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas que tienden a prevenir, evitar, reducir los impactos negativos, antes de que sean producidos.
2. Programa de Mitigación.- Corresponde a las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas que tienden a corregir, atenuar o disminuir los impactos negativos, una vez que se han producido.
3. Programa de Medidas Compensatorias.- Comprende el diseño de las actividades tendientes a lograr consensos y compensaciones ambientales entre el proponente del proyecto y los actores involucrados.
4. Programa de Manejo de Desechos.- Es el conjunto de acciones requeridas para manejar adecuadamente los diferentes tipos de desechos (sólidos, líquidos) desde su generación hasta su disposición final.
5. Programa de Capacitación Ambiental.- Actividades de entrenamiento y/o capacitación ambiental para los actores involucrados en el proyecto.

6. Programa de Monitoreo y Seguimiento.- Permite la verificación del cumplimiento del PMA y debe contener, variables a monitorear, periodicidad, cronograma, equipo requerido, presupuesto y responsable.
7. Programa de Participación ciudadana.- Mediante el cual se involucrará y mantendrá informada a la comunidad, así como los mecanismos utilizados para involucrar a la misma en el proyecto.
8. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.- Programa de actividades tendientes a evitar y prevenir accidentes de trabajo y afectaciones de la salud, a los trabajadores asociados al proyecto.
9. Plan de Contingencias.- Es un plan de respuesta a emergencias, para lo cual requiere de una organización, procedimientos de respuesta, definición de equipamiento mínimo y definición de responsables.
10. Auditorías Ambientales Internas (AAI).- De acuerdo con el Art. 28 del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, se deberá definir la periodicidad de ejecución de las AAI.

2.3. GESTIÓN AMBIENTAL EN TERMOESMERALDAS

Un Sistema de Gestión Ambiental permite alcanzar un cumplimiento ambiental de manera consistente y permitirá a CELEC EP – TERMOESMERALDAS asumir un papel de liderazgo en la protección del medio ambiente en el sector eléctrico ecuatoriano.

En Enero 2005 la entonces Compañía de Generación Termoeléctrica Esmeraldas, TERMOESMERALDAS S. A., realizó la revisión ambiental inicial a sus operaciones productivas, producto de lo cual se implementó un Sistema de

Gestión Ambiental basado en los lineamientos y estructura de la norma ISO 14001:2004. El sistema ha recibido actualizaciones periódicas en sus diversos componentes. Se procede con la descripción resumida del sistema existente.

2.3.1. Descripción del sistema de gestión ambiental

El Sistema de Gestión Ambiental posee los componentes principales, resumidos de la siguiente forma:

1. **Política Ambiental.-** Es la base del sistema de gestión, posee el respaldo y compromiso de cumplimiento por la alta dirección de CELEC EP TERMOESEMERALDAS, y ha recibido difusión y comunicación al interior de la central y con terceros relacionados.
2. **Identificación de Aspectos Ambientales.-** Existe procedimiento para identificación y la evaluación de impactos.
3. **Identificación de Requisitos Legales.-** Asesoría Jurídica es responsable de la actualización y difusión de requisitos legales pertinentes al sistema de gestión ambiental.
4. **Objetivos y Metas.-** El Manual de Gestión Ambiental detalla los objetivos y metas de prevención y control de la contaminación, de capacitación ambiental, de preparación ante contingencias, de relacionamiento comunitario y participación social, de monitoreo y manejo de desechos.
5. **Implementación y Operación.-** Comprende la definición de roles y responsabilidades, canales de reporte al interior de la organización y evaluación periódicas del desempeño del Sistema. Establece los roles de la

Gerencia de la Unidad de Negocio, de Vicepresidencia Financiera y de la Dirección de Relaciones Industriales. Se designa un representante de la Gerencia de la Unidad para el desarrollo, implementación y evaluación del Sistema de Gestión Ambiental. Se han definido procedimientos para el manejo de aspectos ambientales significativos, tanto en operación como en situaciones de emergencia (derrame de combustible, principio de incendio).

6. **Verificación.**- Consiste de los procedimientos para medición y seguimiento de parámetros relevantes, la periodicidad y acciones a seguir para evaluación interna, el procedimiento para acciones correctivas y acciones preventivas, y el establecimiento de los registros pertinentes.
7. **Documentación.**- Describe los elementos importantes del Sistema, establece las medidas de control de documentos, listado de los mismos, y medidas de revisión, actualización y notificación de cambios a los diferentes responsables.
8. **Revisión Gerencial y Mejoramiento Continuo.**- Establece tres veces al año la revisión del Sistema, y tiene por objetivo evaluar y proponer mejoras o actualizaciones a los procedimientos existentes.
9. **Comunicación.**- Establece los responsables de la comunicación interna y hacia la sociedad en general en lo pertinente a impactos o emergencias ambientales que se presentaren en la Central Esmeraldas.

2.3.2. Política Ambiental de Termoesmeraldas

CELEC EP – TERMOESMERALDAS ha desarrollado la Política Ambiental para su Central Térmica Esmeraldas. Esta política debe ser apropiada a la

naturaleza, la escala y los impactos ambientales previstos en las operaciones productivas de la central. La Política Ambiental cuenta con el respaldo de su alta gerencia, ha sido comunicada entre todo el personal de la empresa pública así como a contratistas y colaboradores, y puede ser accedida por el público en general en el portal de Internet que la corporación mantiene. La Política Ambiental es la siguiente:

“Mantener el compromiso adquirido con el cuidado del ambiente, a través del cumplimiento de las leyes ambientales aplicables y la gestión de un Sistema Ambiental Integral, en conjunto con los trabajadores, contratistas y comunidad en general; con la ejecución de programas de promoción, sensibilización y formación ambiental, que permitan una mejora continua y proactiva de las prácticas ambientales en beneficio de la ciudad, el país y el mundo”.

2.4. INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL

La evaluación de la gestión ambiental es una práctica de uso muy limitado en las empresas y organizaciones que deben cumplir con los requerimientos de las autoridades ambientales; una de las causas principales de esta actitud puede ser la ausencia, parcial o total, de planificación ambiental, cuya consecuencia directa conlleva a que, como ocurre en muchos casos de la realidad, se realicen inversiones y esfuerzos en materia de control ambiental de las actividades pero se desconozca su efectividad, y lo que resulta menos favorable, que se pierda la oportunidad de revisar si la actuación de la empresa es eficiente, en términos técnicos, económicos y ambientales.

Como mejora del modelo de Sistema de Gestión Ambiental propuesto, en esta parte del estudio se presenta el procedimiento mediante el cual será posible acometer la evaluación de la gestión ambiental de la empresa. Para el efecto, se

propone la adopción de indicadores ambientales, los cuales fueron desarrollados de acuerdo con los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por las actividades de generación termoeléctrica, los parámetros seleccionados para la medida de los impactos y, finalmente, con una estructura lógica que permite llevar la evaluación hasta la determinación de un indicador global de la gestión ambiental.

2.4.1. Tipo y Aplicación de Indicadores Ambientales

Los indicadores son de amplia utilización para la integración de resultados del examen de una situación en particular y sirven para simplificar la presentación de la información, al tiempo que facilitan su interpretación y confrontación con información derivada de otros proyectos similares, o de actividades que, de igual forma, tienen la capacidad de impactar el entorno medioambiental o parte de sus componentes.

Los indicadores pueden ser simples o compuestos. Los primeros de ellos pueden estar representados por el valor mismo de una medición (p.e, concentración de sólidos en suspensión), en tanto que los segundos están generalmente conformados por dos o más valores que pueden representar condiciones de calidad o presencia de agentes contaminantes, medidas en términos de magnitud.

La utilización de indicadores ambientales ofrece ventajas por cuanto permite comparar la calidad ambiental de un parámetro, la calidad ambiental de un componente ambiental en función de uno o más agentes contaminantes y la calidad ambiental de un proyecto en general.

Los indicadores ambientales de calidad ambiental se han preparado a manera de funciones de transformación (indicador del factor ambiental – Calidad Ambiental), de tal manera que se puedan utilizar para los siguientes propósitos:

- a) Homogeneizar las diferentes unidades de medida de los indicadores de los factores afectados por cada proyecto o actividad objeto del EIA, y expresarlas en unidades abstractas de valor ambiental.
- b) Determinar la magnitud conmensurable de los impactos durante la etapa de Identificación y Evaluación de Impactos
- c) Medir la efectividad de los Programas de Manejo Ambiental como se indica en cada uno de los programas y se detalla en el Programa de Supervisión Ambiental.

2.4.2. Construcción de las Curvas De Transformación

Los criterios para elaboración de funciones de transformación adoptan consideraciones legales (normativas de calidad, niveles de emisión e inmisión permisibles, etc.) y de tipo técnico, con base en opiniones de expertos.

Estas funciones relacionan la magnitud de un factor ambiental -expresada a través de un indicador- con la calidad ambiental, la cual se valora entre 0 y 1 y que se corresponde con una forma abstracta de expresión del indicador.

Dado que los diferentes indicadores son llevados a la misma escala de valoración, y que la comparación que se establece relaciona la variación de la calidad ambiental con y sin proyecto, los valores así obtenidos son comparables.

El caso de relaciones directas corresponde a aquellos factores ambientales que se consideran positivos, como el de la calidad del paisaje, la biodiversidad, el número de especies endémicas, el nivel de empleo y el oxígeno disuelto en el agua, entre otros. Por el contrario, las relaciones indirectas están representadas por elementos indeseables, como es el caso del ruido, de la contaminación del aire y suelo, la ocurrencia de incendios e inundaciones, y las pérdidas de suelo, entre otros.

Para la construcción de las funciones de transformación, se dispone sobre un sistema de coordenadas, en el eje de las abscisas, la magnitud correspondiente al indicador ambiental, y en el eje de las ordenadas el valor de la calidad ambiental, entre 0 y 1. Dichas funciones pueden ser continuas o discretas; en el caso de ajuste a curvas continuas, éstas pueden ser de diferentes formas: sigmoides, rectas, en campana, semiesféricas, etc., todas las cuales pueden además ser directas o inversas, según los valores de ordenadas crezcan conforme lo hacen los de las abscisas, y viceversa, respectivamente (Figura 4).

Algunas de las funciones de transformación se tomaron de Conesa (1997) y Canter (1998). En algunos casos fue necesario realizar algunas simplificaciones o modificaciones de acuerdo a las actividades a realizar o al nivel de información disponible. Para obtener el resto de funciones se siguió la siguiente metodología:

PASO 1. Partir de la máxima información que relacione el valor considerado con la calidad medioambiental, tanto científica, como de la normativa legal y de las preferencias sociales en la materia.

PASO 2. En el eje de las abscisas, crear una escala de tal manera que el menor valor posible coincida con el cero y el máximo con el extremo derecho de la gráfica.

PASO 3. En el eje de las ordenadas, situar $CA = 0$ en el origen 0 y $CA = 1$, en el extremo superior de la gráfica, dividiendo el segmento en partes iguales.

PASO 4. Mediante reuniones con algunos asesores externos, dibujar la función, expresando la relación entre los intervalos anteriores y la magnitud del efecto sobre el factor. Se debe tomar en cuenta que los niveles del indicador contaminante iguales al máximo tolerado por la legislación, se sitúen en un índice de calidad (CA) igual a 0,5; de tal forma que valores por debajo de 0,5 son inadmisibles o al menos peligrosos y sujetos a atención especial.

La función de transformación puede tener muchas formas, la representación gráfica y las expresiones matemáticas correspondientes de las curvas que se utilizan en este estudio para relacionar la magnitud de los diferentes impactos con la calidad ambiental fueron tomadas y en algunos casos adaptadas de Garmendia *et. al.* (2005)⁵.

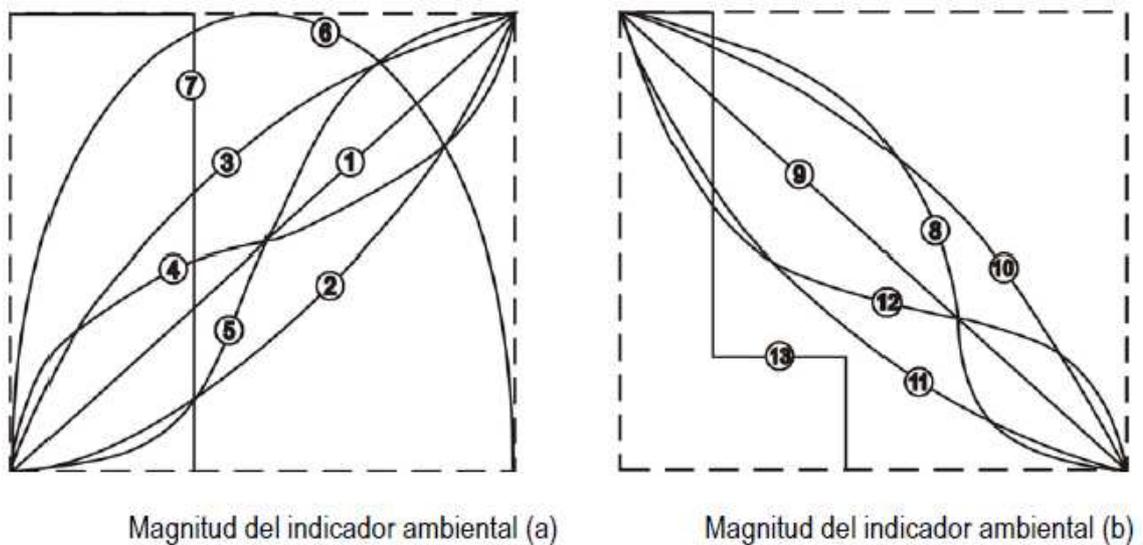


Figura 4. Formas típicas de funciones de transformación

Fuente: Adaptado de Gómez (1999)

⁵ Garmendia, A; Salvador, A; Crespo, C; Evaluación de impacto ambiental

2.5. EL INDICADOR DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA)⁶

El indicador de gestión ambiental que se propone en esta tesis es una expresión que permite integrar el nivel de desempeño de la empresa en relación con tres aspectos que se consideran vitales para determinar la respuesta de las organizaciones o entidades ante sus responsabilidades ambientales, ellos son:

- El grado de desarrollo o ejecución y cumplimiento del plan de manejo ambiental que está relacionado con el control de los impactos ambientales, hace parte ya sea de proyectos o de actividades en ejecución.
- El estado de legalidad ambiental de las actividades de la empresa, en términos de la obtención de los permisos y las autorizaciones requeridas para el desarrollo de los proyectos.
- El nivel de control de los impactos ambientales derivables de sus actividades.

Para tal efecto es necesario definir un indicador para cada uno de los tres aspectos mencionados y luego integrarlos en una sola expresión cuyo resultado refleje el nivel de gestión ambiental de la empresa, como se muestra enseguida en la figura 5:

⁶ Adaptado de: Ministerio de Ambiente (2008). Guía Ambiental exploración de Carbón (On line). http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/carbon_exploracion/contenid/evaluaci.htm#EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EXPLORACIÓN CARBONÍFERA

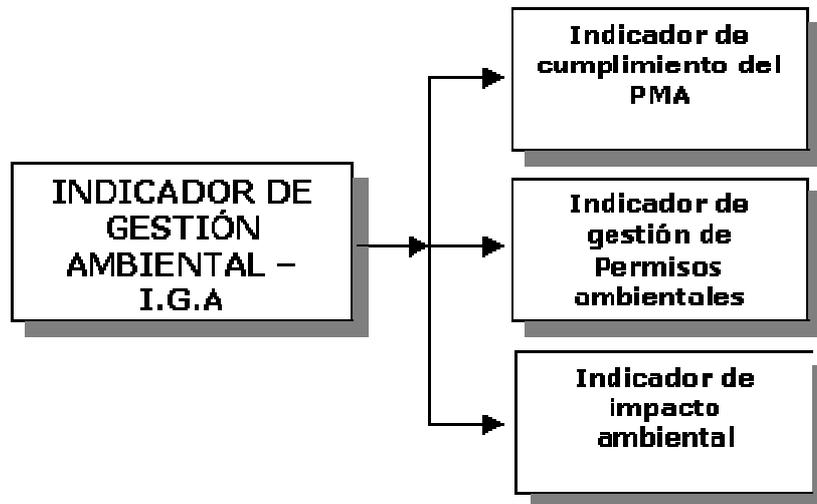


Figura 5. *Indicadores de gestión ambiental*

Matemáticamente la expresión que se propone para el cálculo del I.G.A es:

$$I_{GA} = I_{PMA} * Fp_{PMA} + I_{Permisos} * Fp_{Perm.} + I_{IA} * Fp_{IA}$$

I_{GA} : Indicador de Gestión Ambiental: valor entre 0 y 100.

I_{PMA} : Indicador de cumplimiento del PMA: valor entre 0 y 100.

Fp_{PMA} : Factor de Ponderación del PMA

$I_{Permisos}$: Indicador de gestión de Permisos ambientales: valor entre 0 y 100.

$Fp_{Perm.}$: Factor de ponderación permisos ambientales

I_{GA} : Indicador de gestión ambiental: valor entre 0 y 100.

I_{IA} : Indicador de impacto ambiental: valor entre 0 y 100.

Fp_{IA} : Factor de ponderación del impacto ambiental

La distribución de 100 unidades entre los Factores de Ponderación (Fp) corresponde a la importancia relativa inherente a cada uno de los componentes del I_{GA} . Por ejemplo, se recomienda que al indicador de impacto ambiental se le asigne siempre el mayor factor de ponderación puesto que en últimas el beneficio ambiental se obtiene no tanto como resultado, por citar un caso, de la obtención

de todos los permisos, sino por el control efectivo y la minimización del impacto sobre el ambiente.

En las secciones siguientes se presenta una discusión detallada de los conceptos básicos y la metodología sugerida para el cálculo de los componentes del Indicador de Gestión Ambiental – IGA. cuya estructura, a manera de propuesta, aparece en la Tabla 4

Tabla 4. Estructura del Indicador de Gestión Ambiental (IGA) para describir el desempeño de la CTE

COMPONENTES PRINCIPALES	COMPONENTES SECUNDARIOS	SIMBOLO
INDICADOR DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (I _{PMA})	Indicador Programa de Prevención	I _{PP}
	Indicador Programa de Mitigación	I _{PM}
	Indicador Programa de Medidas Compensatorias	I _{PMC}
	Indicador Programa de Manejo de Desechos	I _{PMD}
	Indicador Programa de Capacitación Ambiental	I _{CA}
	Indicador Programa de Monitoreo y Seguimiento	I _{PM&S}
	Indicador Programa de Participación ciudadana	I _{PPC}
	Indicador Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	I _{PSISO}
	Indicador Plan de contingencia	I _{PC}
	Indicador Auditorías Ambientales Internas (AAI)	I _{AAI}
INDICADOR DE PERMISOS AMBIENTALES (I _{PERM})	Permisos obtenidos	I _{Perm}
	Permisos requeridos	I _{Requerido}
INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL (I _{IA})	Indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales industriales.	I _{vert ARIND}
	Indicador de impacto por emisiones a la atmosfera	I _{Emisiones}
	Indicador de impacto por calidad de suelo	I _{Suelo}
	Indicador de impacto por ruido	I _{Ruido}

2.5.1. Indicador de Cumplimiento del Plan De Manejo Ambiental - I PMA

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar y controlar los impactos negativos que puedan causar al ambiente las operaciones de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP) Unidad de Negocio TERMOESMERALDAS (UNT), en su Central Térmica Esmeraldas. El Plan de Manejo Ambiental tiene también por objetivo maximizar aquellos aspectos positivos o ventajas organizacionales que posee la central termoeléctrica a fin de alcanzar el objetivo descrito.

El Plan de Manejo Ambiental contiene los programas de prevención de impactos, de mitigación de impactos, de medidas compensatorias, de manejo de desechos, de capacitación ambiental, de monitoreo y seguimiento, de participación ciudadana, de seguridad industrial y salud ocupacional, de contingencias, y, de auditorías ambientales internas, todo esto según la estructura prevista en la guía del Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, para estudios ambientales de centrales termoeléctricas.

El Plan de Manejo Ambiental para la Central Termoeléctrica Esmeraldas de CELEC E.P. se ha desarrollado con los siguientes objetivos:

- Asegurar el cumplimiento de las operaciones de la Central con las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales vigentes en el Ecuador.
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos que se puedan generar en las operaciones de la Central.
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos sociales negativos, así como resaltar o promover aquellos impactos positivos en el ámbito

socioeconómico y tecnológico, asegurando así una buena relación con la sociedad.

Como parte del proceso de SGA es necesario evaluar la gestión realizada para aplicar el PMA, con el fin de determinar las medidas correctivas para asegurar el cumplimiento del principal objetivo de la Gestión Ambiental, que es el de mejorar las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la actividad. Lo anterior deriva en la necesidad de formular un indicador que represente el grado de cumplimiento del PMA y permita determinar las causas que influyen en su desarrollo, para así proceder a tomar medidas preventivas o correctivas y asegurar el logro de sus objetivos.

2.5.1.1. Componentes del PMA

El Plan de Manejo Ambiental se compone de los siguientes programas, previstos en la guía de elaboración de Estudio de Impacto Ambiental Definitivo para Centrales Termoeléctricas, publicada por CONELEC:

1. Programa de Prevención.- Corresponde a las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas que tienden a prevenir, evitar, reducir los impactos negativos, antes de que sean producidos.
2. Programa de Mitigación.- Corresponde a las medidas técnicas, normativas, administrativas y operativas que tienden a corregir, atenuar o disminuir los impactos negativos, una vez que se han producido.
3. Programa de Medidas Compensatorias.- Comprende el diseño de las actividades tendientes a lograr consensos y compensaciones ambientales entre el proponente del proyecto y los actores involucrados.

4. Programa de Manejo de Desechos.- Es el conjunto de acciones requeridas para manejar adecuadamente los diferentes tipos de desechos (sólidos, líquidos) desde su generación hasta su disposición final.
5. Programa de Capacitación Ambiental.- Actividades de entrenamiento y/o capacitación ambiental para los actores involucrados en el proyecto.
6. Programa de Monitoreo y Seguimiento.- Permite la verificación del cumplimiento del PMA y debe contener, variables a monitorear, periodicidad, cronograma, equipo requerido, presupuesto y responsable.
7. Programa de Participación ciudadana.- Mediante el cual se involucrará y mantendrá informada a la comunidad, así como los mecanismos utilizados para involucrar a la misma en el proyecto.
8. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.- Programa de actividades tendientes a evitar y prevenir accidentes de trabajo y afectaciones de la salud, a los trabajadores asociados al proyecto.
9. Plan de Contingencias.- Es un plan de respuesta a emergencias, para lo cual requiere de una organización, procedimientos de respuesta, definición de equipamiento mínimo y definición de responsables.
10. Auditorías Ambientales Internas (AAI).- De acuerdo con el Art. 28 del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, se deberá definir la periodicidad de ejecución de las AAI.

2.5.1.2. Descripción del Indicador

El indicador propuesto para evaluar el nivel de cumplimiento del PMA, considera cada uno de los componentes del plan, como se indica enseguida:

$$I_{PMA} = [(I_{PP} + I_{PM} + I_{PMC} + I_{PMD} + I_{CA} + I_{PM\&S} + I_{PPC} + I_{PSISO} + I_{PC} + I_{AAI})/10] * 100$$

En donde:

I_{PMA} : Indicador de cumplimiento del PMA, valor entre 0 y 100.

I_{PP} : Indicador Programa de Prevención, valor entre 0 y 1.

I_{PM} : Indicador Programa de Mitigación, valor entre 0 y 1.

I_{PMC} : Indicador Programa de Medidas Compensatorias, valor entre 0 y 1.

I_{PMD} : Indicador Programa de Manejo de Desechos, valor entre 0 y 1.

I_{CA} : Indicador Programa de Capacitación Ambiental, valor entre 0 y 1.

$I_{PM\&S}$: Indicador Programa de Monitoreo y Seguimiento, valor entre 0 y 1.

I_{PPC} : Indicador Programa de Participación Ciudadana, valor entre 0 y 1.

I_{PSISO} : Indicador Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, valor entre 0 y 1.

I_{PC} : Indicador Plan de contingencia, valor entre 0 y 1.

I_{AAI} : Indicador de Auditorías Ambientales Internas, valor entre 0 y 1.

Ahora, para evaluar cada uno de los indicadores que conforman el I_{PMA} se consideran dos aspectos básicos:

- Grado de ejecución : Se refiere al nivel de ejecución del plan; es decir compara el número de obras o acciones terminadas o el número de equipos, o sistemas, adquiridos hasta el momento de la evaluación (N_{OAE}) contra el número total de obras y equipos, o sistemas, contemplados en el PMA (N_{TOT})

- Ejecución presupuestal: Compara el dinero invertido hasta el momento (R_{EJEC}) contra el dinero total presupuestado en el plan (R_{PRES}).

La evaluación de estos aspectos aplicada a cada uno de los componentes del PMA resulta en una expresión como la siguiente:

$$I_{p-i} = [(N_{OAE}/N_{TOT}) + (R_{EJEC} / R_{PRES})]/2$$

En donde:

I_{p-i} :Indicador de cumplimiento del plan-i, i, se refiere a cada uno de los componentes del PMA; valor entre 0 y 1.

N_{OAE} :Número de obras o acciones ejecutadas, y equipo adquirido hasta el momento de la evaluación de acuerdo con el plan.

N_{TOT} :Número total de obras, acciones, o equipo programado según el plan.

R_{EJEC} :Recursos ejecutados hasta el momento de la evaluación; valor en \$.

R_{PRES} :Recursos totales presupuestados en el plan; valor en \$.

Después de obtener el indicador para cada uno de los componentes del PMA, se procederá a calcular el promedio aritmético con el cual se definió el indicador del PMA (I_{PMA}). Se sugiere el promedio aritmético para darle una importancia igual a cada componente del PMA; sin embargo posteriormente se podrá analizar la posibilidad de incluir factores de ponderación a cada componente, o simplemente establecer otro tipo de promedio.

2.5.2. Indicador de gestión de permisos ambientales – I Permisos

La Legislación ambiental ecuatoriana exige la obtención de licencia ambiental mediante la presentación de un Plan de Manejo Ambiental para la operación de la CTE y de los correspondientes permisos y autorizaciones para la utilización y aprovechamiento de los recursos naturales que puedan ser afectados o que se requieran para el desarrollo del proyecto. En consecuencia, la empresa

interesada en desarrollar un proyecto de este tipo, o la que ya se encuentre en operación, debe mantener al día las obligaciones pertinentes para asegurar su legalidad ambiental.

2.5.2.1. Permisos Ambientales Requeridos En Proyectos De Generación Termoeléctrica.

El número y la clase de permisos ambientales que se requiere para el desarrollo de un proyecto de generación termoeléctrica depende fundamentalmente de los procesos productivos, los aspectos ambientales y los impactos causados y los que podrían generarse producto de las actividades de producción industrial. En virtud de estos factores, la autoridad ambiental determinará las exigencias particulares relacionadas, por ejemplo, con la autorización para:

- Captar aguas superficiales o subterráneas
- Descargar vertimientos líquidos a cuerpos de agua
- Liberar emisiones de contaminantes atmosféricos

Para efectos de ilustrar como se evaluaría el nivel de gestión ambiental realizado por la empresa interesada en desarrollar el proyecto de generación termoeléctrica, se emplea la siguiente lista de permisos básicos.

- Licencia ambiental (mediante presentación del PMA).
- Permiso de uso de suelo.
- Concesión de permisos anuales y ocasionales.
- Concesión del derecho de aprovechamiento de agua superficial.
- Permiso de utilización de Productos controlados por el CONSEP.

2.5.2.2. Descripción del Indicador

Se propone un indicador sencillo que compara el número de permisos o autorizaciones obtenidos con el número de permisos que se debe obtener. El indicador tendrá un valor máximo cuando el número de permisos obtenidos sea igual al número de permisos que se debe obtener, esto indica una buena gestión por parte de la empresa.

$$I_{\text{Permisos}} = \left[\frac{\text{Permisos. Obtenidos}}{\text{Permisos. requeridos}} \right] * 100$$

En donde:

I_{Permisos} : Indicador de gestión de permisos ambientales: valor entre 0 y 100.

$\text{Permisos. Obtenidos}$: Número resoluciones o actos administrativos que respaldan los permisos obtenidos.

$\text{Permisos. Requeridos}$: Número total de permisos requeridos para la actividad.

Todos los permisos ambientales se respaldarán con una resolución, o acto administrativo emanado de la autoridad ambiental competente, en donde se señala entre otros aspectos, el nombre del beneficiario del permiso, las condiciones sobre las cuales se considera válido, y su fecha de expiración. La resolución, o el acto administrativo pertinente, por la cual se otorga el permiso es la forma de demostrar la gestión ambiental realizada al respecto.

2.5.3. Indicador de Impacto Ambiental - I_{IA}

El indicador de impacto ambiental derivable de las actividades del proceso productivo de generación termoeléctrica deberá expresar de la mejor manera la eficiencia de la empresa en la mitigación y el control de las posibles alteraciones ambientales que se pueden causar como consecuencia de su desarrollo. Se intenta relacionar, por ejemplo, el efecto de la liberación de las cargas

contaminantes sobre las características ambientales en el área de influencia de la actividad, teniendo en cuenta la capacidad asimilativa de los sistemas o elementos receptores de esas cargas.

2.5.3.1. Impactos ambientales

En el anexo 3 de este estudio se presenta la identificación de los posibles impactos ambientales que pueden ocurrir durante el desarrollo de las actividades de generación. No obstante, debe aclararse que la lista de impactos probables es de referencia y siempre será necesario ajustarla a las condiciones específicas tanto del proyecto como del área de influencia objeto del proceso productivo. Para efectos de facilitar la consulta, en la Tabla 5 se presenta la relación de los citados impactos más relevantes acorde a la realidad de la zona de influencia de la Central Termoesmeraldas.

Tabla 5. *Lista de posibles impactos ambientales de proyectos termoeléctricos*

COMPONENTE	IMPACTO POTENCIAL
BIOFÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de niveles de ruido ● Deterioro de la calidad del aire ● Deterioro de la calidad de agua ● Inducción o acentuación de procesos erosivos ● Desestabilización de taludes ● Contaminación del suelo ● Afectación de cobertura vegetal ● Afectación de comunidades faunísticas.

SOCIO-ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> ● Modificación del paisaje ● Generación de expectativas ● Generación de molestias a la comunidad ● Afectación del patrimonio histórico y arqueológico ● Generación de empleo ● Beneficio por desarrollo de obras comunitarias
------------------------	--

2.5.3.2. Descripción del Indicador

La estructura del indicador del impacto ambiental de la actividad de generación termoeléctrica se puede definir como el cálculo del promedio aritmético ponderado de cada uno de los indicadores de impacto identificados, sometido a evaluación.

$$I_{IA} = [\sum I_i * UI_i] / 100*n$$

En donde:

I_{IA} : Indicador global de impacto ambiental.: valor entre 0 y 100.

I_i : Indicador de impacto ambiental generado por el impacto i : valor entre 0 y 100.

UI_i : Unidades de importancia para el impacto i : valor entre 0 y 1.000

n : Número de indicadores de impacto

CAPÍTULO III

MEDICIONES Y ANÁLISIS DE DATOS

3.1. ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS

A continuación se presenta un estudio de la caracterización del agua del río Teaone a fin de conocer el estado de sus principales parámetros físico químicos que ayudan a describir la calidad de las aguas de este cuerpo de agua. Los datos que se presentan a continuación fueron recopilados de estudios de consultoría realizados en el año 2009 por Sambito para Termoemeraldas.

3.1.1. Calidad de Agua del Río Teaone

El término calidad del agua es referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. El Río Teaone es un afluente del Río Esmeraldas; entre varias características de este río podemos ver que se trata de un río poco correntoso y la gente aldeaña al sector del río aún lo usa para sus diferentes actividades. A sus alrededores se encuentran zonas de alto contenido paisajístico y natural. Entre varias actividades que se desarrollan en las riberas de este río tenemos la captación de agua por parte de TERMOESMERALDAS, la cual posee una estación de bombeo de este río la misma que es usada en las actividades propias de la generación de Energía Termoeléctrica por parte de la Central de Esmeraldas. El estudio de la calidad de agua se basó en mediciones realizadas en el Río Teaone, la cual determina parámetros físicos y químicos, para los mismos se determinaron dos estaciones, la primera en el sector de extracción o bombeo para la planta y la segunda en el sector de la descarga de aguas domésticas e industriales.



Figura 6. Estaciones de Muestreo de Agua

Fuente: SAMBITO, 2009

Tabla 6. Coordenadas de las estaciones de muestreo

Estación	X metros E	Y metros N
E1 (Captación)	645.898	10'102.247
E2 (Efluentes)	646.367	10'102.285

Fuente: SAMBITO, 2009



Figura 7. *Río Teaone*

3.1.2. **Parámetros Analizados en la Calidad del Agua del Río Teaone**

En la siguiente tabla se muestra los análisis de diferentes parámetros de calidad del agua del Río Teaone correspondientes al agua que la Central Termoeléctrica de Esmeraldas capta u obtiene para los distintos procesos en el funcionamiento de la Planta de Generación de Energía Térmica.



Figura 8. *Planta de Captación de Agua*

Para la análisis de la calidad de agua en el Río Teaone en la captación se utilizó la tabla 3 del Libro VI de la Calidad Ambiental titulo VII Anexo 1, del TULAS.

Tabla 7. *Parámetros de Calidad de Agua Río Teaone Agua de Captación.*

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite	Valor
Potencial de Hidrógeno	pH		5<pH<9	7.84
Temperatura	°C	°C	<32	25.5
Conductividad Eléctrica	CE	S/cm	NI	564.4
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	NI	256
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	100	16
Sólidos Totales	ST	mg/l	1600	272
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000	112.6
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2	<5
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.01	0
Aluminio	Al	mg/l	0.1	0.021
Arsénico Total	As	mg/l	0.05	<0.1
Azufre	S	mg/l		11.1
Bario	Ba	mg/l	1.0	1.0
Boro Total	B	mg/l	0.75	0.1
Cadmio	Cd	mg/l	0.02	<0.02
Cobre	Cu	mg/l	1	0.036
Cobalto	Co	mg/l	0.2	0.01
Estaño	Sn	mg/l	NI	<0.1
Hierro Total	Fe	mg/l	0.3	<0.1
Manganeso Total	Mn	mg/l	0.1	<0.1
Mercurio Total	Hg	mg/l	0.002	<0.0001
Níquel	Ni	mg/l	0.025	<0.08
Plomo	Pb	mg/l	NI	0.17
Selenio	Se	mg/l	0.01	<0.01
Zinc	Zn	mg/l	0.18	<0.01
Vanadio	V	mg/l	0.1	0.05
Demanda Bioquímica de O2	DBO ₅	mg/l	100	5.1
Demanda Química de O2	DQO	mg/l	250	19.9
Hidrocarburos Totales de petróleo Aceites y Grasos.	TPH	mg/l	20	0.09

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite	Valor
Sustancias Solubles en Hexano		mg/l		0.26

Fuente: SAMBITO, 2009

El agua que se capta es utilizada en varios procesos y son devueltas al Río Teaone, para el respectivo análisis de los efluentes se establecen los límites de la tabla 12 del Libro VI de la Calidad Ambiental Anexo 1 del TULAS.



Figura 9. Utilización del Agua en distintos Procesos de Central Termoeléctrica

Tabla 8. Parámetros de Calidad de Agua Río Teaone Agua de Proceso.

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite de Descarga a un cuerpo de Agua Dulce	Valor
Potencial de Hidrógeno	pH		5<pH<9	7.88
Temperatura	°C	°C	<35	34.3
Conductividad Eléctrica	CE	S/cm	NI	1925.4
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	NI	892
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	100	10
Sólidos Totales	ST	mg/l	1600	902
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	1000	873
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2.0	<5

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite de Descarga a un cuerpo de Agua Dulce	Valor
Cloro Activo	Cl	mg/l	0.5	0.2
Aluminio	Al	mg/l	5.0	0.006
Arsénico Total	As	mg/l	0.1	<0.1
Azufre	S	mg/l		281
Bario	Ba	mg/l	2.0	1.08
Boro Total	B	mg/l	2.0	0.1
Cadmio	Cd	mg/l	0.02	<0.02
Cobre	Cu	mg/l	1	0.115
Cobalto	Co	mg/l	0.5	0.01
Estaño	Sn	mg/l	5.0	<0.1
Hierro Total	Fe	mg/l	10.0	<0.1
Manganeso Total	Mn	mg/l	2	0.184
Mercurio Total	Hg	mg/l	0.005	<0.0001
Níquel	Ni	mg/l	2.0	0.1
Plomo	Pb	mg/l	0.2	0.16
Selenio	Se	mg/l	0.1	<0.01
Zinc	Zn	mg/l	5.0	<0.01
Vanadio	V	mg/l	5.0	0.13
Demanda Bioquímica de O ₂	DBO ₅	mg/l	100	5.12
Demanda Química de O ₂	DQO	mg/l	250	14.32
Hidrocarburo Totales de petróleo Aceites y Grasas	TPH	mg/l	20	0.08
Sustancias Solubles en Hexano		mg/l	0.3	0.22

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3. Análisis de la Calidad de Agua del Río Teone

3.1.3.1. Temperatura

La temperatura es un parámetro importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas, velocidades de reacción y en la aplicabilidad

del agua a usos útiles, como el caso de las aguas provenientes de las plantas industriales, relativamente calientes después de ser usadas en intercambiadores. A pesar que la temperatura del efluente es de 34,3°C (Figura 10), ésta no sobrepasa los límites permisibles de la legislación ecuatoriana, ni afecta en forma general la temperatura de las aguas del Río Teaone, ya que este presenta 25,5°C, lo cual se considera normal para la época del año.

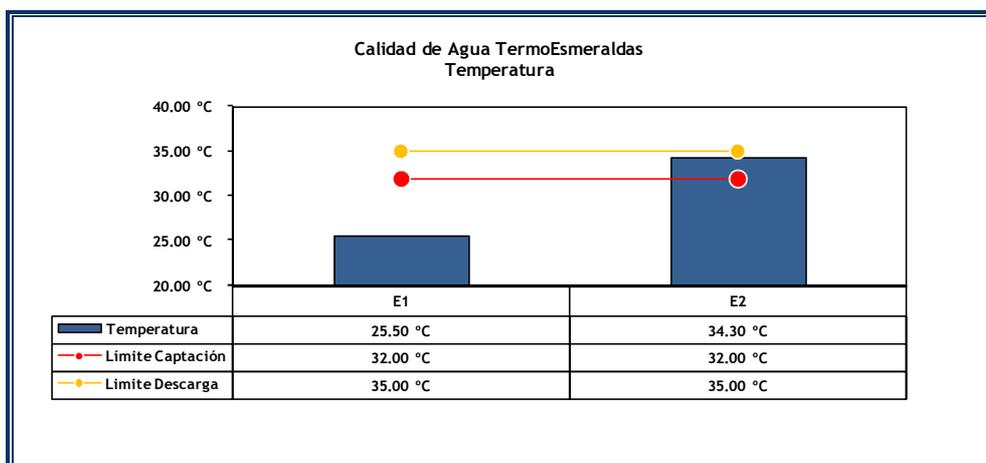


Figura 10. *Calidad de Agua: Temperatura*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.2. pH

La concentración del ion hidrógeno es un importante parámetro de calidad tanto para aguas naturales como aguas residuales. El intervalo de concentración para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y crítico. El pH, tanto en las aguas del Río Teaone como en los efluentes de Termoesmeraldas se encuentra dentro del rango permisible de la legislación ambiental ecuatoriana.

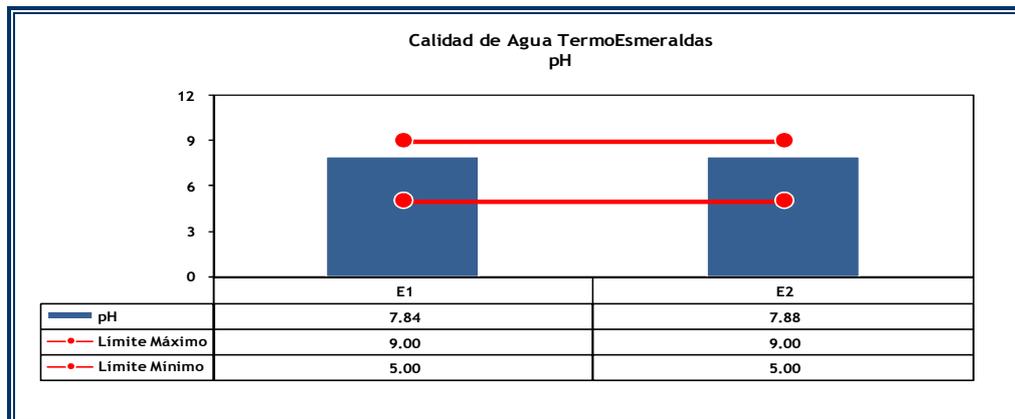


Figura 11. *Calidad de Agua: pH*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)

La demanda bioquímica de oxígeno se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aeróbica. La DBO_5 , se encuentra por debajo de los límites ambientales permisibles.

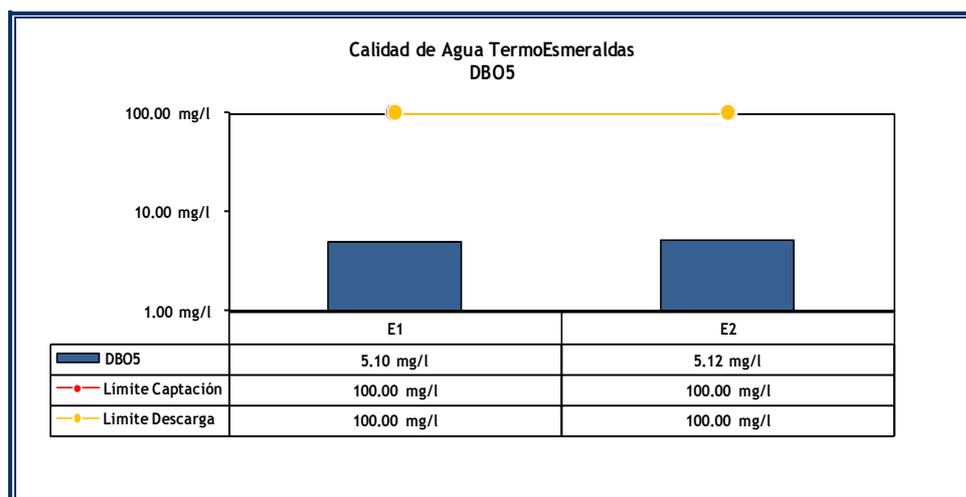


Figura 12. *Calidad de Agua: DBO_5*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.4. Demanda Química de Oxígeno

La DQO (Demanda Química de Oxígeno) es la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica e inorgánica en la muestra con un oxidante químico fuerte.

El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO₅ porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO₅ suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La demanda bioquímica de oxígeno se presenta muy por debajo de los niveles permisibles, tanto para la conservación de flora y fauna como para efluentes industriales.

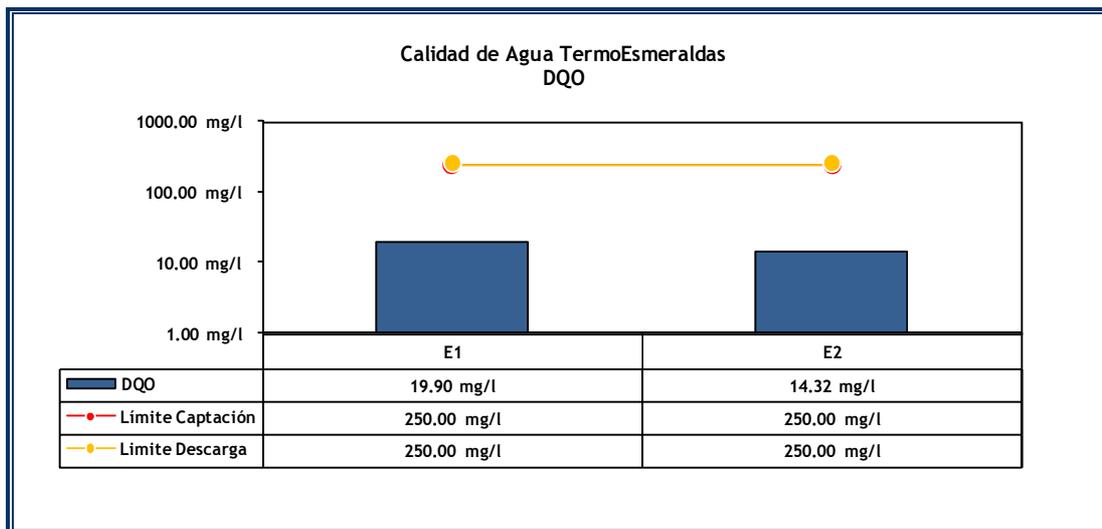


Figura 13. *Calidad de Agua: DQO*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.5. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica presenta los siguientes valores en la estación de captación de agua 56,40 S/cm y en la estación de descarga 1925,40 S/cm.

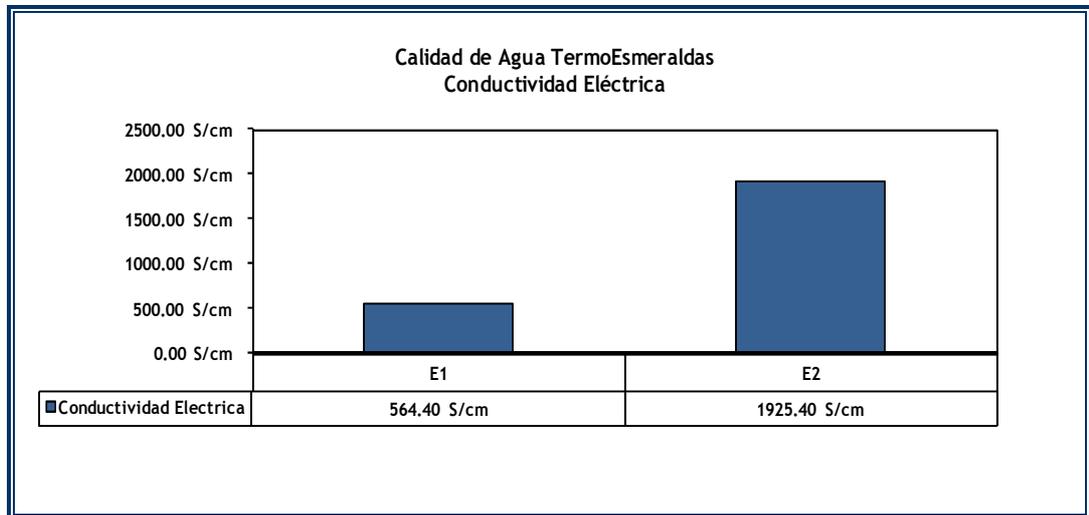


Figura 14. *Calidad de Agua: Conductividad Eléctrica*

Fuente: Termoesmeraldas

3.1.3.6. Sólidos Disueltos Totales

Las aguas naturales o residuales con altos contenidos de sólidos suspendidos o sales disueltas no pueden ser utilizadas en forma directa por las industrias o por las plantas potabilizadoras. De ello se deriva el interés por determinar en forma cuantitativa estos parámetros. En forma general puede indicarse que los sólidos, tanto totales como disueltos en aguas del Río Teaone y en los efluentes de Termo Esmeraldas, se encuentran por debajo de los límites permisibles.

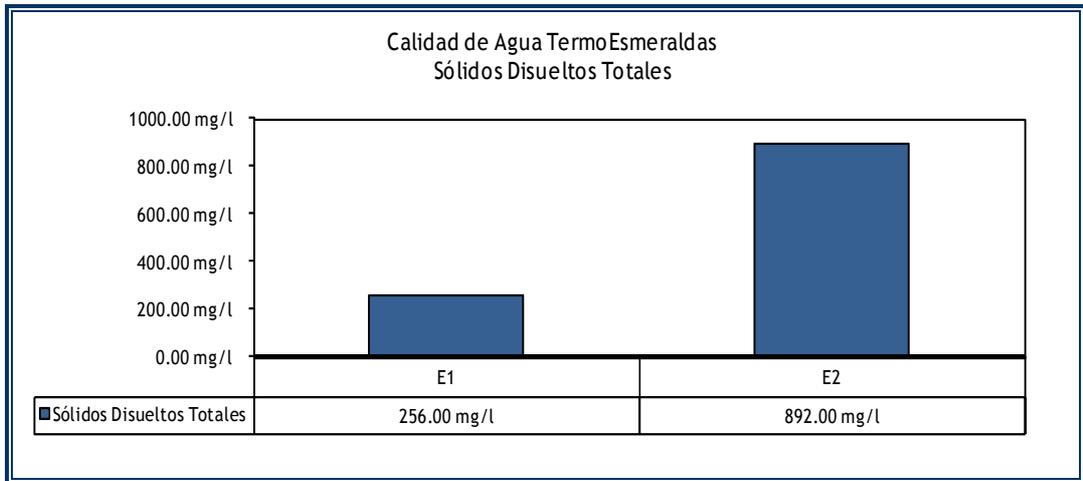


Figura 15. *Calidad de Agua: Sólidos Disueltos Totales*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.7. Sólidos Suspendidos Totales

Los Sólidos Suspendidos Totales presenta los siguientes valores en la estación de captación de agua 16 mg/l y en la estación de descarga 10 mg/l.

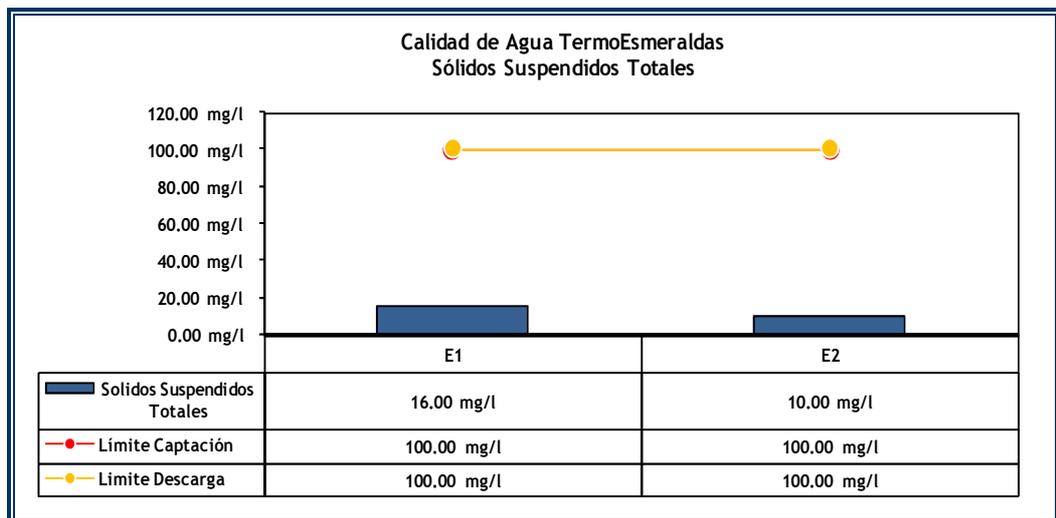


Figura 16. *Calidad de Agua: Sólidos Suspendidos Totales*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.8. Sólidos Totales

Los Sólidos Totales presenta los siguientes valores en la estación de captación de agua 272 mg/l y en la estación de descarga 902 mg/l, los cuales están por debajo del límite permisibles de la legislación que es de 1600 mg/l.

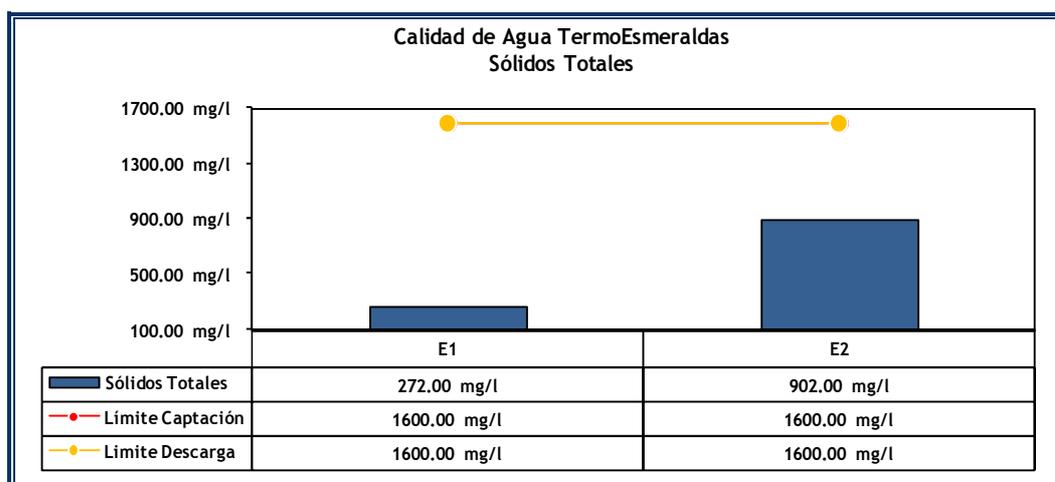


Figura 17. Calidad de Agua: Sólidos Totales

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.9. Azufre como H₂S

Los sulfuros se encuentran en aguas residuales domésticas e industriales en forma suspendida o disuelta. A pH mayor de 8 la mayor parte de sulfuros existen en solución, mientras que a pH inferior a 7, la concentración de H₂S puede ser bastante grande para causar serios olores.

Puede observarse que las aguas del río Teaone, en el sitio y época del muestreo presentaron concentraciones de azufre por encima del límite permisible de la legislación ecuatoriana, sin embargo, la concentración de este parámetro en el efluente de Termo Esmeraldas es mucho menor de lo establecido en la Norma

correspondiente lo que demuestra que no hay aportación significativa de este contaminante hacia el receptor.

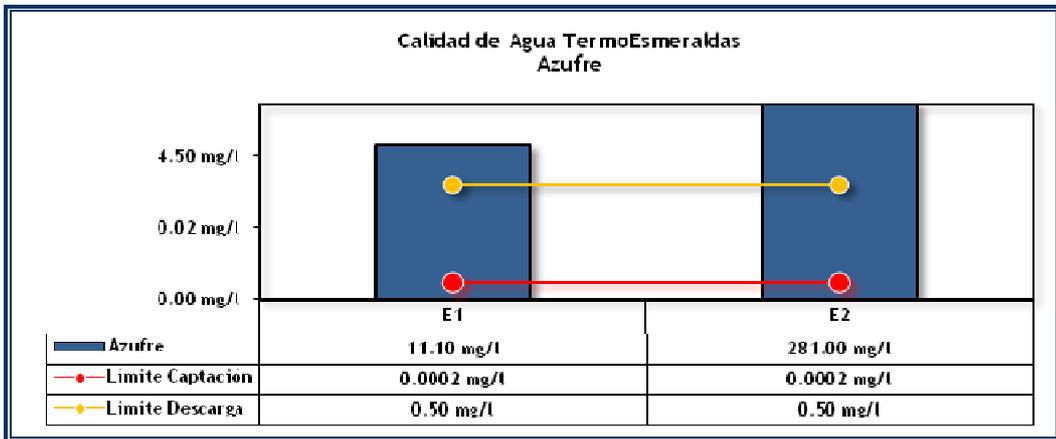


Figura 18. *Calidad de Agua: Azufre*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.10. Sulfatos

El sulfato (SO_4) se encuentra en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia de residuos industriales.

Puede observarse que las concentraciones de sulfatos, tanto en aguas del río Teaone como en los efluentes de Termo Esmeraldas, están por debajo de los niveles permisibles.

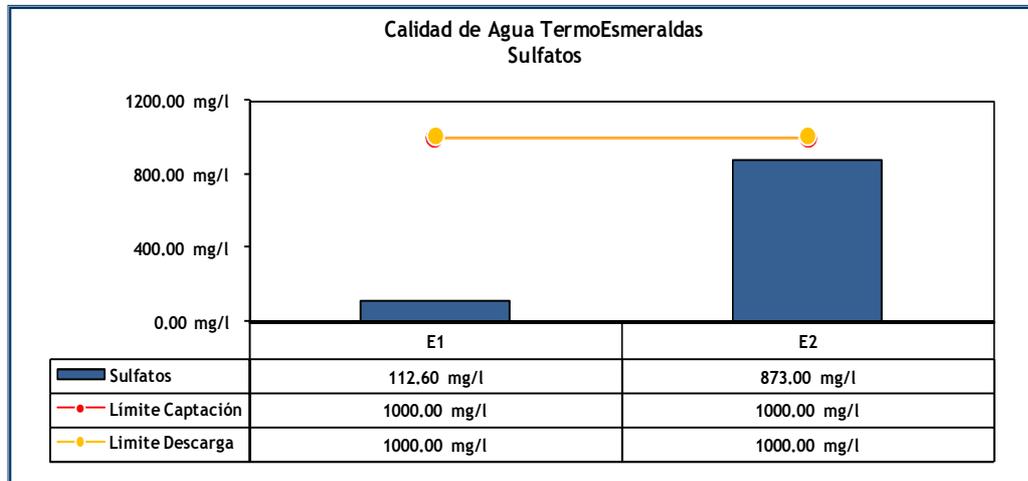


Figura 19. *Calidad de Agua: Sulfatos*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.11. Sulfitos

Este parámetro se encuentra en un rango de <5 mg/l, el cual se encuentra excedido del límite permisibles 2 mg/l.

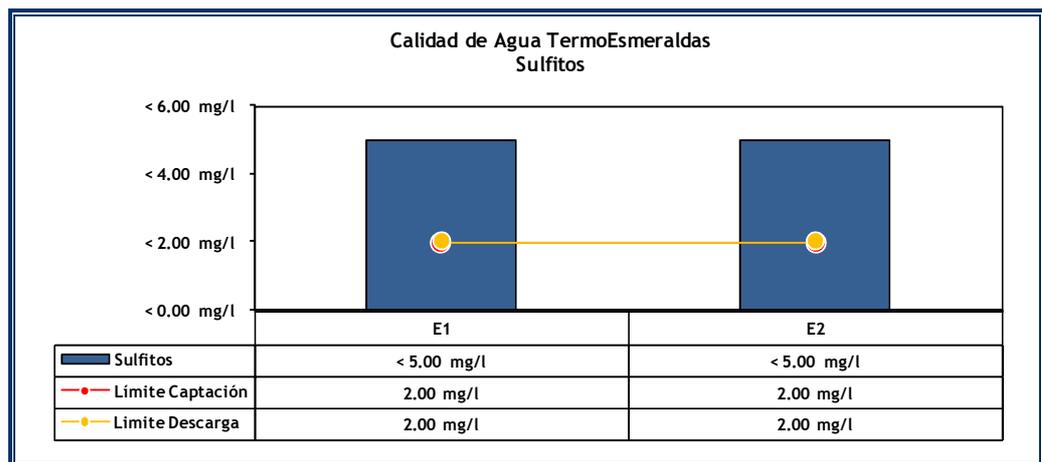


Figura 20. *Calidad de Agua: Sulfitos*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.12. Cloro Activo

En la estación de captación no se detectó valores de cloro, sin embargo en la descarga se registró valores de 0.20 mg/l, el cual no excede el límite de descarga pero si está un poco sobre el límite que permite la tabla 3 del TULSMA, para agua dulce.

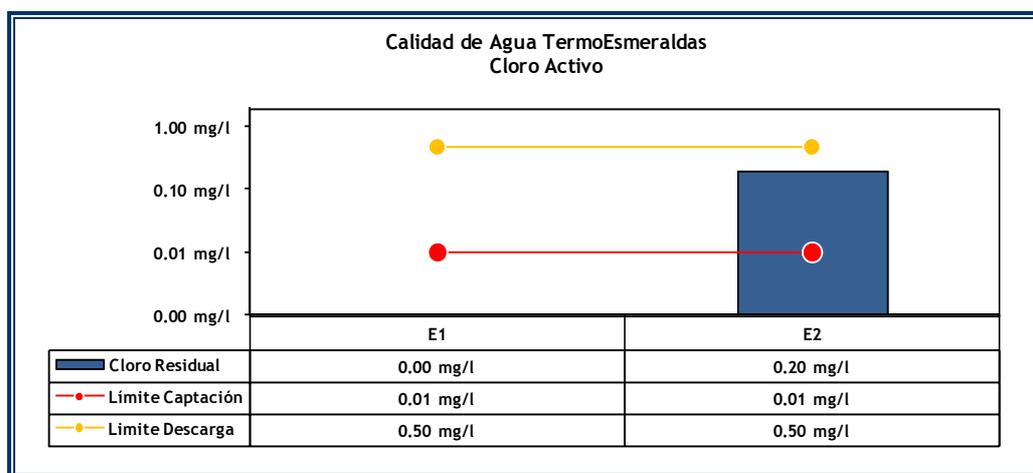


Figura 21. *Calidad de Agua: Cloro Activo*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.13. Aluminio

El aluminio es el metal más abundante, y el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre después de oxígeno y sílice.

No se detecta contaminación de las aguas del río Teaone por aluminio ni influencia de los efluentes sobre la concentración de este parámetro, ya que los valores determinados en ambas matrices están por debajo de los niveles permisibles.

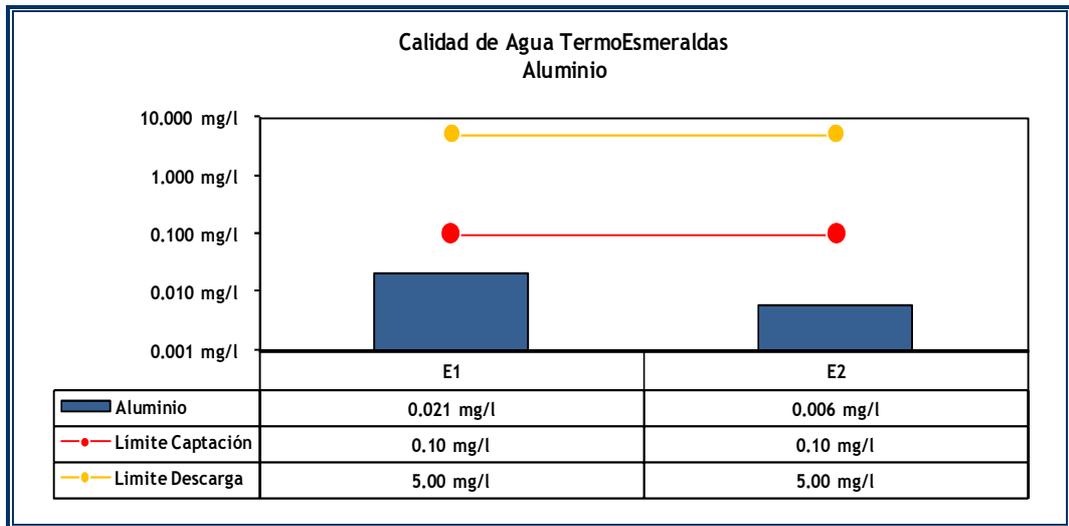


Figura 22. *Calidad de Agua: Aluminio*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.14. Arsénico Total

Por otro lado, los efluentes de TermoEsmeraldas presentan valores que se encuentran a filo de norma de arsénico en la descarga <0,1 mg/l.

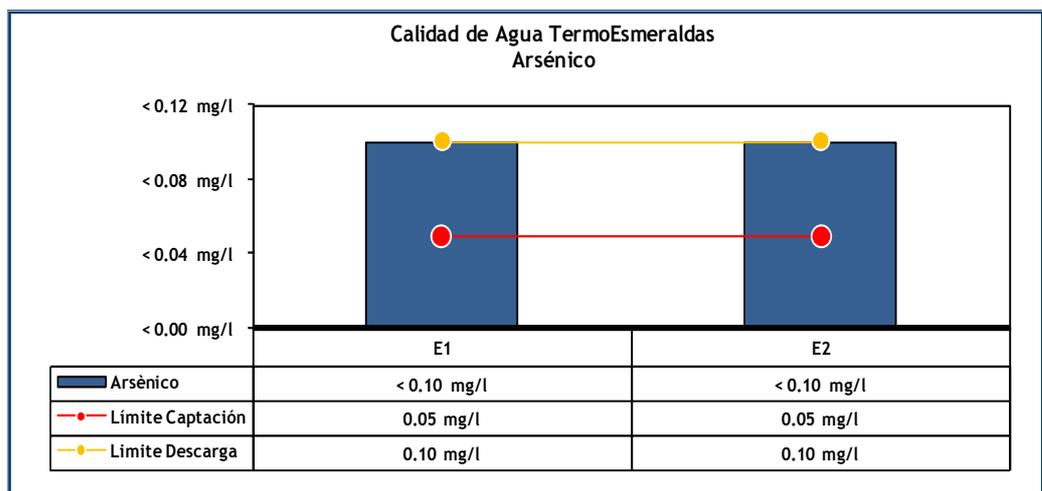


Figura 23. *Calidad de Agua: Arsénico Total*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.15. Bario

De forma natural los niveles de Bario en el medio ambiente son muy bajos. Altas cantidades de Bario pueden sólo ser encontradas en suelos y en comida, como son los frutos secos, algas, pescados y ciertas plantas. La cantidad de Bario que es detectada en la comida y en agua generalmente no es suficientemente alta como para llegar a ser concerniente a la salud.

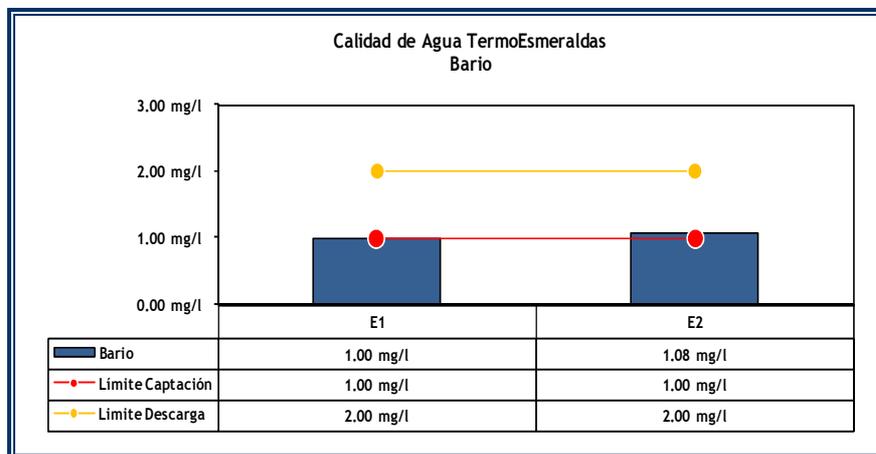


Figura 24. *Calidad de Agua: Bario*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.16. Boro

El boro es un elemento que existe de forma natural. En el medioambiente, el boro se combina con el oxígeno y otros elementos para formar compuestos conocidos como boratos. Los boratos se encuentran frecuentemente en la naturaleza y están presentes en los océanos, las rocas sedimentarias, el carbón, el esquisto y algunos suelos.

En el área de estudio, los valores de Boro, en aguas del río Teaone y en los efluentes de Termo Esmeraldas, el Boro se encuentra por debajo de los niveles permisibles, no observándose, por lo tanto contaminación de este género.

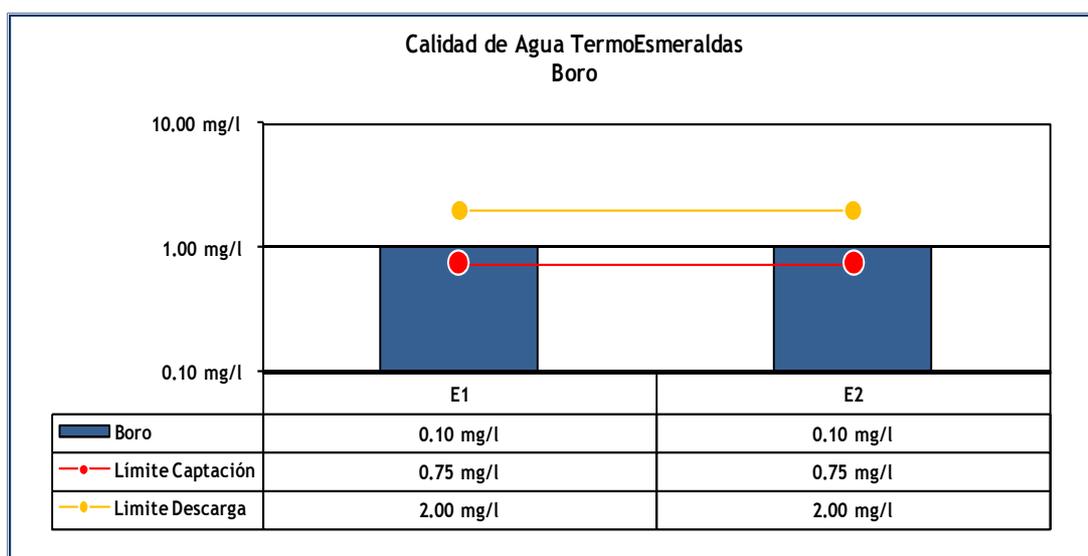


Figura 25. *Calidad de Agua: Boro*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.17. Cadmio

Se puede observar que los valores de cadmio se encuentran en rangos de <0,02 mg/l., por debajo de lo que establece la norma.

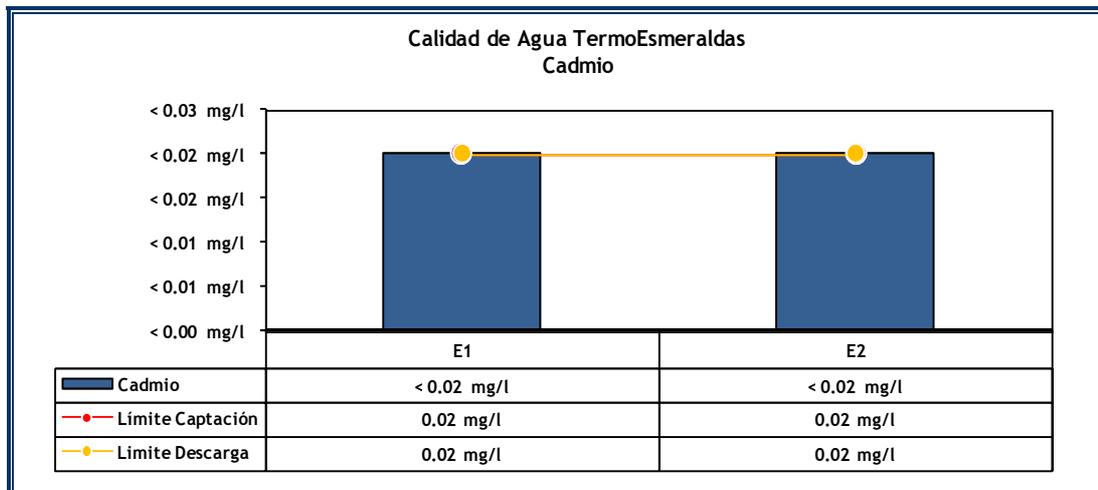


Figura 26. *Calidad de Agua: Cadmio*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.18. Cobre

El Cobre se presenta naturalmente en el ambiente, pudiendo extenderse a través de fenómenos naturales. Este metal es necesario para el organismo de los seres humanos, pero su exceso en la ingesta diaria puede propiciar efectos adversos sobre la salud. Generalmente, la ocurrencia de cobre en los vectores hídricos es a través de esorrentías agrícolas.

Se aprecia, que la concentración de cobre en los efluentes de Termo Esmeraldas es inferior a los límites establecidos para calidad de efluentes.

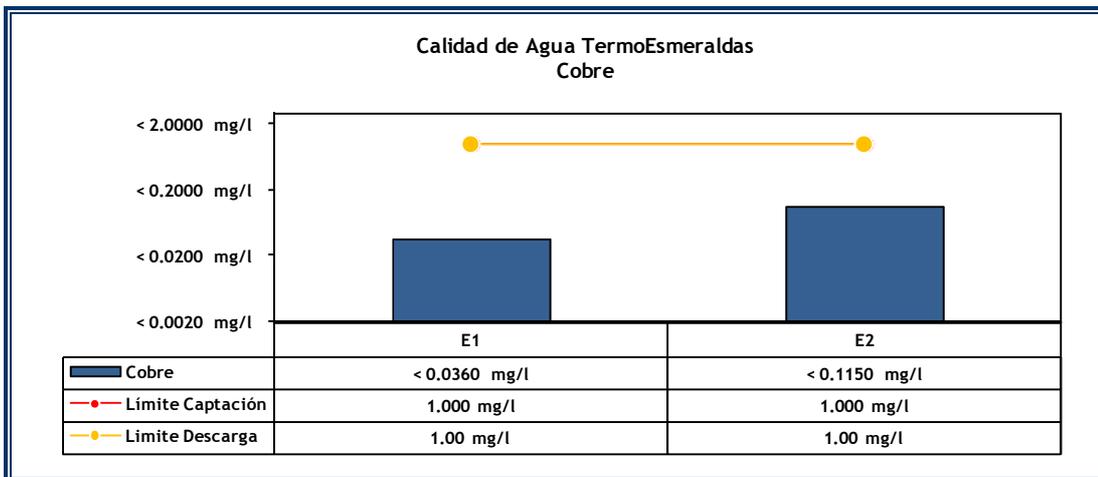


Figura 27. *Calidad de Agua: Cobre*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.19. Cobalto

En la zona de estudio, la concentración de cobalto en aguas del Río Teaone y en los efluentes de Termo Esmeraldas, está por debajo de los límites permisibles, no existiendo, por lo tanto, problemas de contaminación por este metal.

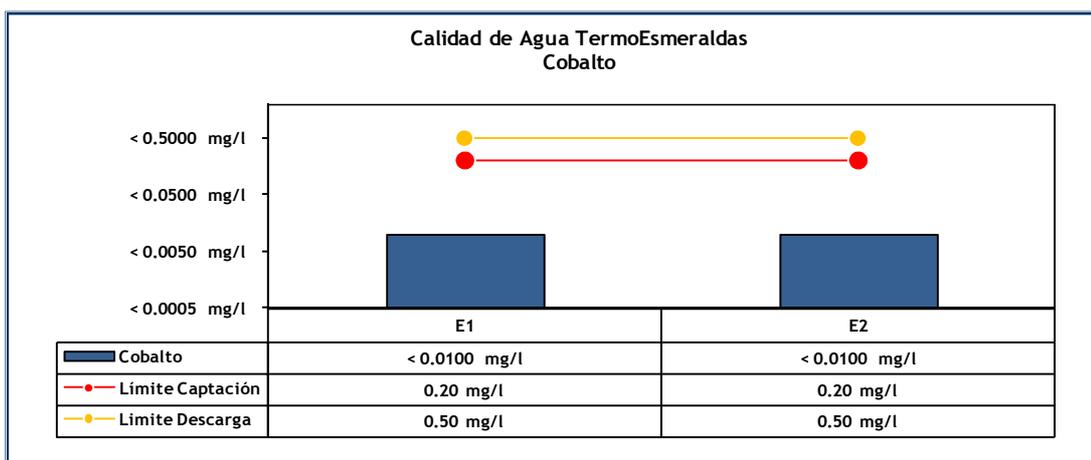


Figura 28. *Calidad de Agua: Cobalto*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.20. Estaño

En la zona de estudio, la concentración de estaño en aguas del Río Teaone y en los efluentes de Termo Esmeraldas, está por debajo de los límites permisibles, no existiendo, por lo tanto, problemas de contaminación por este metal.

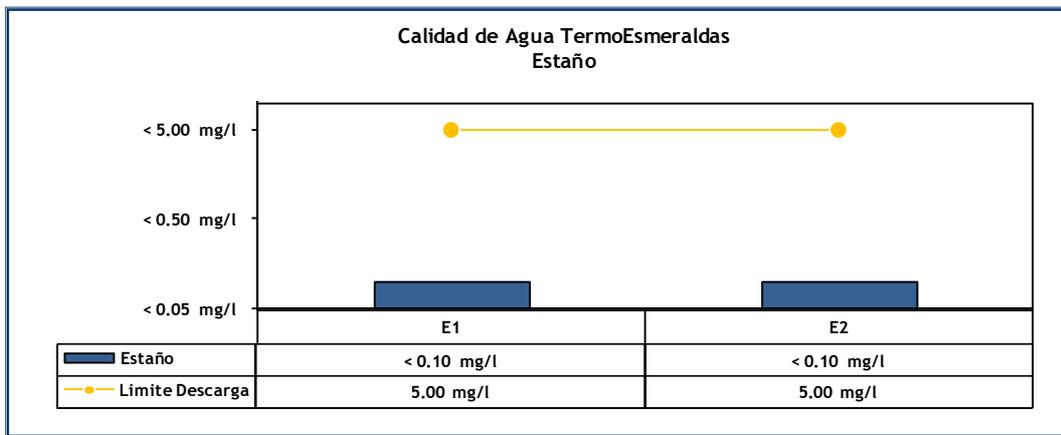


Figura 29. *Calidad de Agua: Estaño*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.21. Hierro Total

Del mismo modo el hierro se encuentra con concentraciones por debajo de los 0,1 mg/l, muy por debajo de los límites permisibles.

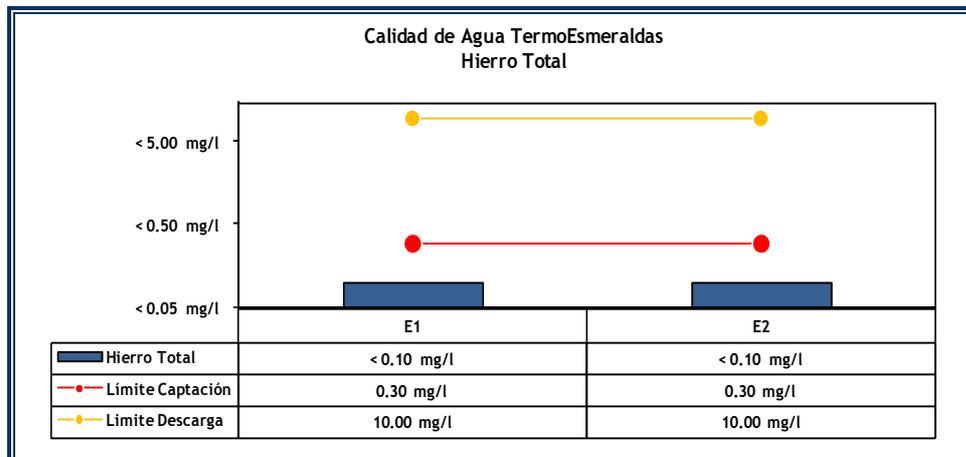


Figura 30. *Calidad de Agua: Hierro Total*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.22. Manganeso Total

El manganeso es un elemento natural, inodoro e insípido, no es tóxico en cantidades adecuadas, mas bien, es un elemento esencial para la salud, sin embargo cantidades excesivas puede causar problemas en la salud del ser humano. Los resultados de los análisis se pueden ver a continuación.

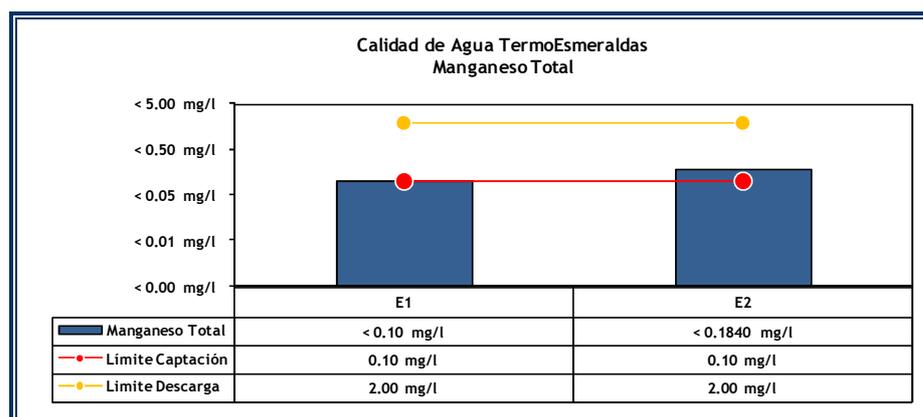


Figura 31. *Calidad de Agua: Manganeso Total*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.23. Mercurio Total

Los valores de Mercurio total, 0,0001 mg/l se encuentran muy por debajo de los límites permisibles en captación y descarga.

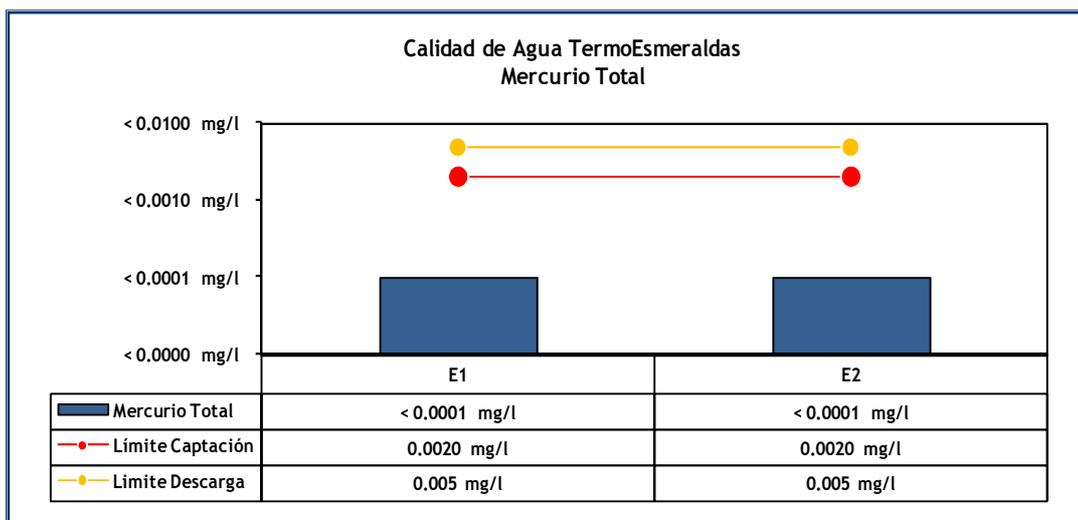


Figura 32. *Calidad de Agua: Mercurio Total*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.24. Níquel

El níquel es un metal que existe en la naturaleza en importantes cantidades, presentándose también, naturalmente, en pequeñas cantidades en el agua de mar, en el petróleo y en el carbón. En pequeñas cantidades es inocuo e incluso beneficioso para la salud del ser humano, pero si se aumenta la ingesta de este metal, puede transformarse en perjudicial para la salud. Las concentraciones de níquel tanto en aguas del río como en los efluentes de Termo Esmeraldas están por debajo de los límites permisibles, por lo tanto no hay evidencia de contaminación actual.

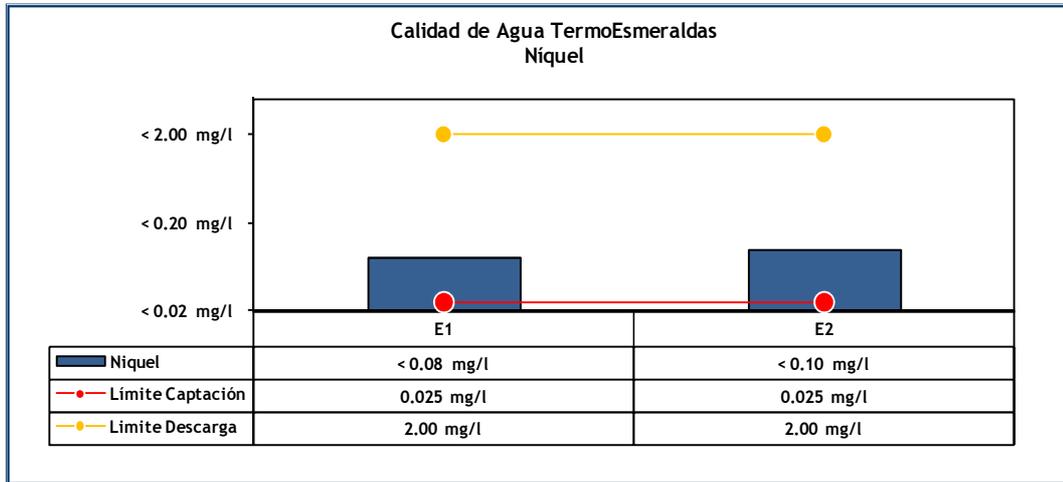


Figura 33. *Calidad de Agua: Níquel*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.25. Zinc

Los valores de Zinc 0,01 mg/l se encuentran muy por debajo de los límites permisibles en captación y descarga.

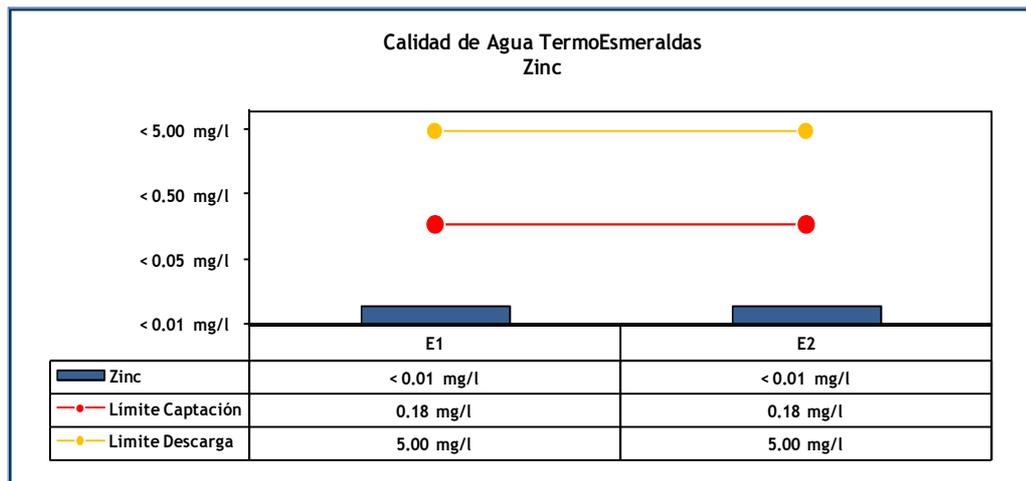


Figura 34. *Calidad de Agua: Zinc*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.26. Plomo

El plomo es un elemento, que en su forma soluble es tóxico y perjudicial para la salud de los, organismos incluido el hombre. Este metal existe en forma natural y además es introducido al ambiente y a la biota a través de distintos vectores y diferentes actividades antropogénicas. No se observa contaminación por plomo en las muestras de agua analizadas del Río Teaone.

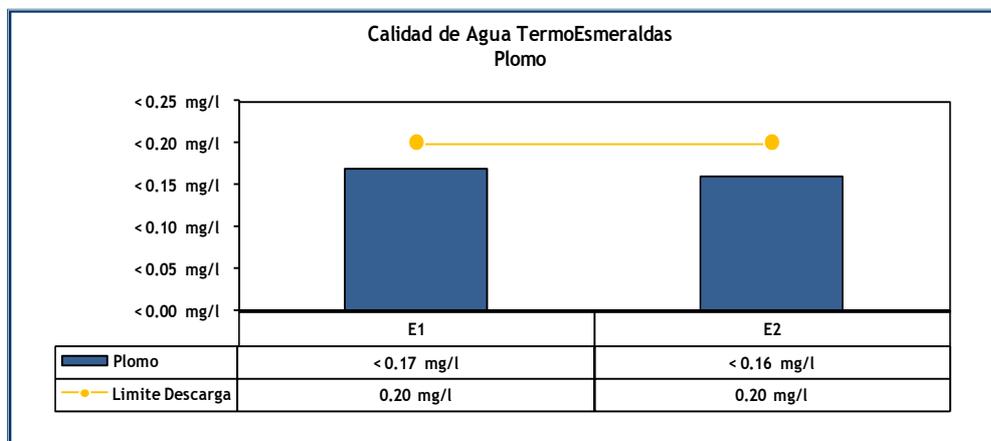


Figura 35. Calidad de Agua: Plomo

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.27. Selenio

Los valores de Selenio <math>< 0,01</math> mg/l se encuentran muy por debajo de los límites permisibles en descarga, pero si los comparamos con los límites permisibles para agua dulces se encuentra a filo de norma.

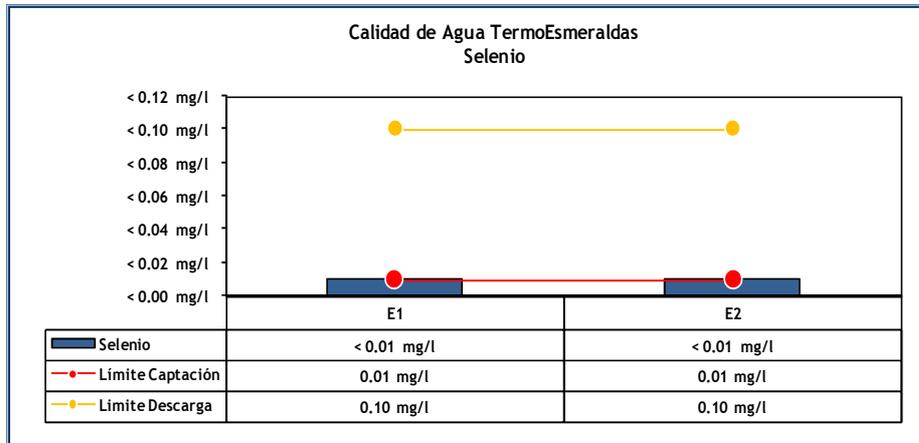


Figura 36. *Calidad de Agua: Selenio*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.28. Vanadio

El vanadio es uno de los constituyentes naturales de la corteza terrestre. Es emitido por erupciones volcánicas e introducido al ambiente y por actividades antropogénicas. Los resultados de los análisis de las descargas se encuentran por debajo de norma.

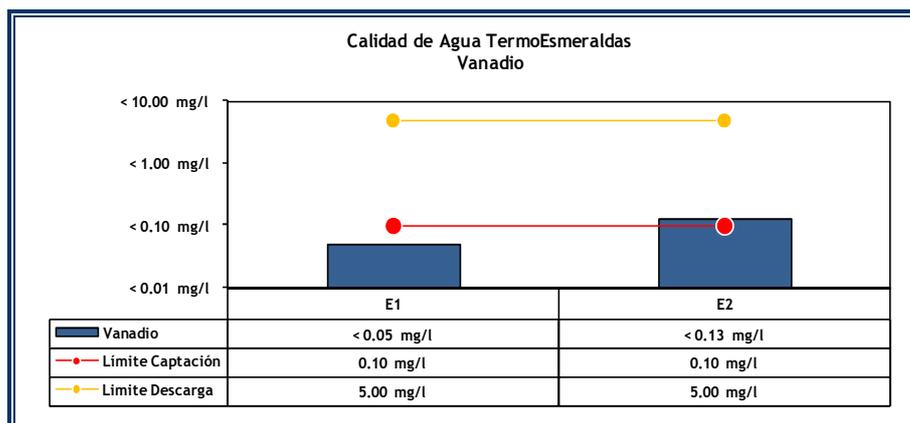


Figura 37. *Calidad de Agua: Vanadio*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.29. Hidrocarburos del petróleo

La determinación de T.P.H. es de suma importancia en aguas residuales y naturales por su efecto de disminuir el contenido de oxígeno en el agua. Asimismo disminuyen la tensión superficial del agua, por lo que se afecta a los ecosistemas. En lo que respecta al Río Teaone, sus aguas no presentan problemas de contaminación por hidrocarburos del petróleo, ya que las concentraciones determinadas están muy por debajo del límite permisible, presentando similar condición los efluentes de Termoesmeraldas.

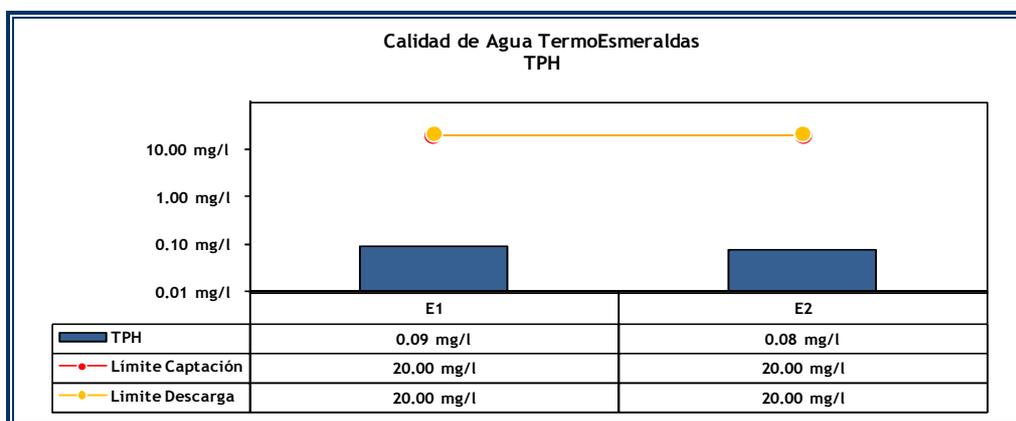


Figura 38. Calidad de Agua: TPH

Fuente: SAMBITO, 2009

3.1.3.30. Sustancias Solubles en Hexano

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual. Las concentraciones detectadas en las muestras analizadas, están por debajo de los límites permisibles, tanto en aguas del Río Teaone como en los efluentes de Termo Esmeraldas.

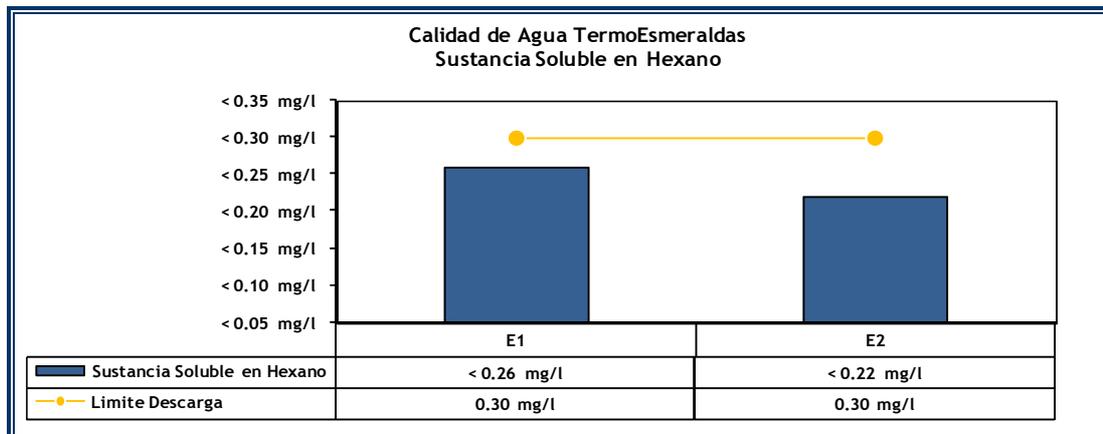


Figura 39. *Calidad de Agua: Sustancias Solubles en Hexano*

Fuente: SAMBITO, 2009

3.2. CALIDAD DE AIRE

3.2.1. Condiciones Atmosféricas de Esmeraldas

La facilidad en la dispersión de los contaminantes atmosféricos depende de varios parámetros meteorológicos y climáticos, por lo que es necesario estudiar estos parámetros como parte de la caracterización de la calidad del aire; se ha procesado la información horaria de velocidad y dirección del viento, así como la dirección horaria de nubosidad. Se buscaron los valores de frecuencia en dirección y velocidad del viento, para determinar la dirección predominante de los gases de combustión.

En la Tabla 9 se muestra los valores de frecuencia de ocurrencia (en fracciones horarias) y velocidad de viento, por rangos de velocidad.

Tabla 9. *Distribución de la dirección del viento para el año 2007*

	0-2		> 2 a < 4		>4 a < 6		>6	
	Hora	%	Hora	%	Hora	%	Hora	%
N	36	0.41	59	0.67	8	0.09	0	0.00

	0-2		> 2 a < 4		>4 a < 6		>6	
NNE	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
NE	2	0.02	2	0.02	1	0.01	0	0.00
ENE	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
E	4	0.05	16	0.18	0	0.00	0	0.00
ESE	4	0.05	1	0.01	0	0.00	0	0.00
SE	3	0.03	4	0.05	0	0.00	0	0.00
SSE	82	0.94	48	0.55	20	0.23	0	0.00
S	323	3.69	461	5.26	82	0.94	2	0.02
SSW	148	1.69	671	7.66	291	3.32	33	0.38
SW	42	0.48	420	4.79	292	3.33	25	0.29
WSW	126	1.44	297	3.39	136	1.55	4	0.05
W	157	1.79	612	6.99	499	5.70	107	1.22
WNW	131	1.50	342	3.90	265	3.03	83	0.95
NW	61	0.70	116	1.32	55	0.63	13	0.15
NNW	47	0.54	70	0.80	32	0.37	4	0.05
Total general	1166	13.31	3119	35.61	1681	19.19	271	3.09
Calma	2523	28.80						

Fuente: SAMBITO, 2009

Los resultados de la tabla anterior se presentan también las gráficas siguientes, donde se aprecia que los vientos predominantes en la ciudad de Esmeraldas vienen del oeste.

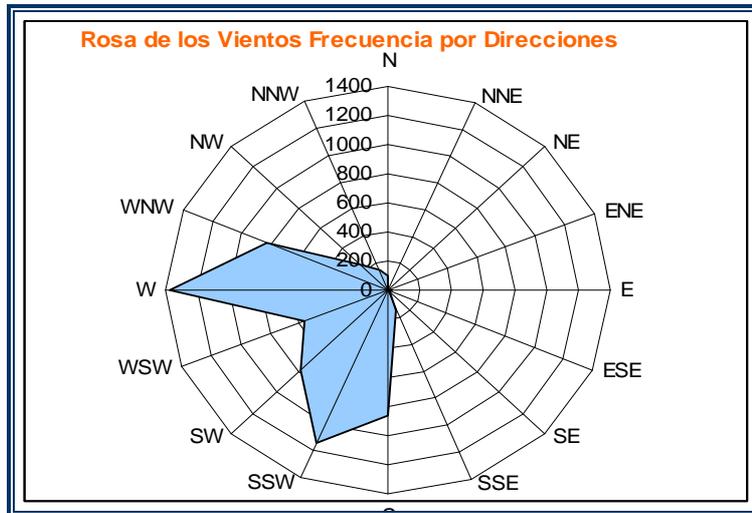


Figura 40. Frecuencia de velocidades de viento
Fuente: SAMBITO, 2009

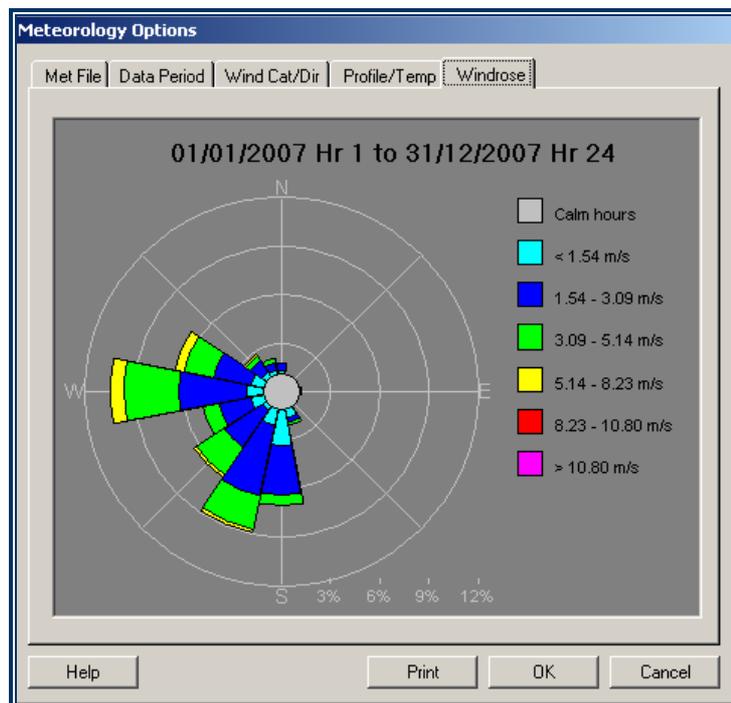


Figura 41. Frecuencia de velocidades de viento generado en el programa Breeze
Fuente: SAMBITO, 2009

En base a los resultados anteriores y usando el criterio de Pasquill-Gifford se genera la tabla que presenta los índices que permiten la distribución de las horas de viento registradas por cada dirección para las condiciones específicas de velocidad del viento y estabilidad atmosférica.

Al combinar las tablas anteriores, se obtiene una tabla resumen que contiene las condiciones atmosféricas por dirección de viento y rango de velocidad, de la cual al realizar la suma de cada una de las condiciones de estabilidad, se obtiene la Tabla y la correspondiente Grafica en el cual se puede observar la frecuencia de la ocurrencia de las distintas condiciones de estabilidad atmosférica.

Tabla 10. *Porcentaje de ocurrencia de las condiciones de estabilidad atmosférica*

Estabilidad	Horas	%	Característica
B	2683	30.63	inestable
C	1863	21.27	ligeramente inestable
D	1746	19.93	neutra
E	765	8.73	ligeramente estable
F	1703	19.44	estable

Fuente: SAMBITO, 2009

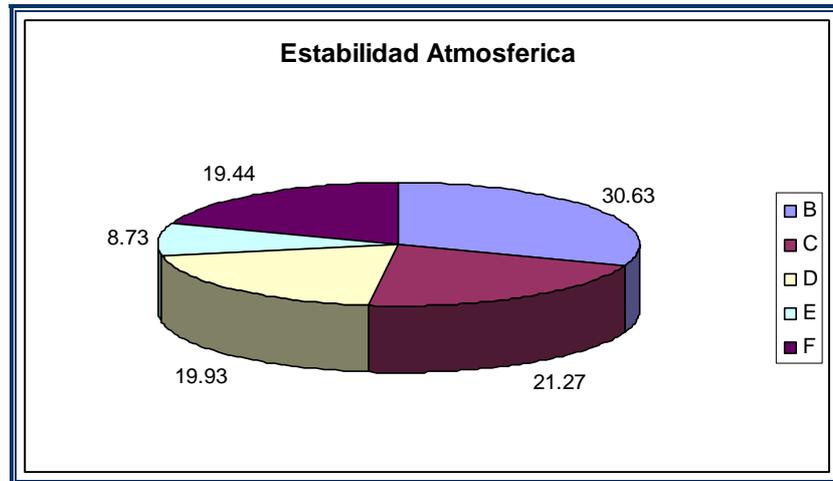


Figura 42. Frecuencia de Ocurrencia de Condiciones de Estabilidad Atmosférica

Fuente: SAMBITO, 2009

3.2.2. Estaciones de Muestreo Calidad de Aire Ambiente

Se realizaron mediciones en 9 estaciones ya definidas dentro de la zona de ubicación del proyecto siguiendo lo dispuesto por la norma vigente en el Texto Unificado, Anexo 4 del Libro VI.

Tabla 11. Coordenadas Estaciones Calidad de Aire Ambiente

Estación	Lugar	Este	Norte
E-1	Chimenea de Combustión	646.132	10'102.463
E-2	Esquina Norte Tanque Fuel Oil	645.832	10'102.459
E-3	Esquina Sur Tanque Fuel Oil	645.863	10'102.345
E-4	Río Teaone	645.921	10'102.286
E-5	Subestación Eléctrica	646.259	10'102.355
E-6	Bosque	656285	10'102.244
E-7	Calle Frente a Torres de enfriamiento	645.939	10'102.510
E-8	Calle extremo este	645.573	10'102.422
E-9	Calle extremo oeste	646.453	10'102.626

Fuente: SAMBITO, 2009

3.2.2.1. Parámetros Medidos

Los parámetros medidos en cada una de las 9 estaciones fueron:

- Temperatura
- Monóxido de Carbono (CO).
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Óxido de Nitrógeno (NO_x)
- Material Particulado menor a 10 micrones (PM₁₀)



Figura 43. *Mediciones de Calidad de Aire en la Planta Termoeléctrica.*

3.2.2.2. Equipo utilizado

Para realizar las mediciones en el campo se utilizó un equipo marca EPA 2001 Analizador Portátil de Calidad de Aire con las siguientes características técnicas:

Tabla 12. Especificaciones del equipo EPA 2001

Rangos de medición:	0 a 400 ppm de CO 0 a 4 ppm de SO₂ 0 a 4 ppm de O₃ 0 a 4 ppm de NO₂ 0 a 400 ppm de HC 0 a 4 mg/m³ de partículas respirables (PM₁₀) 30 a 125 dB(A) - Ruido (Tiempo integración: Lento) 0 50 °C de temperatura
Precisión:	2 %
Resolución:	0,1 ppm de Co 0,001 ppm de SO ₂ 0,001 ppm de O ₃ 0,001 ppm de NO ₂ 0,1 ppm de HC 0,001 mg/m ³ de partículas respirables (PM ₁₀) 0,1 dB 0,1 °C
Transductores:	Sensores de gas electroquímicos
Sensor de Partículas:	Dispersión de luz por emisor láserico y fotodetector PIN
Sensor de ruido:	Micrófono a capacitor ½ pulgada
Tiempo de respuesta:	Inferior a 35 segundos para el 90% de la lectura
Display:	Digital de 4 líneas a 20 caracteres con Back Light
Memoria:	4096 mediciones de todos los parámetros
Alarmas:	1 por canal de medición – Acústica
Salidas a PC:	Conexión directa vía RS 232
Dimensiones:	275 mm x 250 mm x 100 mm
Peso:	2,5 Kg.
Gabinete:	Plástico reforzado con frente de policarbonato
Alimentación:	Baterías recargables de Ni-Cd
Autonomía:	8 horas

FUENTE: International XILIX SA



Figura 44. Equipo electrónico EPA 2001

3.2.2.3. Resultados

Los resultados promedios (270 registros) obtenidos en cada estación para cada parámetro medido se los presenta a continuación.

Temperatura

Los valores de temperatura se encuentran entre los 39.9°C y los 30.4°C. El valor promedio de temperatura es de 36.12°C.

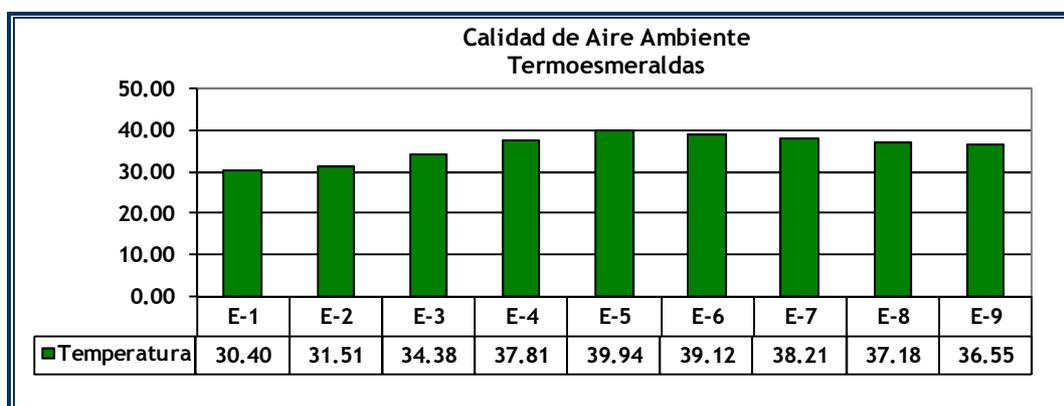


Figura 45. *Calidad de Aire Ambiente: Temperatura*

Fuente: SAMBITO, 2009

Monóxido de Carbono

El valor máximo encontrado es de 3.037,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación E-5 que corresponde al Área de influencia que tiene la planta Termoeléctrica; es importante indicar que la concentración máxima permitida por la norma es de 40.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que demuestra que los valores encontrados están bajo el límite permitido.

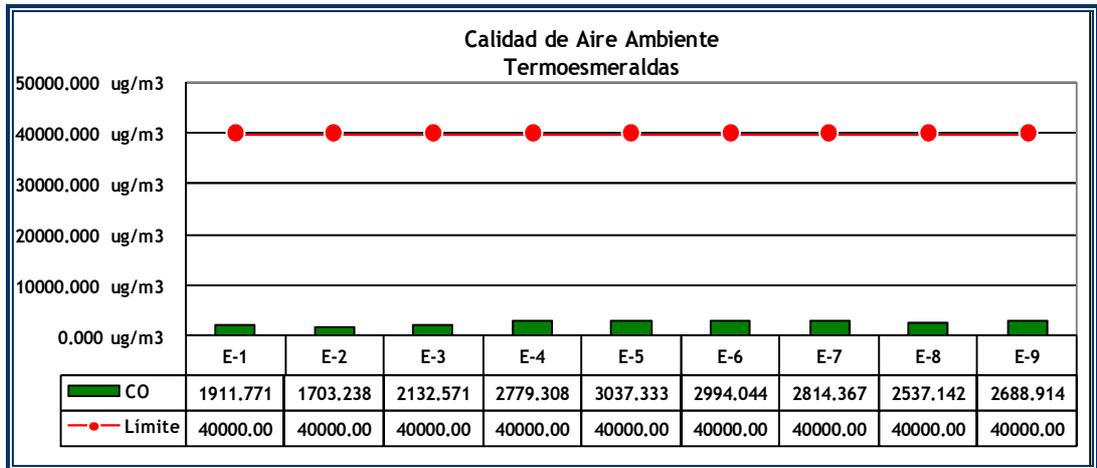


Figura 46. Calidad de Aire Ambiente: CO

Fuente: SAMBITO, 2009

Dióxido de Azufre

El valor máximo encontrado es de 497,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación E-5, sin embargo es importante mencionar que muchos de los valores registrados se encuentran muy elevados; la concentración máxima permitida por la norma es de 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que demuestra que algunos puntos del muestreo los valores encontrados se encuentran por encima el límite permitido.

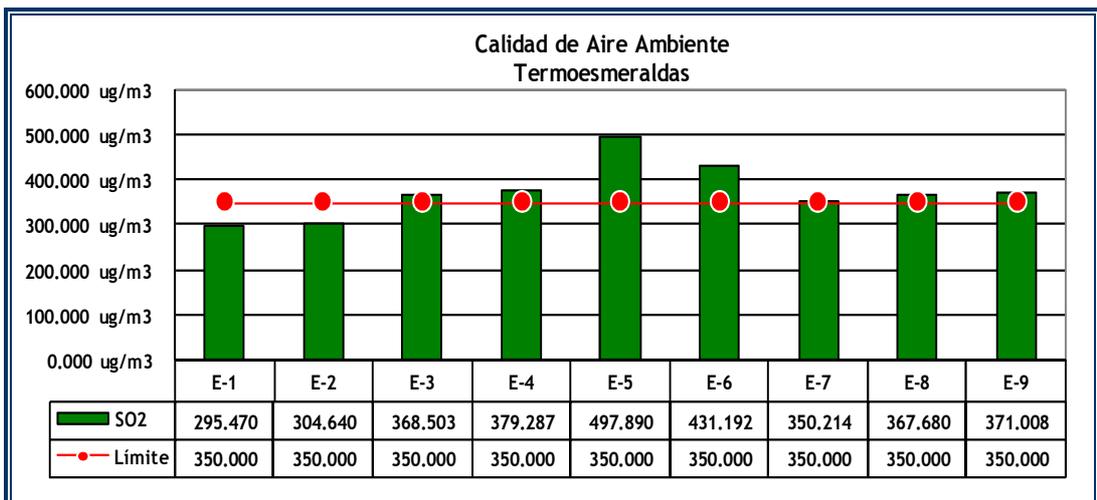


Figura 47. Calidad de Aire Ambiente: SO₂

Fuente: SAMBITO, 2009

Óxido de Nitrógeno (NO_x)

El valor máximo encontrado es de 155,63 µg/m³ en el área de influencia de la Termoeléctrica, la concentración máxima permitida por la norma es de 150 µg/m³, lo que demuestra que existe un valor que excede ligeramente los valores de límite permitido.

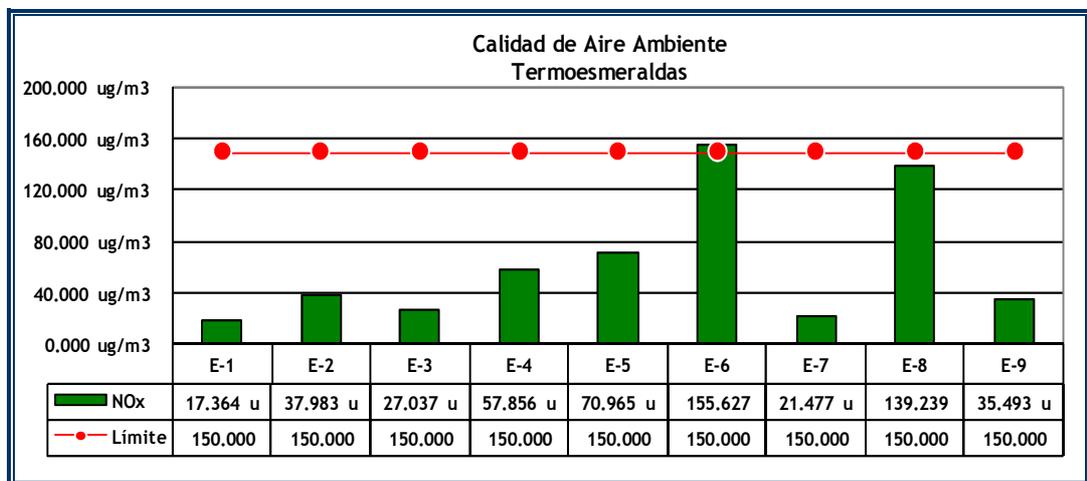


Figura 48. *Calidad de Aire Ambiente: NO_x*

Fuente: SAMBITO, 2009

Ozono

El máximo valor encontrado fue de 143.15 µg/m³ por lo que se encuentra por debajo del límite permisible que es de 160 µg/m³.

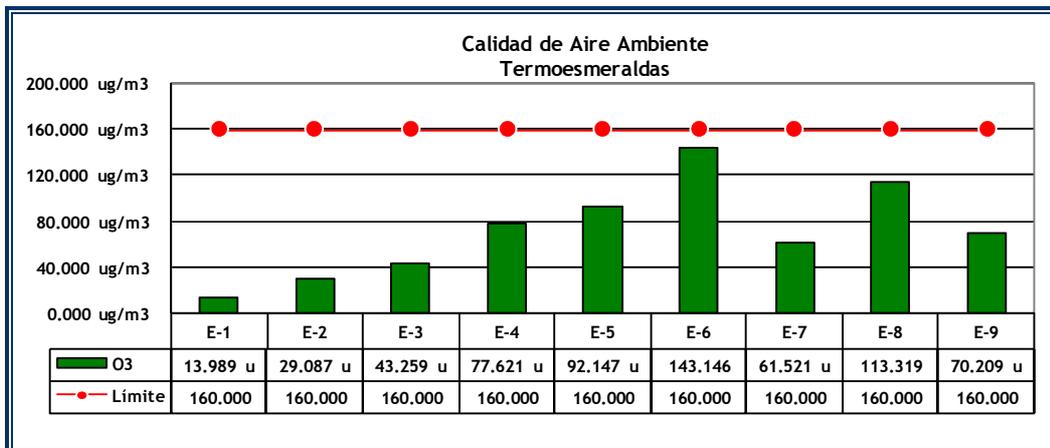


Figura 49. Calidad de Aire Ambiente: Ozono

Fuente: SAMBITO, 2009

Material Particulado PM_{10}

El valor máximo encontrado es de 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la concentración máxima permitida por la norma es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que demuestra que los valores encontrados están bajo el límite permitido.

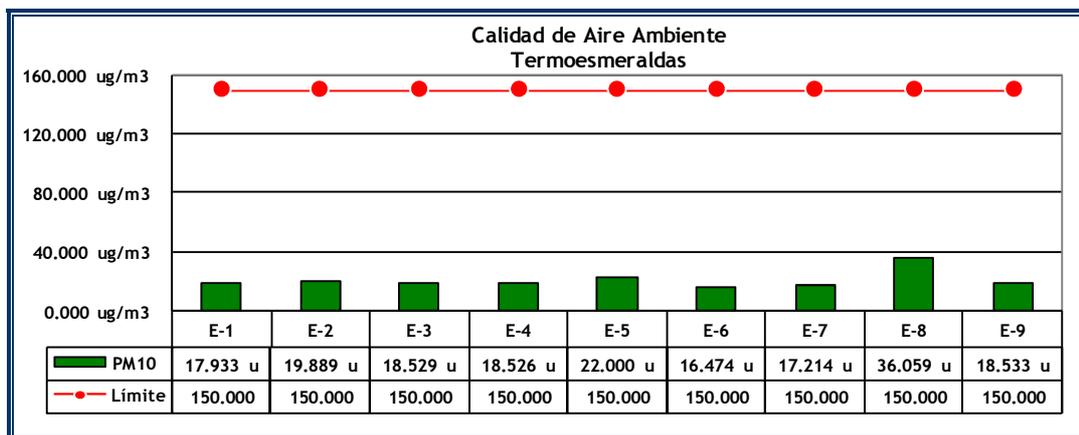


Figura 50. Calidad de Aire Ambiente: PM_{10}

Fuente: SAMBITO, 2009

3.3. NIVEL DE RUIDO

En la determinación del nivel de ruido en el sitio de implantación de la central se realizaron mediciones en las mismas estaciones hechas para calidad del aire.

3.3.1. Nivel de Ruido TERMOESMERALDAS

Las estaciones para el muestreo del nivel de ruido se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. *Coordenadas Estaciones Nivel de Presión Sonora en Termoesmeraldas*

Estación	Lugar	Este	Norte
E-1	Chimenea de Combustión	646.132	10'102.463
E-2	Esquina Norte Tanque Fuel Oil	645.832	10'102.459
E-3	Esquina Sur Tanque Fuel Oil	645.863	10'102.345
E-4	Río Teaone	645.921	10'102.286
E-5	Sub Estación Eléctrica	646.259	10'102.355
E-6	Bosque	656285	10'102.244
E-7	Calle Frente a Torres de enfriamiento	645.939	10'102.510
E-8	Calle extreme este	645.573	10'102.422
E-9	Calle extreme oeste	646.453	10'102.626

Fuente: SAMBITO, 2009

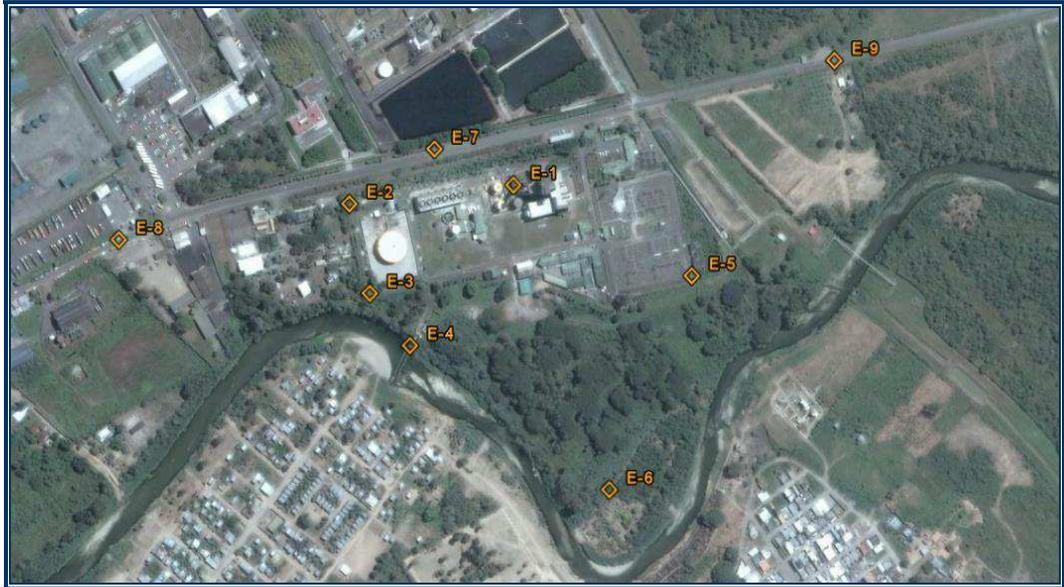


Figura 51. Estaciones Definidas para Nivel de Presión Sonora

Fuente: SAMBITO, 2009

En el Anexo 5, Libro VI del TULAS, la legislación ecuatoriana prevé que los límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas según el uso del suelo son los siguientes:

Tabla 14. Niveles Máximos de Ruido Permisibles Según Uso del Suelo

Tipo de zona según uso de suelo	Nivel de presión sonora equivalente NPS eq [dB(A)]		Banco Mundial ⁷⁸	
	06:00 a 20:00	20:00 a 06:00	07:00-22:00	22:00 – 07:00
Zona Hospitalaria y Educativa	45	35	55	45
Zona Residencial	50	40	55	45
Zona Residencial Mixta	55	45	55	45
Zona Comercial	60	50	70	70
Zona Comercial Mixta	65	55	70	70

⁷ Las normas generales ambientales del Banco Mundial, no consideran áreas mixtas, por lo que se ha interpretado estas áreas por su origen, es decir, residencial mixta como residencial y comercial mixta como comercial.

⁸ Se ha incluido los valores del Banco Mundial con el objetivo de comparación.

Tipo de zona según uso de suelo	Nivel de presión sonora equivalente NPS eq [dB(A)]		Banco Mundial ⁷⁸	
Zona Industrial	70	65	70	70

Fuente: SAMBITO, 2009



Figura 52. *Medición de Calidad de Aire Ambiente y Nivel de Presión Sonora*

Se presentan a continuación los promedios de los niveles de presión sonora equivalentes correspondientes a las estaciones en **TERMOESMERALDAS**, de cada estación comparados con el límite máximo permisible de la norma, que para zonas industriales, es de 70 dB (A).

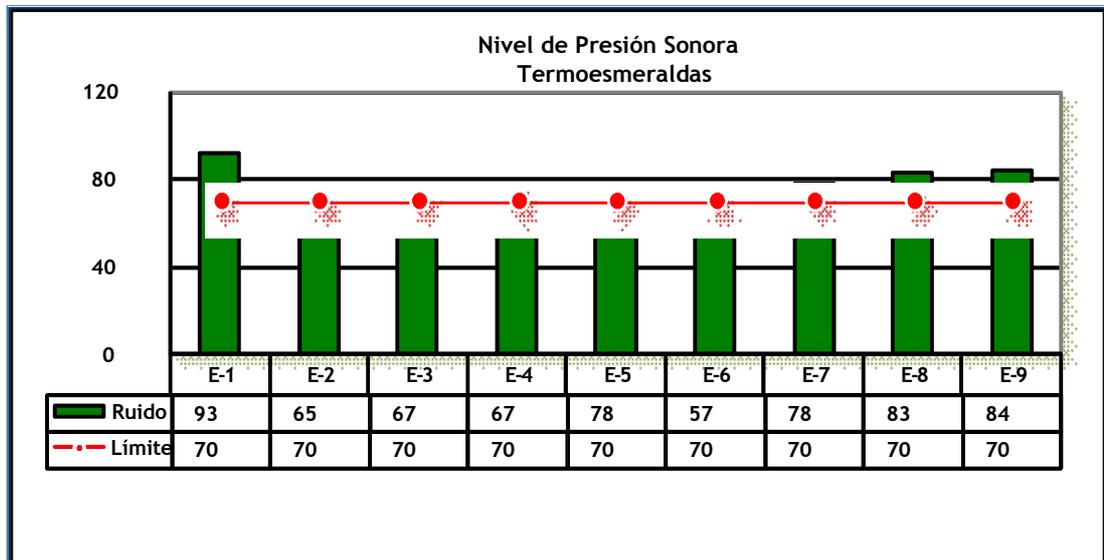


Figura 53. *Nivel de Presión Sonora Equivalente*

Fuente: SAMBITO, 2009

Los valores obtenidos en las estaciones E-1, E-5, E-7, E-8 y E-9 presentan valores por encima del valor máximo permitido por la norma.



Figura 54. *Central Termoesmeraldas*

3.4. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

3.4.1. Seguimiento al Plan de Manejo 2011

3.4.1.1. Sistema de Aguas Industriales

Las descargas de aguas de tipo industrial generadas en las instalaciones de la central provienen del sistema de enfriamiento, aguas de lavado del CAR (durante actividades de mantenimiento mayor) y mantenimiento de caldero, piscina de neutralización y aguas residuales de laboratorio de control químico. Previo a su descarga en la piscina provisional de la central, estas aguas de carácter residual son sometidas a un tratamiento, cuyos lodos generados son evacuados hacia la piscina de secado.

Las aguas residuales son periódicamente monitoreadas previo a su descarga, de acuerdo a los requerimientos de la autoridad ambiental competente, estos monitoreos son ejecutados por la empresa Chemeng Cía. Ltda., contratista de CELEC EP TERMOESMERALDAS.

Se tiene registros de monitoreos de efluentes industriales realizados, se procedió a la toma y análisis de los siguientes efluentes en varios periodos durante el año 2011:

- Agua de captación (bocatoma)
- Agua a la salida del río Teaone
- Agua a 50 m de descarga

Durante este mismo periodo se realizo el muestreo de seis puntos adicionales para el análisis de los siguientes efluentes:

- Agua de purga de la piscina provisional
- Agua de purga de la torre de enfriamiento
- Agua de purga del clarificador
- Agua de purga de piscina de neutralización
- Agua de purga de caldera
- Agua de purga de tanque de lavado CAR

3.4.1.1.1. Análisis de los Resultados

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los monitoreos de los efluentes generados durante actividades de mantenimiento efectuados durante el año 2011, realizando la respectiva comparación de los resultados con los límites máximos permisibles establecidos en la legislación ambiental aplicable y de calidad de agua.

Tabla 15. Resultados de Monitoreo de Efluentes Junio 2011

<i>PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE[^]</i>	<i>PURGA PISCINA PROVISIONAL</i>	<i>PURGA TORRE DE ENFRIAMIENTO</i>	<i>PURGA DEL CLARIFICADOR</i>	<i>PURGA PISCINA DE NEUTRALIZACIÓN</i>	<i>PURGA DE CALDERO</i>	<i>PURGA DE LAVADO CAR</i>
<i>Temperatura*</i>	<i>°C</i>	35	29,1	33,4	28,2	28,6	>60	>60
<i>pH*</i>	---	6,5 - 9	9,29	8,54	7,64	4,25	7,20	8,78
<i>Conductividad Eléctrica*</i>	<i>μS/cm</i>	ND	5180	2460	738	3490	17,6	8,2
<i>Cloro Activo</i>	<i>mg/l</i>	0,5	<0,05	0,06	0,07	0,05	<0,05	<0,05
<i>Aceites y Grasas</i>	<i>mg/l</i>	0,3	<5	<5	< 5	<5	<5	<5
<i>Hidrocarburos Totales</i>	<i>mg/l</i>	20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
<i>Sólidos Suspendidos Totales</i>	<i>mg/l</i>	100	37	9	6	5	4	<2
<i>Sólidos totales</i>	<i>mg/l</i>	1600	4210	2184	538	2804	38	<20
<i>DQO</i>	<i>mg/l</i>	250	<30	30	<30	<30	<30	<30

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE[^]	PURGA PISCINA PROVISIONAL	PURGA TORRE DE ENFRIAMIENTO	PURGA DEL CLARIFICADOR	PURGA PISCINA DE NEUTRALIZACIÓN	PURGA DE CALDERO	PURGA DE LAVADO CAR
<i>DBO₅</i>	<i>mg/l</i>	100	<3	3,4	<3	<3	<3	3,5
<i>Sulfuros</i>	<i>mg/l</i>	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<i>Cobre</i>	<i>mg/l</i>	1	<0,02	<0,02	<0,02	0,028	<0,02	<0,02
<i>Cromo hexavalente</i>	<i>mg/l</i>	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<i>Hierro Total</i>	<i>mg/l</i>	10	0,835	0,195	0,266	1,22	0,133	0,09
<i>Plomo</i>	<i>mg/l</i>	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<i>Zinc</i>	<i>mg/l</i>	5	0,26	0,011	<0,010	0,371	0,015	<0,010

Notas. ND: No Definido

[^]Tabla 2: Límites Máximos Permisibles de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce desde Centrales Termoeléctricas. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1A. R.O. 41, Marzo 14, 2007.

*: Parámetros analizados in – situ.

Fuentes: Informes de Caracterización de Descargas Líquidas, CHEM –I (07)-11-117, Junio 2011.

Elaboración: 2012.

De los resultados obtenidos en la Tabla 15, se verifica que los valores obtenidos para los efluentes de la Piscina Provisional, Torre de Enfriamiento, Clarificador y Piscina de neutralización, cumplen con los límites máximos permisibles para los parámetros Conductividad eléctrica, Temperatura, Cloro Activo, TPH's, Sólidos Suspendidos Totales, DBO, DQO, Sulfuros, Cobre, Cromo Hexavalente, Hierro Total, Plomo y Zinc.

La muestra, purga de la piscina provisional presenta un pH ligeramente fuera del rango establecido (9,29), en tanto que para la muestra purga piscina de neutralización se reporta un pH con un valor de 4,25, encontrándose el límite permisible entre 6,5 y 9, se debe aclarar que la toma de muestra de estos efluentes se la realiza a la salida de cada sistema, previo a su descarga, estos efluentes se mezclan con las aguas lluvias o con otros efluentes al interior de la central, por lo que al ser descargados cumplen con los valores máximos permitidos, como se puede verificar en la Tabla 15.

Las muestras colectadas en: piscina provisional, purga torre de enfriamiento y piscina de neutralización, presentan valores que superan el límite máximo permitido para sólidos totales. Para el caso de los efluentes de purga de caldero y purga de lavado se verifica que la temperatura se encuentra fuera del rango permitido, así, se verifica que la normativa estable un máximo de 35°C, mientras que las muestras presentan un valor mayor a 60°C.

Adicionalmente CELEC EP TERMOESMERALDAS realizó el monitoreo de los efluente durante el periodo de mantenimiento de la central en el mes de agosto de 2011, como se resume en la siguiente tabla.

Tabla 16. Resultados de Monitoreo de Efluentes Período de Mantenimiento
Agosto 2011

PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE [^]	AGUA LAVADO DEL CAR	AGUA TRATADA LAVADO DEL CAR	AGUA LAVADO CALDERA	AGUA TRATADA LAVADO CALDERA
Temperatura*	°C	35	28	28	28	28
pH*	---	6,5 - 9	3,53	7,10	1,82	7,75
Conductividad Eléctrica*	μS/cm	ND	9818	1158	13290	3
Cloro Activo	mg/l	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Aceites y Grasas	mg/l	0,3	48	<5	8	<5
Hidrocarburos Totales	mg/l	20	0,9	<0,2	<0,2	<0,2
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	100	4565	3	696	2
Sólidos totales	mg/l	1600	12451	848	12110	848
DQO	mg/l	250	2223	<30	<30	<30
DBO ₅	mg/l	100	4,9	<3	<3	3
Sulfuros	mg/l	0,5	0,566	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre	mg/l	1	5,98	<0,02	4,59	<0,020
Cromo hexavalente	mg/l	0,5	<0,050	<0,05	<0,05	<0,05
Hierro Total	mg/l	10	1845	0,981	1263	0,315
Plomo	mg/l	0,2	<0,05	<0,05	0,314	<0,05
Zinc	mg/l	5	6,13	0,01	18,7	0,012

Notas.* Parámetros analizados in – situ.

Tabla 2: Límites Máximos Permisibles de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce desde Centrales Termoeléctricas. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1A. R.O. 41, Marzo 14, 2007.

Fuentes: Informes de Caracterización de Descargas Líquidas, CHEM –I (08)-11-117, Agosto 2011.

Elaboración: 2012.

De la comparación de los resultados del muestreo efectuado durante el mantenimiento de la central (agosto 2011), se verifica que el efluente del agua lavado del CAR incumple con los límites máximos permisibles para los parámetros Aceites y Grasas, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, DQO, Sulfuros, Cobre, Hierro Total y Zinc; en el caso del parámetro pH se reporta un valor de 3,53, encontrándose el límite permisible entre 6,5 y 9, sin embargo, cabe aclarar que estos efluentes previamente a su descarga en la piscina provisional son tratados, donde se regula su pH, obteniéndose un efluente de 7,10 y se regularizan las concentraciones de los parámetros Conductividad Eléctrica, TPH's, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, DQO, DBO, Sulfuros, Cobre, Hierro Total y Zinc, cumpliendo así con los valores normados. En cuanto al parámetro aceites y grasas si bien se registra un descenso en su concentración luego del tratamiento del efluente de Lavado del CAR, este continúa excediendo el límite permisible establecido por la normativa.

Para el caso del efluente Agua Lavado Caldera, se verifica un incremento con respecto a la norma para los parámetros pH, Conductividad Eléctrica, Aceites y Grasas, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Totales, Cobre, Hierro Total y Zinc. En los resultados obtenidos para el agua tratada del lavado de la caldera se verifica un descenso en la concentración de los parámetros mencionados en el punto anterior y su cumplimiento con la normativa, a excepción del parámetro aceites y grasas que registra un valor de <5 mg/l , siendo el límite establecido 0,3 mg/l.

La siguiente Tabla 17, se efectúa una comparación con la normativa de los resultados de los monitoreos a la descarga hacia el río Teaone, efectuados durante el año 2011 en los meses de junio, octubre y diciembre.

Tabla 17. Resultados de Monitoreo de Efluentes – Descargas al río Teaone

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE [^]	AGUA A LA SALIDA HACIA RÍO TEAONE JUNIO 2011	AGUA A LA SALIDA HACIA RÍO TEAONE OCTUBRE 2011	AGUA A LA SALIDA HACIA RÍO TEAONE DICIEMBRE 2011
Temperatura*	°C	35	33,4	30,2	31
pH*	---	5 - 9	7,48	7,94	8,05
Conductividad Eléctrica*	μS/cm	ND	1630	401,21	1076
Cloro Activo	mg/l	0,5	<0,05	0,09	<0,05
Aceites y Grasas	mg/l	0,3	<5	<5	<5
Hidrocarburos Totales	mg/l	20	<0,2	<0,2	<0,2
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	100	20	72,9	3
Sólidos totales	mg/l	1600	1208	757,24	776
DQO	mg/l	250	45	54,5	<30
DBO ₅	mg/l	100	<3	16,7	< 3
Sulfuros	mg/l	0,5	<0,05	0,337	<0,05
Cobre	mg/l	1	<0,02	<0,02	<0,02
Cromo hexavalente	mg/l	0,5	<0,05	<0,05	<0,05
Hierro Total	mg/l	10	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo	mg/l	0,2	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc	mg/l	5	<0,01	0,0816	<0,01
Fenoles	mg/l	0,2	0,011	0,076	<0,025

Notas. ND: No Definido

* Parámetros analizados in – situ.

[^]Tabla 2: Límites Máximos Permisibles de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce desde Centrales Termoeléctricas. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Anexo 1A. R.O. 41, Marzo 14, 2007.

Fuentes: Informes de Caracterización de Descargas Líquidas, CHEM –I(06)-11-117, Junio 2011, CHEM – I(09)-11-117, Octubre 2011 y CHEM –I(13)-11-117, Diciembre 2011

Elaboración: 2012.

De los resultados obtenidos en la Tabla 17, se verifica que durante el monitoreo realizado en el mes de octubre se produce un incremento en la concentración de todos los parámetros, sin embargo estos no exceden, de los valores normados. En conclusión los parámetros pH, Temperatura, Sulfuros, DBO, DQO, Conductividad eléctrica, Cloro Activo, TPH's y Metales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para todo el periodo de monitoreo (junio, octubre y diciembre del año 2011), con excepción del parámetro aceites y grasas durante el periodo mencionado anteriormente.

Cabe destacar que en la actualidad, CELEC EP TERMOESMERALDAS, mantiene un convenio con la empresa CONSULSUA Cía. Ltda., para el rediseño y construcción de la planta de tratamiento de residuos líquidos industriales.

3.4.1.2. Monitoreo de Calidad del Suelo y Evaluación de los Resultados

CELEC EP TERMOESMERALDAS, ha efectuado el análisis de varias muestras de suelo, con el propósito de verificar si el proyecto que mantienen con un instituto técnico de la ciudad de Esmeraldas, respecto al uso de bacterias degradadoras funciona con diversos tipos de suelo contaminado.

Existen otras muestras que han sido contaminadas con hidrocarburos durante actividades de prácticas de contingencia o son residuos generados durante actividades de mantenimiento de la planta y principalmente durante un rebose que se dio de las piscinas de Refinería Esmeraldas y que llegó a las instalaciones de CELEC EP TERMOESMERALDAS y que afectaron al suelo ubicado en la ribera del río. En la siguiente Tabla 18, se presentan los resultados de los monitoreos efectuados durante el mes de junio de 2011.

Tabla 18. Resultados de Monitoreo de Calidad de Suelo en la Central Térmica Esmeraldas

PARÁMETROS	UNIDAD	CRITERIOS DE CALIDAD ¹	MUESTRA							
			BLANCO	M1	M2	M3	M4	M5	MEZCLA	SUELO CONTAMINADO
Potencial de Hidrógeno	-	6-8	7,73	7,45	7,78	7,35	7,43	7,15	8,3	7,38
Conductividad	mmhos/cm	2	0,1314	0,179	0,252	0,273	0,262	0,141	0,385	0,248
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)	mg/kg	0,1	<0,58	1,3	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58	0,75	3,8
Hidrocarburos Totales	mg/kg	<4000	<100	6800	<100	136	<100	<100	6360	22560
Cadmio	mg/kg	0,5	0,168	0,29	0,379	0,367	0,384	0,370	0,339	0,232
Níquel	mg/kg	20	15,3	68,1	229	82,1	224	22	83	75,1
Plomo	mg/kg	25	1,29	4,36	6,22	2,94	4,58	2,1	4,48	7,46
Vanadio	mg/kg	25	60,1	131	399	188	350	53,8	155	147

Notas. 1: Tabla 3: Criterios de Remediación o Restauración del Suelo. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, R.O. 725, Diciembre, 2002.

Fuentes: Informes de Caracterización del Suelo, CHEM –I(05)-11-117, Junio 2011

Elaboración: 2012.

3.4.1.2.1. Análisis de los Resultados

De los resultados obtenidos en la Tabla anterior, se verifica que los valores encontrados para los parámetros HAP's y Vanadio registran valores fuera de los límites establecidos en la legislación ambiental en todas las muestras incluida la muestra en blanco.

Se verifica también una alta concentración del parámetro Níquel para las muestras M1, M2, M3, M4, M5, Mezcla y Suelo Contaminado, permaneciendo fuera de los límites establecidos.

En cuanto al parámetro TPH's se registra incumplimiento con la norma para las muestras M1, Mezcla y Suelo Contaminado, esto debido a que se colectaron para definir presencia de contaminación en el área. La muestra Mezcla presenta también un pH con valor de 8,3 excediendo el límite establecido por la legislación ambiental.

La muestra M1 fue colectada junto al área de almacenamiento de desechos peligrosos, donde se verificaba la presencia de una mancha de contaminación con hidrocarburo, mientras que las muestras Mezcla y Suelo Contaminado, corresponden a un proceso de proceso de remediación con material orgánico que está llevando a cabo CELEC EP TERMOESMERALDAS al interior de la planta.

3.4.1.3. Emisiones al Aire

En junio del año 2011 la Central Térmica Esmeraldas llevó a cabo el análisis de emisiones de su caldero, a través del Grupo Consultor Chemeng Cía. Ltda. Adicionalmente, la Central Térmica tenía planificado realizar un segundo monitoreo de emisiones desde diciembre 27 del 2011 con el mismo laboratorio, sin embargo, la unidad de generación se encontraba fuera de operación, lo que reprogramó el proceso de monitoreo para los primeros días de enero del año 2012.

En lo que respecta al sector eléctrico ecuatoriano, los límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes que operan con combustibles fósiles líquidos, caso de, se encuentran dados en la Tabla 1 del Anexo 3A: Norma de Emisiones al Aire desde Centrales Termoeléctricas, del Libro VI De La Calidad Ambiental, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del

Ministerio del Ambiente (TULSMA). La aplicación de la norma corresponde a emisiones de Partículas Totales, Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Azufre (SO₂), para fuentes existentes, esto es, su inicio de operaciones es anterior a Enero de 2003.

3.4.1.3.1. Resultados obtenidos y análisis

En la siguiente Tabla 19, se reportan la comparación de los resultados obtenidos en los Monitoreos realizados los meses de junio de 2011 y enero de 2012, ambos en la descarga de emisiones del Caldero Franco Tosi propiedad de la CTE. El combustible utilizado es Fuel Oil No. 6, con un consumo de 32 500 kg/h para condición de 100% de carga operacional, equivalente a una potencia calorífica de 983 millones de BTU/h.

Tabla 19. *Resultados de Monitoreo de Emisiones al Aire Central Térmica Esmeraldas*

FUENTE	FECHA DE MEDICIÓN	PM (mg/Nm ³) ⁽¹⁾	NO _x (mg/Nm ³) ⁽¹⁾	SO ₂ (mg/Nm ³) ⁽¹⁾	CO (mg/Nm ³) ⁽¹⁾
Caldero	15/06/2011	346	572	2379	131
	16/06/2011	376	559	2307	201
	17/06/2011	328	569	2523	215
	09/01/2012	195.6	489	2463	45
	10/01/2012	243	482	2397	45
	11/01/2012	230	490	2484	40
Límite Máximo Permisible*		355	700	1650	350**

⁽¹⁾ mg/m³: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, corregidos a 7% de O₂, en base seca.

*Notas.** Tabla 1, Anexo 3A: Norma de Emisiones al Aire desde Centrales Termoeléctricas. Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental para los Sectores de Infraestructura: Eléctrico, Telecomunicaciones y Transporte (Puertos y Aeropuertos). R.O. No. 41 del 14 de marzo de 2007.

**Valor referencial tomado Reglamento sustitutivo del reglamento ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE 1215) registro oficial 153 del 153 del 22 de agosto del 2003

Fuente: Chemeng., "Informe de Monitoreo de Fuentes Fijas de Combustión", Junio 2011.

Chemeng., "Informe de Monitoreo de Fuentes Fijas de Combustión", Enero 2012.

Elaboración: 2012.

A partir de los resultados obtenidos, se establece que:

Las emisiones de Material Particulado en el Caldero para los meses de diciembre del año 2010 y febrero del 2011, se mantienen por debajo del límite máximo permisible definido para fuentes fijas existentes (355 mg/Nm^3). A excepción del monitoreo efectuado en Junio 16 del 2011 (376 mg/Nm^3).

Las emisiones de Óxidos de Nitrógeno para los meses de junio del año 2011 y enero del 2012, se mantienen por debajo del límite máximo permisible definido para fuentes fijas existentes (700 mg/Nm^3).

Las emisiones de Monóxido de Carbono para los meses de junio del año 2011 y enero del 2012, se mantienen por debajo del límite máximo permisible referencial definido para fuentes fijas existentes (350 mg/Nm^3).

Las emisiones de Dióxido de Azufre para los meses de junio del año 2011 y enero del 2012 superan el límite máximo permisible en lo que corresponde a este tipo de emisiones.

La metodología de medición aplicada por Chemeng Cía. Ltda., para el monitoreo de emisiones al aire, cumple con los requerimientos establecidos en el Anexo 3: Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas de Combustión, del Libro VI del TULSMA. Esto es, se empleó un Analizador de Gases de Combustión para el caso de sustancias gaseosas (CO , NO_x y SO_2), y un tren de muestreo isocinético para el caso de partículas

No existe una variación significativa entre los diferentes puertos medidos, los Monitoreos se realizaron en días seguidos de medición, y no se observa valores errantes en los resultados obtenidos.

3.4.1.4. Niveles de Ruido

Las instalaciones de CELEC EP TERMOESMERALDAS, se encuentran localizadas a escasos metros en dirección norte, con respecto a la Vía Esmeraldas - Atacames, siendo esta una autopista rápida de dos carriles en etapa de operativa al momento de la visita. La vía en mención posee afluencia de tráfico pesado y liviano; el paso vehicular constituye una de las principales fuentes de generación de ruido en esta zona.

Al frente de las instalaciones de Termoesmeraldas Central Térmica Esmeraldas, atravesando la vía se encuentra la Refinería de Esmeraldas. Las operaciones propias de la Refinería como entrada y salida de vehículos, procesos de operación o mantenimiento constituyen otra fuente de generación de ruido en el área.

En la margen Suroeste de la Central Térmica Esmeraldas, se localiza el asentamiento conocido como Valle de San Rafael, de gran extensión y con densidad poblacional considerable. Este asentamiento poblacional es el más relevante en lo que respecta a la presencia de receptores sensibles, que eventualmente podrían verse afectados por las emisiones de ruido. Entre el asentamiento Valle de San Rafael y la Central Térmica, se localiza el Río Teaone el cual es un aportante considerable de Ruido de fondo al ambiente.

En dirección Sureste de la central, se encuentra emplazada la ciudadela "La Tolita 1", la cual posee alta densidad poblacional y gran extensión de terreno. La misma se encuentra localizada aproximadamente a 350m del área principal de generación de Ruido de la Central Térmica Esmeraldas. Este asentamiento poblacional es un receptor sensible, que eventualmente podrían verse afectado por las emisiones de ruido. Entre la Central Térmica y la Ciudadela "La Tolita 1" se encuentra una extensión de aproximadamente 38 700m² de implantación arbórea perteneciente a CELEC EP TERMOESMERALDAS, esta barrera natural minimiza la afectación producida

por los niveles sonoros provenientes de los procesos productivos de la Central hacia la Ciudadela “La Tolita 1”.

En Ecuador, la normativa ambiental para ruido ambiente se encuentra dada en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI De La Calidad Ambiental, Anexo 5: Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y para Vibraciones. Estos límites de ruido se definen según el tipo de zona en la cual opera la empresa o complejo industrial evaluado, y que en la práctica corresponde al uso de suelo asignado por la autoridad competente. La legislación define seis tipos de zonas: hospitalaria, residencial, residencial mixta, comercial, comercial mixta, e, industrial. En la siguiente tabla se presentan los niveles de ruido permitidos según el uso del suelo.

Tabla 20. *Ruido permitido según Uso del Suelo en la Legislación Ambiental Ecuatoriana*

Tipo de Zona según Uso de Suelo	Valor de Regulación Ambiental (dBA)	
	Diurno	Nocturno
Industrial	70	65
Comercial Mixta	65	55
Comercial	60	50
Residencial Mixta	55	45
Residencial	50	40
Hospitalaria, Educativa y Recreacional	45	35

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Libro VI De la Calidad Ambiental, Anexo 5 (R. O No. 725 – Diciembre 16, 2002).

Notas. Los niveles sonoros se expresan como nivel de presión sonora equivalente. El período Diurno se extiende entre 06h00 a 20h00. El período Nocturno se extiende de 20h00 a 06h00.

Para el caso de Central Térmica Esmeraldas, debe indicarse que, la central se encuentra sobre complejo Industrial. Para propósitos de evaluación

ambiental de los niveles de ruido, se considera un uso de suelo de tipo Industrial.

Para una zona con uso de suelo del tipo industrial, los valores de nivel de presión sonora equivalente máximos permitidos son de 70 dBA en horario diurno y de 65 dBA en el horario nocturno (R. O No. 725 – Diciembre 16, 2002). El horario nocturno en la legislación se extiende entre las 20h00 horas hasta las 06h00 horas, en tanto que el horario diurno se aplica entre las 06h00 horas y las 20h00 horas.

La Central Térmica Esmeraldas mantiene anualmente mediciones de Presión Sonora en sitios que consideran de interés debido a las varias actividades que realizan en sus instalaciones y que de una u otra forma pueden afectar a la Población más cercana.

Para la evaluación del impacto por generación de ruido, que tienen las operaciones productivas de la Central Térmica Esmeraldas sobre su entorno inmediato, se realizaron mediciones de ruido ambiente en cinco (5) puntos ubicados en los linderos del predio industrial.

Las instalaciones de la Central Térmica Esmeraldas, cuentan con un cerramiento mixto conformado por bloques de cemento y por malla metálica que circunscriben todo su perímetro. En el interior del predio existen edificios administrativos, talleres conformados de hormigón armado los cuales actúan como barrera sólida para contener las ondas sonoras, mitigando la transmisión de ruido al exterior. Misma función realizan los diferentes tanques de almacenamiento existentes en la Central.

Dado que la mayor parte del cerramiento consiste de malla metálica, el ruido generado por las operaciones es transmitido directamente hacia el exterior. Para mitigar este efecto La Central Térmica Esmeraldas posee alrededor de todo su perímetro una barrera arbórea la cual minimiza la ondas

sonoras provenientes de sus procesos (Ver figura 55). Como ya se mencionó en el lindero Sur de la Central existe un área considerable de terreno con variedad de árboles el cual contiene las ondas sonoras que se dirigen hacia la Tolita 1.



Figura 55. Barrera Arbórea de la CTE
Fuente: TERMOESMERALDAS 2012.

3.4.1.4.1. Resultados del Monitoreo de Ruido

En la Tabla 21 se muestran los resultados del monitoreo de ruido ambiental realizado en los linderos físicos de las instalaciones de la Central Térmica Esmeraldas; Adicionalmente, en la Tabla 21 se muestra la ubicación de los sitios de monitoreo de ruido, así como también se han incluido los niveles de presión sonora equivalente obtenidos para el periodo diurno.

Tabla 21. Niveles de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en la Central Térmica Esmeraldas

LUGAR DE MEDICIÓN	POSICIÓN EN UTM (WGS 84)	FECHA/HORA	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE (DBA)		VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO
			VALOR MEDIDO	LÍMITE PERMISIBLE	
Sitio 1: Extremo Sureste	E: 102245 N: 645882	09/01/2012 17:20 - 17:30	50,4	70*	Si

LUGAR DE MEDICIÓN	POSICIÓN EN UTM (WGS 84)	FECHA/HORA	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE (DBA)		VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO
			VALOR MEDIDO	LÍMITE PERMISIBLE	
Sitio 2: Extremo Suroeste	E: 102150 N: 646330	09/01/2012 16:59 - 17:09	57,6		Sí
Sitio 3: Extremo Oeste	E: 102414 N: 645844	09/01/2012 13:52 - 14:02	65,7		Sí
Sitio 4: Extremo Norte	E: 102533 N: 646090	09/01/2012 14:13 - 14:23	72,7		No
Sitio 5: Extremo Noreste	E: 102685 N: 646722	09/01/2012 14:34 - 14:44	81,9		No

Nota: Límite Permisibles según Uso de Suelo (Zona Industrial)

Elaboración: TERMOESMERALDAS 2012.

Para el caso del extremo Sureste localizado cerca del barrio La Tolita 1, el extremo Suroeste localizado frente a la Bocatoma, y el extremo Oeste localizado frente al área donde se construirá la nueva área de generación; se evidenció niveles de presión sonora que no exceden el límite máximo permisibles para Ruido Ambiente para un Uso de suelo tipo Industrial, establecidos en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Libro VI De la Calidad Ambiental.

En el extremo Norte localizado cerca de la Garita de la Central Térmica Esmeraldas el límite máximo permisible es ligeramente superado, dicho punto se encuentra próximo a la Casa de Máquinas y a la Vía a Esmeraldas, adicionalmente el ingreso y salida de vehículos tanto de CELEC EP TERMOESMERALDAS como de la refinería de Esmeraldas incrementan los niveles de ruido en este punto. La mayor presencia de niveles elevados de presión sonora en este punto se debe al paso vehicular en la Vía a

Esmeraldas, y a la presencia de un semáforo que genera que el frenar y acelerar de vehículos incrementa los niveles de ruido a la zona.

En el extremo Noreste aproximadamente a 650 m de la central, se encuentran los terrenos del ex-colegio Ángel Barbizotti. Este punto de monitoreo situado próximo a la Vía a Esmeraldas es representativo del paso vehicular, y supera en 10dB el límite máximo permisible. Este punto de medición solo se vio afectado por el paso vehicular en la Carretera Atacames - Esmeraldas.

El valor resultante del Sitio 5 extremo noreste, nos permite establecer que, el incremento al límite permisible en el Sitio 4 extremo Norte es producido mayormente por el paso vehicular en la Vía a Esmeraldas. Los vehículos que recorren esta vía en su mayoría son ajenos a la función de la Central Térmica Esmeraldas.



Figura 56. Localización de los Sitios de Monitoreo de Ruido y de Campos Electromagnéticos

- Sitio de Monitoreo de Ruido
- ▲ Punto de Monitoreo de CEMs

Elaboración: 2012.

3.4.1.4.2. Análisis de los Resultados Adicionales

La Central Térmica Esmeraldas realizó durante el año 2011 evaluaciones de nivel de presión sonora en sus instalaciones, tanto en sitios internos al predio industrial, como externos al mismo.

Los Monitoreos realizados fueron efectuados el 15 de Junio (Planta operativa) y el 27 de Diciembre (Planta operativa), ambos en periodo Diurno. Los Monitoreos fueron realizados por Chemeng Consultoría Técnica Ambiental, y en la siguiente Tabla se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 22. Mediciones de Ruido Niveles Equivalentes en Julio y Diciembre del 2011

LUGAR DE MEDICIÓN	JULIO*	DICIEMBRE**
Sitio 1: Extremo Sureste	52	45,6
Sitio 2:Extremo Suroeste	54,5	44,7
Sitio 3: Extremo Oeste	49,0	49,1
Sitio 4:Extremo Norte	72,1	54,5
Sitio 5: Extremo Noreste	53,4	51,3
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE^	70	70

Notas. NPSeq.: Nivel de Presión sonora equivalente

Fuente: Informe Técnico de Monitoreo de Ruido CELEC EP Unidad de Negocio Termoesmeraldas, Chemeng Cía. Ltda., Junio 2011.

Informe Técnico de Monitoreo de Ruido CELEC EP Unidad de Negocio Termoesmeraldas, Chemeng Cía. Ltda., Diciembre 2011.

Elaboración: 2012.

A partir de los resultados mostrados previamente se observa lo siguiente:

El monitoreo de ruido ambiental se realizó en cinco sitios externos e internos al predio de la Central Térmica Esmeraldas, siendo por lo tanto

comparables con los límites máximos permisibles definidos para ruido ambiental.

En diciembre del año 2011, los cinco sitios monitoreados cumplieron con el límite máximo permisible establecido Tabla 1: Niveles Máximos de Ruido Permisible Según Uso de Suelo tipo industrial, del Anexo 5, Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Para junio del año 2011 se observa que el único punto que incumple con el límite máximo permisible es el correspondiente al extremo Norte de las instalaciones (Sitio 4).

El Sitio 4 localizado cerca de la garita de ingreso a la central es afectado en sus niveles de ruido por el paso vehicular (vehículos pesados y livianos) en la Vía a Esmeraldas. El valor obtenido en Junio del 2011 es un indicativo de la real afectación a los niveles de presión sonora en el Sitio 4 por la Vía a Esmeraldas. Esto se corrobora con el valor de ruido de fondo medido en el Sitio 4 el cual fue de 69,3dB(A), este valor permite establecer que la mayor afectación a los niveles de presión sonora en este sitio es por la presencia del paso vehicular.

3.4.1.5. Manejo de Desechos

Los desechos sólidos son recolectados en recipientes metálicos, rotulados de acuerdo al tipo de desecho que contienen: desechos normales, desechos contaminados, plásticos y papeles.

Al interior de la C.T.E. se ejecuta la segregación de los residuos por parte de los trabajadores de la central. Cumpliendo así con lo establecido en el Numeral 4.1.22 de la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos.

CELEC EP TERMOESMERALDAS, mantiene una gestión documentada del manejo de desechos que inicia con el Registro de datos de residuos sólidos industriales.

3.4.1.5.1. Desechos Comunes (No Peligrosos)

Los desechos sólidos comunes son recolectados y evacuados por medio de un contratista, llevándose un registro de la salida de los residuos de la central. En el taller mecánico de la planta se cuenta con un equipo de compactación de viruta, la misma que una vez compactada es vendida a la empresa ADELCA.

En cuanto a los materiales reciclables como chatarra de acero, aluminio, acero inoxidable, conductor de cobre y bronce, estos son vendidos al Grupo Gerald's. En la actualidad, la central cuenta con un galpón para el almacenamiento temporal de chatarra.

3.4.1.5.2. Gestión de Desechos Peligrosos

CELEC EP TERMOESMERALDAS, cuenta con el respectivo registro de generador de desechos otorgado por el Ministerio del Ambiente, con fecha diciembre 17 del año 2008.

El área de almacenamiento de desechos peligrosos cumple con los requerimientos establecidos en la legislación ambiental aplicable, manteniéndose señalizadas y diferenciadas las áreas para cada tipo de desecho.

CELEC EP TERMOESMERALDAS hace uso de un Documento de embarque y Permiso de salida, para luego disponer sus desechos actualmente a través de Incinerox Cía. Ltda., Gadere S.A., Fundación Proambiente y

Holcim. Entre los residuos a disponerse o eliminarse se encuentran: escorias de incombustos de caldera, lodos de incombustos de caldera, tanques contaminados, tanques de aerosoles, armazón plástico fluorescente, tachos de pintura y residuos textiles impregnados de hidrocarburos. Cabe mencionar que es responsabilidad de la empresa verificar que las licencias ambientales de las empresas que contratan para este servicio contengan la actividad para la cual han sido calificadas por la autoridad pertinente.

3.4.1.6. Manejo de Combustibles

Para sus actividades operativas, la central utiliza el Fuel Oil # 6. El combustible es almacenado en un tanque de almacenamiento principal y un tanque de almacenamiento diario.

Durante la inspección al sitio se verificó que el piso y juntas del cubeto del tanque principal se encontraban impermeabilizados con brea.

Respecto al almacenamiento de lubricantes, estos se encuentran sobre pallets con recipiente recolector, dentro de un área que cumple con las medidas de seguridad.

3.4.1.7. Manejo de Sustancias Químicas

La Central Térmica Esmeraldas cuenta con dos áreas de almacenamiento de productos químicos. La primera área se localiza dentro del área de bodega general y la segunda junto al área de oficinas técnicas.

El área de almacenamiento de químicos ubicada al interior de la bodega general se encuentra techada y cuenta con un pequeño muro, conectado a un sumidero, lo cual permite recolectar cualquier derrame o liqueo desde alguno de los tanques almacenados.

La segunda área se utiliza para almacenar varios productos restringidos, es decir regulados por el CONSEP. En esta área se localiza el hidróxido de potasio, hipoclorito de calcio, fosfato trisódico, ácido clorhídrico, resina y sal en grano. Esta área se encuentra cerrada, techada y con una puerta metálica y cuyo acceso es restringido. Esta área de almacenamiento cuenta con un canal perimetral junto a los estantes y que termina en un sumidero. El área se encuentra señalizada con los letreros de identificación de los productos almacenados y además las MSDS, permanecen cerca al ingreso de la bodega.

Adicionalmente a las áreas ya mencionadas, se observó durante la auditoría la implementación de lava ojos o duchas como medidas de seguridad.

Respecto a los productos químicos almacenados en el laboratorio de control químico, se verificó que no existen productos caducados y que además los productos químicos se encuentran ubicados dentro de estanterías.

3.4.1.8. Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional

CELEC EP TERMOESMERALDAS se ha preocupado por brindar capacitación continua a su personal en temas de interés como: Manejo de Productos Químicos, Manejo de Desechos, Simulacros, entre otros. Adicionalmente se imparten charlas de inducción a los contratistas.

En cuanto a las prácticas de simulacros la empresa maneja el instructivo Planeación de Simulacros, en el cual se especifica la magnitud, fecha y hora prevista, objetivos, aspectos a evaluar, escenarios, tiempo estimado de ejecución.

Cabe recalcar que el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional de CELEC EP TERMOESMERALDAS generó un “Programa de capacitación para brigadistas 2011 – 2012”, con el objetivo de mantener operativas las brigadas creadas para el control de emergencias que se pudieran presentar en

la Central Térmica Esmeraldas, así como el de brindar una respuesta oportuna a los diferentes eventos. Adicionalmente este departamento, es el encargado de la inspección y renovación continua del Equipo de protección al personal que labora en las instalaciones de la empresa y a sus colaboradores.

La empresa tiene identificados en Mapas lo siguiente: lugares de riesgos, vías de evacuación, señalización y ubicación de equipos contra incendios, lo cual permite manejar oportunamente la seguridad dentro de la central.

3.4.1.8.1. Equipos de atención a emergencias

Para enfrentar derrames, la central cuenta con una red de hidrantes que abarca toda el área industrial, además de disponer de extintores portátiles distribuidos en áreas estratégicas de las instalaciones.

La empresa tiene plenamente identificados los sitios en los cuales se localizan los extintores, además de que lleva registros de inspección sobre las características técnicas y fecha de recarga de estos, de acuerdo al Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, Artículo 32 de la sección Extintores portátiles contra incendio.

En lo que respecta a la disponibilidad de equipos para enfrentar contingencias, debe indicarse que en la actualidad, la empresa cuenta con cuatro (4) equipos para derrames, colocados en áreas estratégicas como; Área de Captación, Área de Calderos, Subestación.

Adicionalmente, en la actualidad, CELEC EP TERMOESMERALDAS se encuentra en proceso de compra de un equipo skimmer, un bote y barreras flotantes, que permitan contener un posible derrame en el río Teaone. Como parte de los requerimientos de CELEC EP TERMOESMERALDAS hacia la

empresa que dote de estos equipos a la central, es que se capacite al personal sobre el uso de los mismos.

Se cuenta con una Piscina para contener derrames de la central, la cual tiene un volumen de aproximadamente 1800 m³ (20 m. de ancho x 40 m. de largo x 2 m. de profundidad). La implementación de la piscina ha sido pensada como proceso previo a la descarga final, y para que además de contener derrames, permita bajar la temperatura de estos. La piscina en mención incluye un tanque de alivio.

3.4.1.8.2. Salud Ocupacional

CELEC EP TERMOESMERALDAS cuenta con un Centro Médico de atención a emergencias, para el personal que labora en la empresa, donde trabajan un médico y una persona de servicio social. La medicina entregada a los pacientes es gratuita.

Adicionalmente CELEC EP TERMOESMERALDAS mantiene un Dispensario Médico ubicado en el Valle San Rafael, donde laboran; un médico, una enfermera, un odontólogo, un pediatra, una persona responsable de la Farmacia y una persona encargada de la conserjería. Este centro se encuentra debidamente equipado para brindar atención a las personas de la comunidad. La entrega de medicina la realizan en forma gratuita, así como también desarrollan campañas de desparasitación y capacitación en temas relacionados con la salud, los cuales se imparten en instituciones educativas como escuelas y colegios.

El médico encargado del Dispensario Médico realiza un resumen anual de los pacientes atendidos en este, lo cual permite entre otras cosas verificar el cumplimiento de convenios comunitarios.

3.4.1.9. Gestión Social

Como se mencionó anteriormente la empresa cuenta en el sector de San Rafael con un Dispensario Médico donde se ofrece a la comunidad servicios médicos especializados y medicamento sin costo.

Como parte de la ayuda a la comunidad, la Central Térmica Esmeraldas ha venido realizando los siguientes convenios y actividades con el apoyo del personal del dispensario, entre las que destacan:

- Convenio para la Capacitación y Formación Microempresarial de Moradores de los Barrios del Sur de Esmeraldas, firmado con el Foro de desarrollo Integral de la Mujer y la Familia, FODIMUF. Durante el 2010 – 2011, periodo del convenio, se ejecutaron varios talleres de capacitación como son:
 - Construcción de anaqueles, desarrollado en Septiembre del 2010. Asistentes 45 personas.
 - Pintura en tela, en donde asistieron 95 personas. El programa se desarrollo en Octubre del 2010.
 - Arreglos navideños, ejecutado en Noviembre del 2010, con la asistencia de 165 personas.
 - Artículos decorativos con materiales del medio, en donde asistieron aproximadamente 80 personas. Este programa fue ejecutado en Enero del 2011.
 - Repostería, desarrollado en Marzo del 2011, en donde asistieron 155 personas.

- Convenio de Ejecución para el Proyecto de Producción de Plántulas en Vivero y Desarrollo de Campañas de Reforestación entre Ciudadanos de la Tercera Edad y Estudiantes, firmado con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas.

- Brigadas médicas en escuelas, colegios y en la comunidad en general.
- Atención médica en: Pediatría, Odontología y Medicina General.

Dentro del Plan de Desarrollo Social 2011 que ha venido desarrollado CELEC EP TERMOESMERALDAS, destaca el “Proyecto: Producción plántulas para desarrollo de campañas de reforestación”, llevado a cabo en conjunto con la Universidad Católica del Ecuador, beneficiando a moradores de los diferentes Barrios del Sur y ciudadanos de la tercera edad de las comunidades.

CELEC EP TERMOESMERALDAS, ha venido desarrollando un Programa de Proyectos Rentables para la comunidad, la misma consiste en que los participantes deben presentar proyectos que puedan ser desarrollados y manejados por ellos y devengan en progreso para el grupo o comunidad a la que pertenecen. De acuerdo a personal técnico de la central, se dará mayor importancia a aquellos proyectos donde el beneficio sea para un número superior de personas de la comunidad.

A continuación en la tabla 23 se presenta los objetivos y metas ambientales alineados a la Política Ambiental de Termoesmeraldas y los resultados del cumplimiento de dichos objetivos y metas ambientales propuestos en el año 2011.

Luego, en la tabla 24 se puede apreciar el estado final del cumplimiento de los objetivos y metas ambientales, cuya valoración responde a metodología utilizada por el departamento de planificación estratégica de la CELEC EP – TERMOESMERALDAS, la cual incluye ponderaciones para cada objetivo y para cada tarea o actividad. De acuerdo al seguimiento al final del periodo del año 2011, se verifica según esta metodología un cumplimiento de objetivos y metas ambientales del 84,60%.

Tabla 23. *Objetivos y metas 2011*

OBJETIVO	META
VERIFICAR LEGAL	Realizar auditorías y estudios de acuerdo a lo que indica el "Reglamento para Actividades Eléctricas" del CONELE
	Ejecutar plan de mejora derivado de la
	Realizar Monitoreo Ambiental: Aire, Agua, Suelo y Ruido. Laboratorio Externo Certificado
	Realizar Auditorías Internas de Cumplimiento de la Norma ISO 14001 y Cumplimiento Legal
	Obtener Licencia Ambiental
GESTIONAR CAPACITACIÓN COMUNICACIÓN	Concienciar e incentivar al personal en el cumplimiento de los procedimientos
	Talleres para Actualizar Información del Sistema Gestión
	Actualizar conocimientos del Sistema Gestión Ambiental
GESTIONAR REDUCCIÓN CONTAMINACIÓN DEL	Participar en la gestión para Contratar y conseguir un avance del 100% en "Optimizar Control de la Caldera".
	Gestionar el estudio de factibilidad de planta desulfuradora y filtros de material particulado
	Gestionar la compra de los filtros de material
GESTIONAR REDUCCIÓN CONTAMINACIÓN DEL	Completar construcción piscina de derrames de Combustible.
	Participar en la gestión para la Construcción de la planta de tratamiento de residuos líquidos industriales.
	Gestionar el tratamiento de las aguas residuales durante operación y mantenimiento
GESTIONAR REDUCCIÓN CONTAMINACIÓN DEL	Gestionar oportunamente la disposición final de los desechos sólidos contaminados.
	Gestionar oportunamente la disposición final de los aceites contaminados.
	Tratar suelos contaminados.
	Programa de reciclaje de papel, plástico, pilas
MANTENER CONTROL CONSERVACIÓN PROTECCIÓN DEL DURANTE NORMA	Mantener control diario de la Combustión
	Mantener control quincenal de la calidad de los efluentes
	Manejo de lodos, filtrado, ensacado, secado y almacenado
	Monitoreo Interno mensual de aire
MANTENER CONTROL DE DE RECURSOS RENOVABLE	Mantener control de reposición al ciclo térmico < 2,2%.
	Mantener el consumo no industrial de agua potable hasta diciembre del 2011, con relación al consumo promedio del año 2010.
	Mantener control de consumo auxiliares eléctricos para máxima

Tabla 24. Cumplimiento objetivos y metas 2011

PROYECTO - ACTIVIDAD	DIC			TAREAS
	PROG	EJEC	VAR	
VERIFICAR CUMPLIMIENTO LEGAL	100%	89%	11,0	Realizar auditorias y estudios de acuerdo a lo que indica el "Reglamento para Actividades Eléctricas" del CONELEC
				Ejecutar plan de mejora derivado de la auditoría
				Realizar Monitoreo Ambiental: Aire, Agua, Suelo y Ruido. Laboratorio Externo Certificado
				Realizar Auditorias Internas de Cumplimiento de la Norma ISO 14001 y Cumplimiento Legal
Obtener Licencia Ambiental				
GESTIONAR EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN INTERNA	100%	52%	48,0	Concienciar e incentivar al personal en el cumplimiento de los procedimientos
				Talleres para Actualizar Información del Sistema Gestión Ambiental
				Actualizar conocimientos del Sistema Gestión Ambiental
GESTIONAR REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	100%	40%	60,0	Participar en la gestión para Contratar y conseguir un avance del 100% en "Optimizar Control Automático de la Caldera".
				Gestionar el estudio de factibilidad de planta desulfuradora y filtros de material particulado
				Gestionar la compra de los filtros de material particulado
GESTIONAR REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	100%	94%	6,0	Completar construcción piscina de derrames de Combustible.
				Participar en la gestión para la Construcción de la planta de tratamiento de residuos líquidos industriales.
				Gestionar el tratamiento de las aguas residuales durante operación y mantenimiento
GESTIONAR REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO	100%	94%	6,0	Gestionar oportunamente la disposición final de los desechos sólidos contaminados.
				Gestionar oportunamente la disposición final de los aceites contaminados.
				Tratar suelos contaminados.
				Programa de reciclaje de papel, plástico, pilas
MANTENER CONTROL DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE DURANTE OPERACIÓN NORMAL	100%	100%	0,0	Mantener control diario de la Combustión
				Mantener control quincenal de la calidad de los efluentes
				Manejo de lodos, filtrado, ensacado, secado y almacenado
				Monitoreo Interno mensual de aire
MANTENER CONTROL DE USO DE RECURSOS NO RENOVABLES	100%	100%	0,0	Mantener control de reposición al ciclo térmico < 2,2%.
				Mantener el consumo no industrial de agua potable hasta diciembre del 2011, con relación al consumo promedio del año 2010.
				Mantener control de consumo auxiliares eléctricos para máxima carga

En la tabla 25 se puede observar el seguimiento mensual del cumplimiento de objetivos y metas respecto de lo programado mensualmente y además se presenta los valores de la desviación mensual de lo ejecutado versus lo programado en referencia al cumplimiento de los objetivos y metas ambientales del año 2011. En las figuras 57 y 58 se observan gráficamente estado de resultados de cumplimiento de objetivos y las desviaciones mensuales respectivamente.

Tabla 25. *Desviaciones objetivo operativo*
Optimizar Sistema de Gestión Ambiental

ACTIVIDAD	AVANCE Programado (%)	Avance Ejecutado (%)	DESVIACION (%)
ENERO	9,04%	8,95%	↑ 1,0%
FEBRERO	21,01%	19,44%	↑ 7,5%
MARZO	33,55%	28,84%	↑ 14,04%
ABRIL	38,89%	35,62%	↑ 8,4%
MAYO	47,86%	42,11%	↑ 12,01%
JUNIO	58,60%	49,55%	↑ 15,44%
JULIO	65,84%	59,30%	↑ 9,9%
AGOSTO	69,96%	61,50%	↑ 12,09%
SEPTIEMBRE	79,35%	65,30%	↑ 17,71%
OCTUBRE	87,34%	71,84%	↑ 17,75%
NOVIEMBRE	94,60%	79,20%	↑ 16,28%
DICIEMBRE	100,00%	84,60%	↑ 15,40%

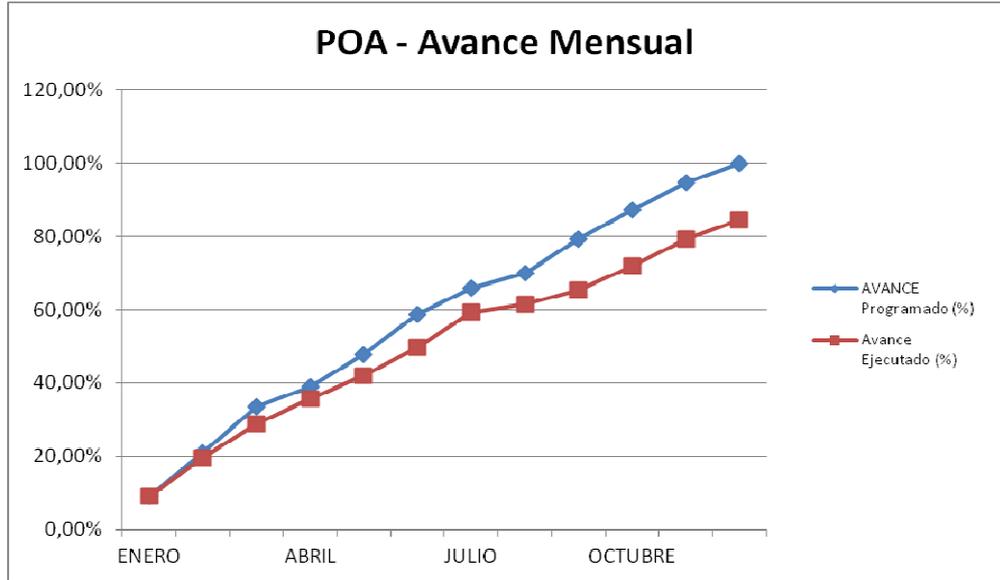


Figura 57. Avance mensual de los objetivos ambientales-POA 2011

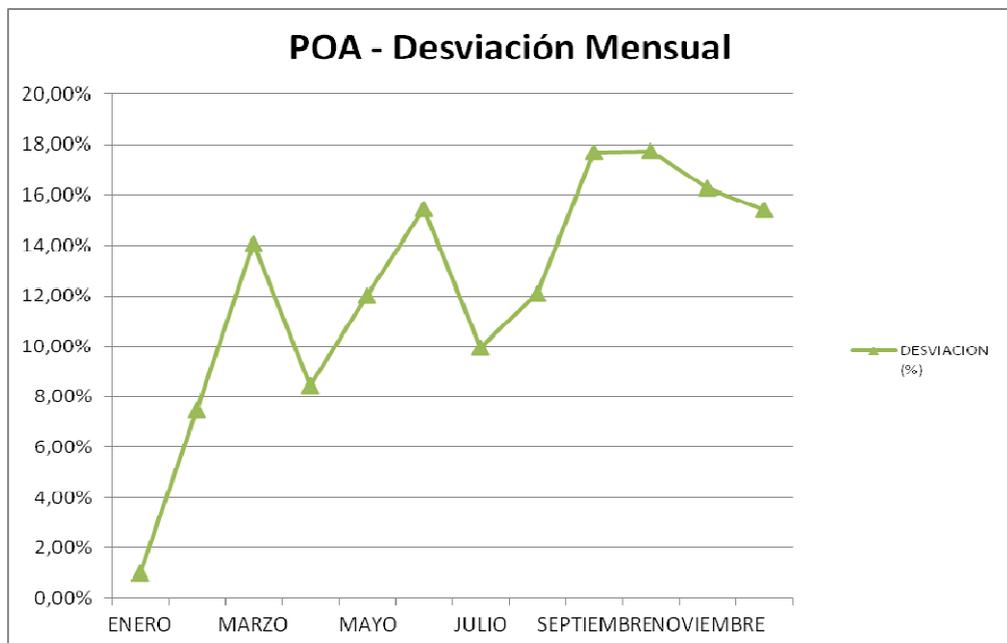


Figura 58. Desviación mensual cumplimiento de los objetivos ambientales-POA 2011

CAPÍTULO IV

CÁLCULO Y ANALISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN AMBIENTAL

4.1. CÁLCULO DEL INDICADOR DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Actualmente se considera que el desempeño ambiental de las empresas es un factor clave para la sustentabilidad del crecimiento económico y en muchas ocasiones sirve como un indicador de la competitividad empresarial. El cumplimiento de las regulaciones ambientales es uno de los componentes del costo de administrar negocios y se ha considerado que afecta negativamente a la competitividad de las empresas. Las inversiones y gastos ambientales en las operaciones industriales de Termoesmeraldas se concentran principalmente en mejores prácticas de control de contaminación.

Es particularmente importante el mantener indicadores de desempeño ambiental tanto en rangos absolutos, como en rangos normalizados por unidad de producción o consumo de forma que puedan ser comparables.

Los indicadores de desempeño ambiental brindarán al gerente del departamento ambiental así como la alta gerencia la información requerida para una gran variedad de datos ambientales. Ellos permiten a quienes toman decisiones tener una rápida visión del progreso y de los problemas de la gestión ambiental que todavía deben ser resueltos. Sobre estas bases, objetivos realistas de mejora de desempeño ambiental pueden ser identificados y cuantificados, lo cual es necesario para controlar los logros conseguidos actualmente.

La Central Termoesmeraldas realiza sus operaciones de generación termoeléctrica y presenta la situación que se describe a continuación en relación con su gestión ambiental:

Tabla 26. Resumen del Plan de Manejo Ambiental

ACCIONES PROGRAMADAS/ REQUERIMIENTOS NORMATIVOS	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL
<u>Programa de Prevención:</u>	
1. Control de consumo de combustible	Realizado
2. Control de parámetros de combustión	Realizado
3. Análisis de contenido de azufre en combustible	Realizado
4. Charlas a personal para manejo de sustancias químicas	Realizado
5. Registro y control de calidad de efluentes	Realizado
6. Construcción piscina de emergencias	Realizado
<u>Presupuesto: \$ 230.000</u>	Inversión: \$230.000
<u>Programa de Mitigación:</u>	
1. Estudio de soluciones de control y reducción de emisiones de SO ₂	Realizado
2. Separación de aguas lluvias de aguas industriales en descarga principal.	No realizado
3. Gestión de desechos peligrosos con gestores autorizados por el ministerio del ambiente	Realizado
4. Gestión de construcción Planta de tratamiento de RIL	Realizado
<u>Presupuesto: \$ 150.000</u>	<u>Inversión: \$91.000</u>
<u>Programa de Compensaciones:</u>	
1. Atención en dispensario médico	Realizado
2. Gestión de desarrollo socioeconómico	Realizado
3. Capacitación comunitaria en temas de micro empresa y de protección ambiental	Realizado

<u>Presupuesto: \$ 500.000</u>	<u>Inversión: \$428.188</u>
<u>Programa de Manejo de Desechos:</u>	
1. Plan de manejo de desechos no peligrosos	Realizado
2. Plan de manejo de desechos sólidos peligrosos	Realizado
3. Plan de manejo de desechos líquidos peligrosos	Realizado
4. Plan de reciclaje	Realizado
<u>Presupuesto: \$ 291.000</u>	<u>Inversión: \$ 291.000</u>
<u>Programa de Capacitación Ambiental:</u>	
1. Buenas prácticas ambientales	Realizado
2. Toma de conciencia	Realizado
3. Preparación ante emergencias	Realizado
<u>Presupuesto: \$ 20.000</u>	<u>Inversión: \$17.200</u>
<u>Programa de Monitoreo y Seguimiento:</u>	
1. Monitoreo de emisiones atmosféricas	Realizado
2. Monitoreo de ruido	Realizado
3. Monitoreo de efluentes	Realizado
4. Monitoreo de calidad del suelo	Realizado
<u>Presupuesto: \$ 20.000</u>	<u>Inversión: \$ 19.644</u>
<u>Programa de Participación ciudadana:</u>	
1. Plan de comunicación hacia comunidades y/o partes interesadas	Realizado
2. Plan de desarrollo comunitario elaborado conjuntamente con la comunidad	Realizado
3. Gestión de la compensación social a través de organismos competentes	Realizado
<u>Presupuesto: \$ 96.000</u>	<u>Inversión: \$96.000</u>
<u>Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional:</u>	
1. Entrenamiento en seguridad laboral	Realizado

2. Evaluación de salud e higiene laboral	Realizado
3. Fichas medicas preventivas	Realizado
4. Exámenes médicos ocupacionales	Realizado
Presupuesto: \$ 125.000	<u>Inversión:</u> \$ 124.196
<u>Plan de Contingencias:</u>	
1. Plan de contingencia para derrames de combustible	Realizado
2. Contingencia ante derrames de sustancias químicas	Realizado
3. Contingencia ante incendios	Realizado
4. Contingencia ante riesgos naturales	Realizado
5. EPP para control de emergencias	Realizado
6. Materiales para control de derrames	Realizado
Presupuesto: \$ 56.500	<u>Inversión:</u> \$56.500
<u>Auditorías Ambientales Internas:</u>	
1. Auditorías ambientales de cumplimiento	Realizado
2. Auditorías ambientales internas	Realizado
Presupuesto: \$ 20.000	<u>Inversión:</u> \$ 17.370

Para calcular el indicador de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, inicialmente se determina éste para cada uno de los componentes del PMA, mediante la siguiente expresión, de la cual se ha definido previamente el significado de los símbolos:

$$I_{p-i} = [(N_{OAE}/N_{TOT}) + (R_{EJEC} / R_{PRES})]/2$$

Posteriormente se integran estos valores en el indicador global del PMA, así:

$$I_{PMA} = [(I_{PP} + I_{PM} + I_{PMC} + I_{PMD} + I_{CA} + I_{PM\&S} + I_{PPC} + I_{PSISO} + I_{PC} + I_{AAI})/10] * 100$$

El resultado de estos cálculos, para las condiciones del ejemplo, es el siguiente:

Tabla 27. *Indicador global del PMA*

	N_{OA}E/N_{TOT}	R_{EJEC} / R_{PRES}	I_{p-i}
I_{PP}	6/6	230.00,00/230.000,00	1,00
I_{PM}	3/4	91.000/150.000	0,68
I_{PMC}	3/3	428.188,00/500.000	0,93
I_{PMD}	4/4	291.000/291.000	1,00
I_{CA}	3/3	17.200/20.000	0,93
I_{PM&S}	4/4	19.644/20.000	0,99
I_{PPC}	3/3	96.000/96.000	1,00
I_{PSISO}	4/4	124.196/125.000	1,00
I_{PC}	6/6	56.500/56.500	1,00
I_{AAI}	2/2	17.370/20.000	0,93
I_{PMA} = [(1,00+0,68+0,93+1,00+0,93+0,99+1,00+1,00+1,00+0,93)/10] * 100			94,59

El I_{PMA} en este caso es de 94,59 unidades.

4.2. INDICADOR DE PERMISOS AMBIENTALES

La situación para la evaluación de los permisos ambientales requeridos, es como sigue:

Tabla 28. *Evaluación de la gestión de permisos*

PERMISOS/AUTORIZACIONES REQUERIDAS	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE PERMISOS
Licencia ambiental	No se obtuvo
Concesión de permisos anuales y ocasionales	Se obtuvo

Concesión del derecho de aprovechamiento de agua superficial	Se obtuvo
Permiso de utilización de Productos controlados por el CONSEP	Se obtuvo
Permiso de uso de suelo	Se obtuvo

De conformidad con lo expuesto anteriormente, el indicador de permisos será:

$$I_{\text{Permisos}} = \left[\frac{\text{Permisos. Obtenidos}}{\text{Permisos. requeridos}} \right] * 100$$

$$I_{\text{Permisos}} = 4/5 * 100 = 80$$

El I_{Permisos} en este caso es de 80 unidades.

4.3. INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL

La metodología de cálculo del I_{IA} , se aplica para los principales impactos potenciales, seleccionados con base en la identificación y análisis de impactos relevantes; para determinar el indicador de impacto ambiental derivado de las actividades que tienen significativa incidencia sobre los factores ambientales, estos son:

1. Deterioro de calidad del agua.
2. Deterioro de la calidad del aire.
3. Degradación de la calidad de suelo.
4. Incremento de niveles de ruido.

4.3.1. Indicador de Impacto por Deterioro de la Calidad del Agua

Bajo este concepto se integran los indicadores de los impactos derivables del vertimiento de las aguas residuales resultantes de las actividades industriales que se generan durante los diferentes procesos productivos.

4.3.1.1. Impacto por Vertimiento de Aguas Residuales Industriales

Las etapas a seguir en el procedimiento de cálculo del indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales del proceso productivo son las siguientes:

i. Obtención de unidades homogéneas de calidad ambiental

Se presenta aquí una tabla con los resultados de las mediciones efectuadas durante las actividades de monitoreo y caracterización de los vertidos hacia el río Teaone, de los ensayos analíticos se obtiene la siguiente información:

Tabla 29. Resultado de caracterización de vertidos líquidos

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
pH		7,74
Conductividad		393
Sólidos totales disueltos		223
Sólidos sedimentables	mg/L	0,8
Sólidos suspendidos totales	mg/L	35
Sólidos totales	mg/L	661,4
Sulfatos	mg/L	24
Sulfitos	mg/L	1
Sulfuros	mg/L	0,143
Cloro activo	mg/L	0,02
Oxígeno disuelto	mg/L	3,33
Aceites y grasas	mg/L	0,9
DQO	mg/L	27,1
DBO5	mg/L	7
TPH	mg/L	0,2
Fenoles	mg/L	0,011
Arsénico	mg/L	0,001
Aluminio	mg/L	0,12
Bario	mg/L	0,297
Boro total	mg/L	0,9
Cadmio	mg/L	0,002
Cobalto	mg/L	0,013
Cobre	mg/L	0,01

Cromo hexavalente	mg/L	0,01
Estaño	mg/L	0,01
Hierro total	mg/L	5
Manganeso total	mg/L	0,01
Mercurio total	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,023
Plomo	mg/L	0,02
Zinc	mg/L	0,002
Selenio	mg/L	0,001
Vanadio	mg/L	0,1
Temperatura	° C	35

Fuente: Informe analítico de caracterización de aguas-CHEMENG

Ahora se requiere expresar los valores de los parámetros medidos en unidades homogéneas de calidad ambiental para lo cual se aplica una función de transformación que permite definir un índice de calidad ambiental de un factor (CA) en función de la magnitud del impacto recibido (M).

$$CA_j = f(M_j)$$

La función de transformación indica que el pH óptimo varía entre 5 y 9 y, por ello, a los valores que se encuentren en este rango estarán en cumplimiento con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental, les deberá corresponder una calidad ambiental cercana a la máxima, cuando el valor de pH es 7 tendrá la máxima calidad ambiental es decir, un valor de 1.0. En la Figura 59 se muestra la variación de la calidad ambiental para el pH.

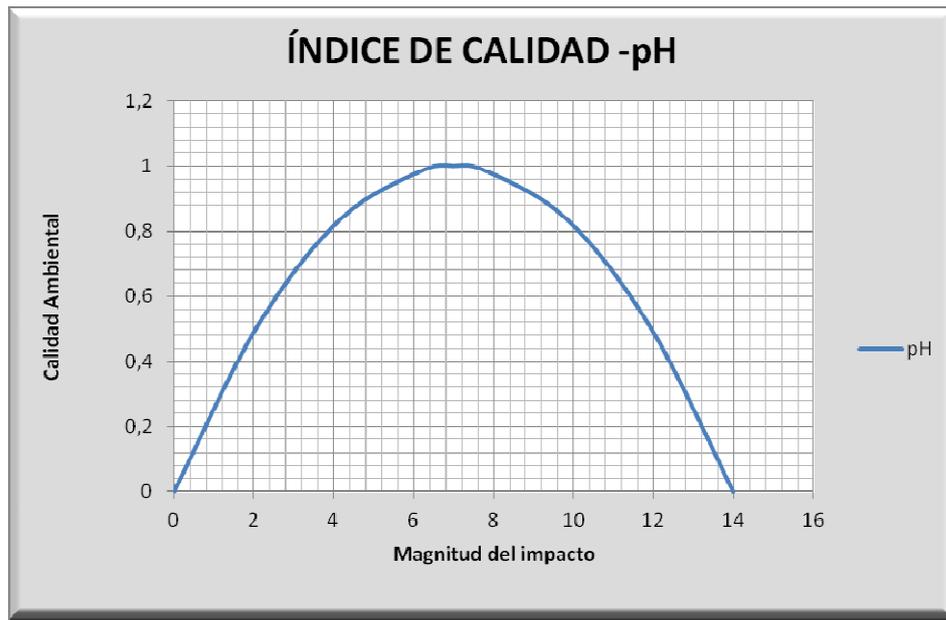


Figura 59. Variación de la Calidad Ambiental Vs pH

Para la evaluación de la conductividad se tiene una función de transformación escalonada decreciente. En la Figura 60 se muestra la variación de la calidad ambiental para la conductividad eléctrica.

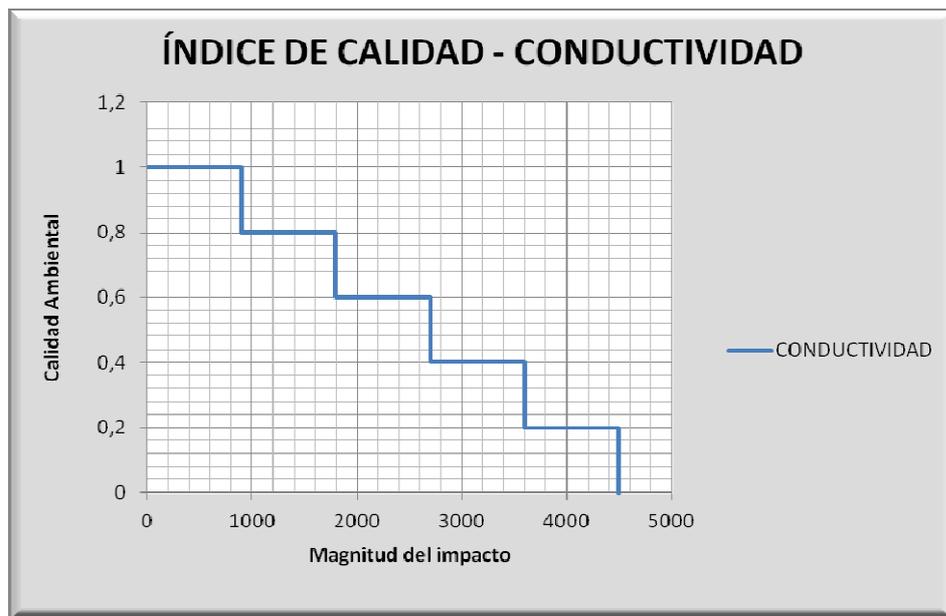


Figura 60. Variación de la Calidad Ambiental Vs C.E.

Para la evaluación de los sólidos disueltos se tiene una función de transformación decreciente formada por dos parábolas. En la Figura 61 se muestra la variación de la calidad ambiental para la los sólidos disueltos totales.

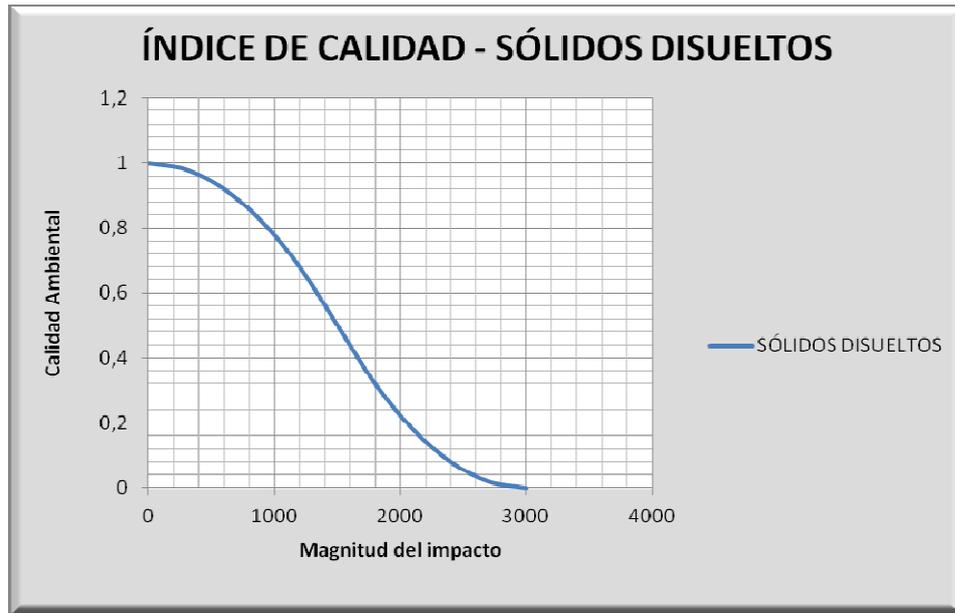


Figura 61. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Disueltos

Para la evaluación de los sólidos sedimentables se tiene una función de transformación lineal decreciente ya que a medida que se incrementa la concentración de sólidos sedimentables disminuirá la calidad ambiental del cuerpo receptor, en consecuencia el comportamiento de la función de transformación es mostrada en la Figura 62.

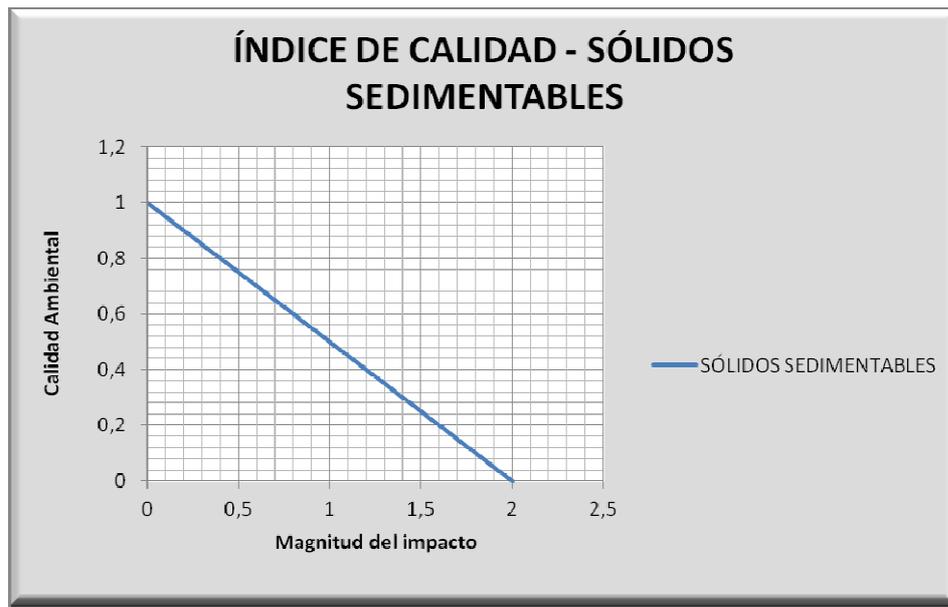


Figura 62. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Sedimentables

En relación con los sólidos suspendidos (SS) tenemos que a medida que se incrementa la concentración de SS disminuirá la calidad ambiental del cuerpo receptor, en consecuencia, el comportamiento de la función de transformación es del tipo de la mostrada en la Figura 63.

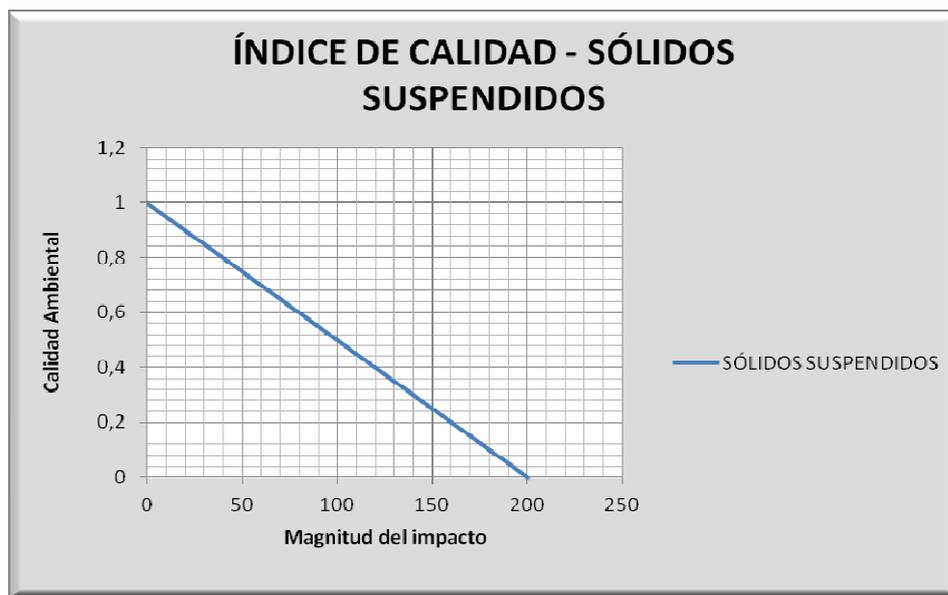


Figura 63. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Suspendidos

Para la evaluación de los sólidos totales se tiene la función de transformación mostrada en la figura 64.

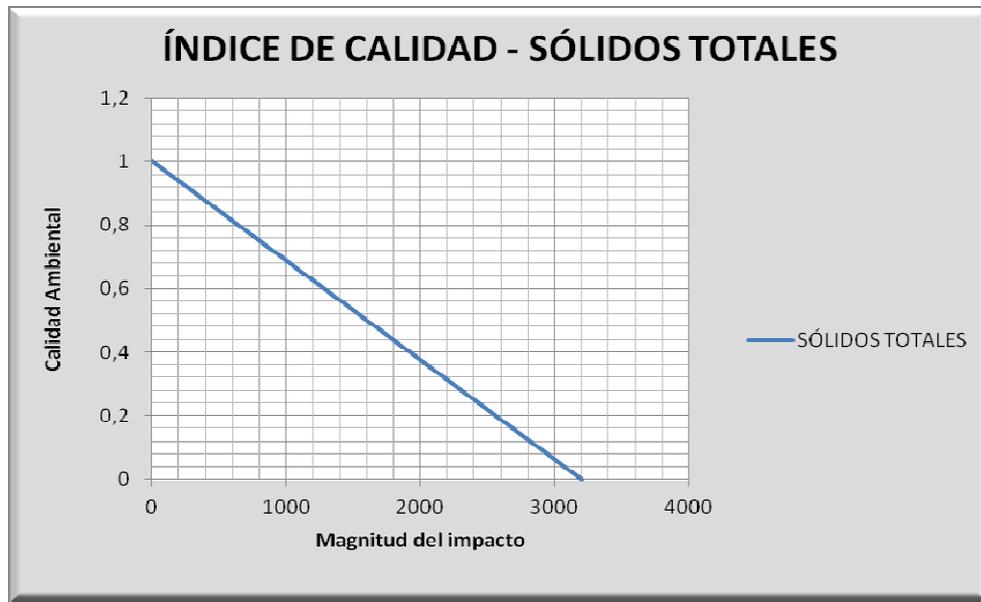


Figura 64. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sólidos Totales

Para la evaluación de los sulfatos se tiene la función de transformación mostrada en la figura 65.

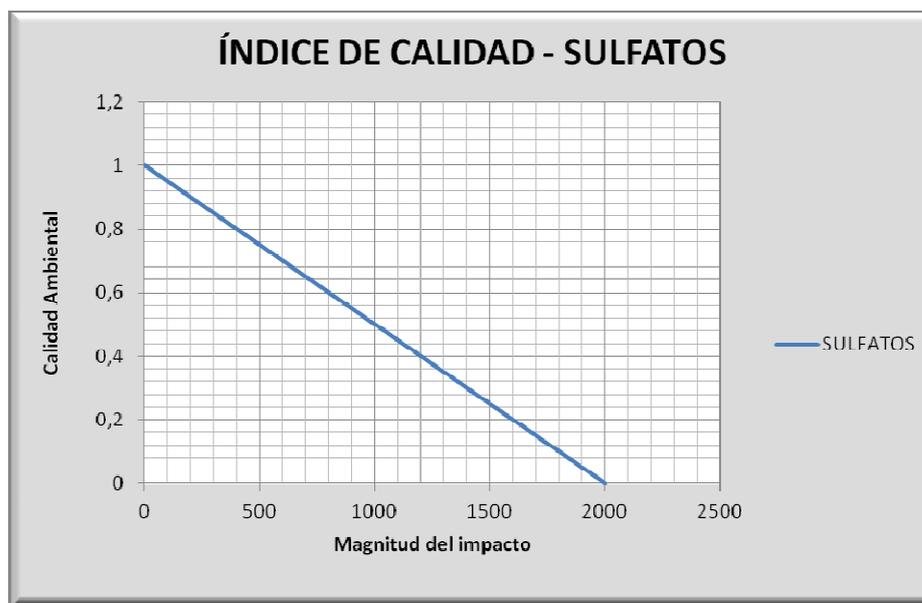


Figura 65. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sulfatos

Para la evaluación de los sulfitos se tiene la función de transformación mostrada en la figura 66.

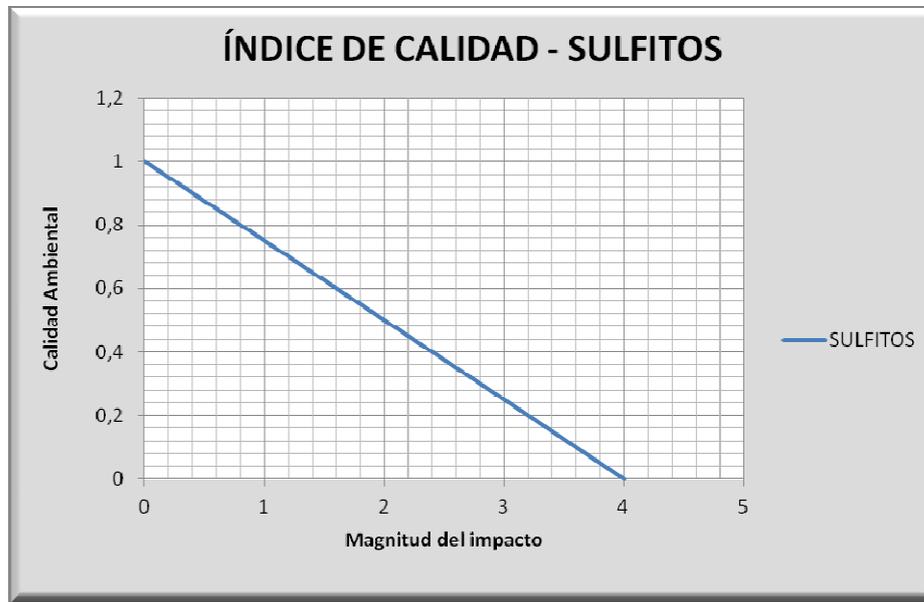


Figura 66. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sulfitos

Para la evaluación de los sulfuros se tiene la función de transformación mostrada en la figura 67.

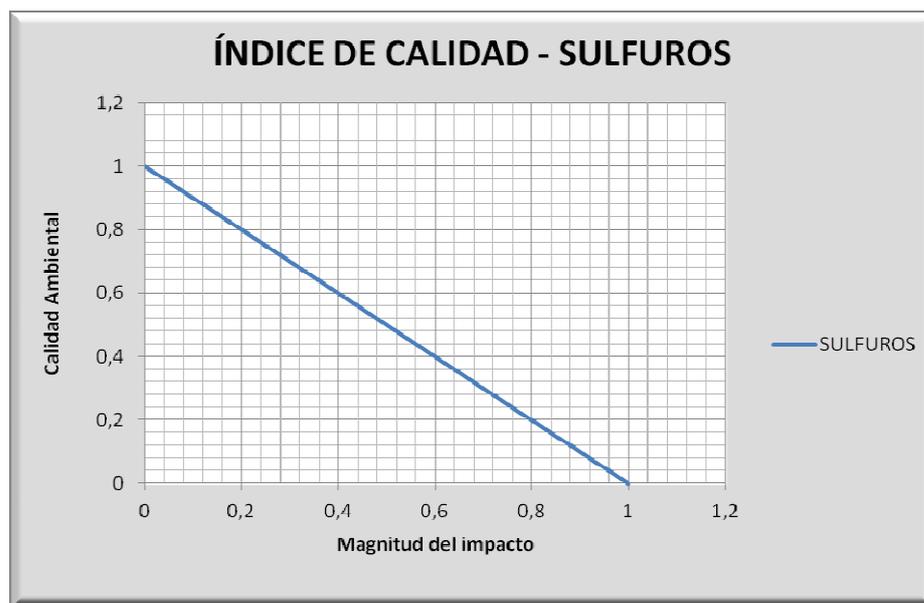


Figura 67. Variación de la Calidad Ambiental Vs Sulfuros

Para la evaluación del cloro activo se tiene la función de transformación mostrada en la Figura 68.

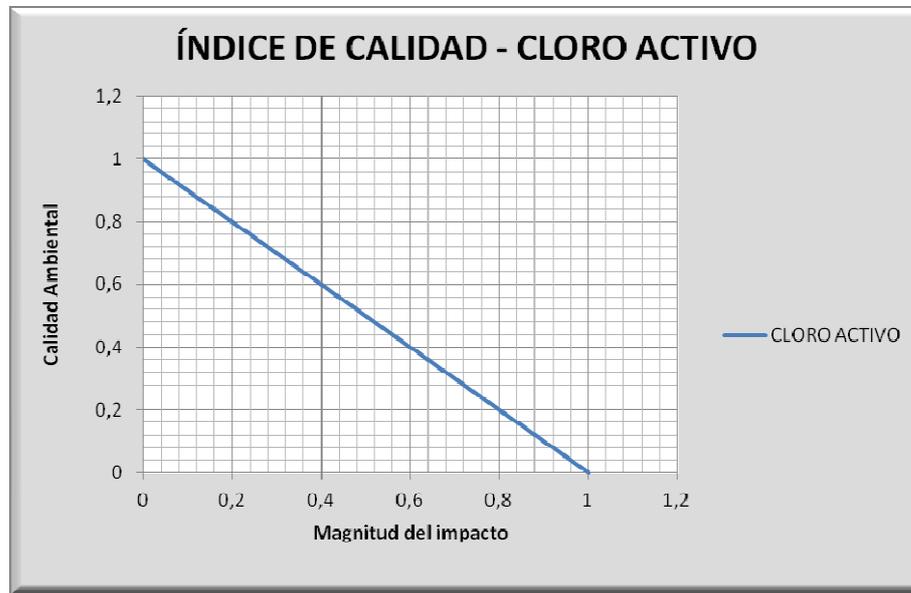


Figura 68. Variación de la Calidad Ambiental Vs Cloro Activo

Para la evaluación del oxígeno disuelto se tiene la función de transformación mostrada en la figura 69.

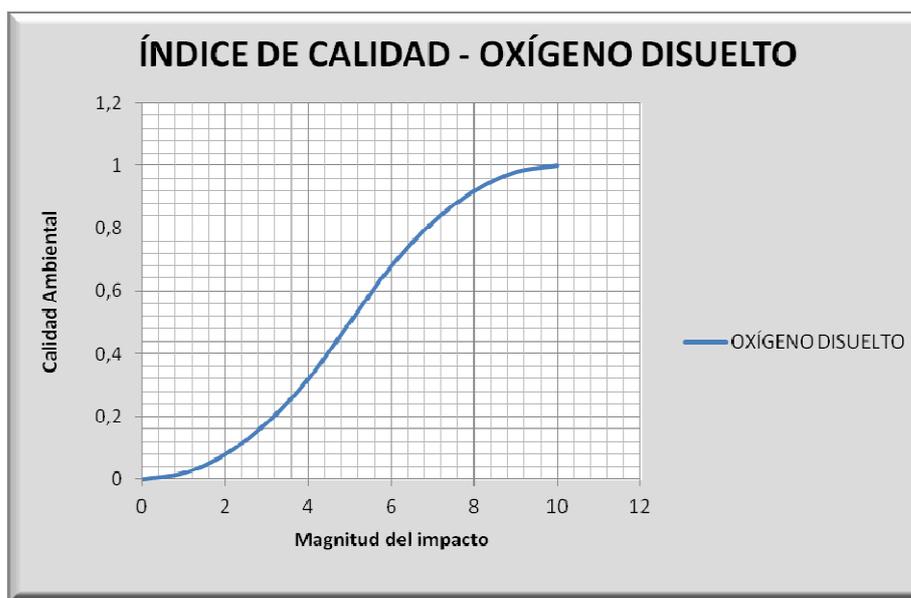


Figura 69. Variación de la Calidad Ambiental Vs Oxígeno Disuelto

Para la evaluación de los aceites y grasas se tiene la función de transformación mostrada en la figura 70.

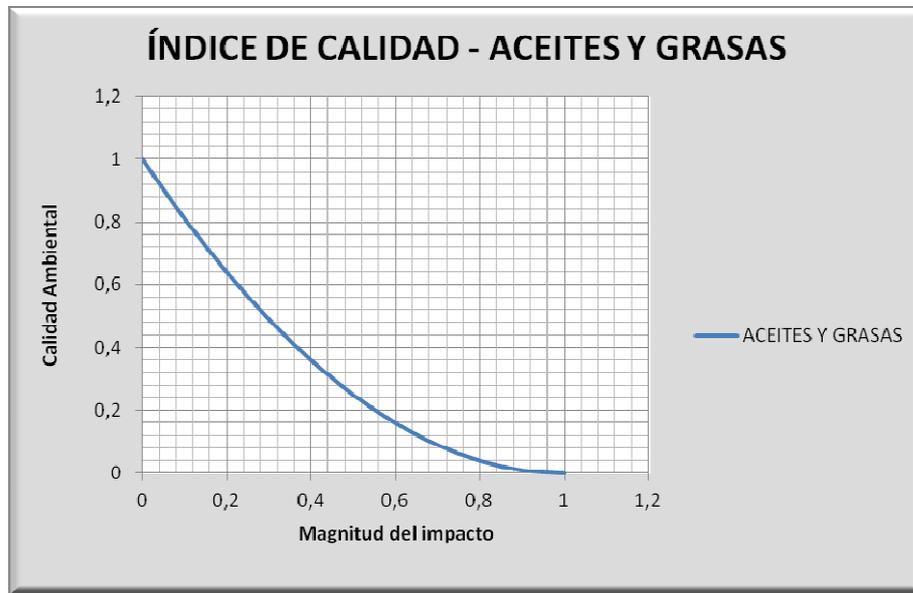


Figura 70. Variación de la Calidad Ambiental Vs Aceites y Grasas

Para la evaluación de la DQO se tiene la función de transformación mostrada en la figura 71.

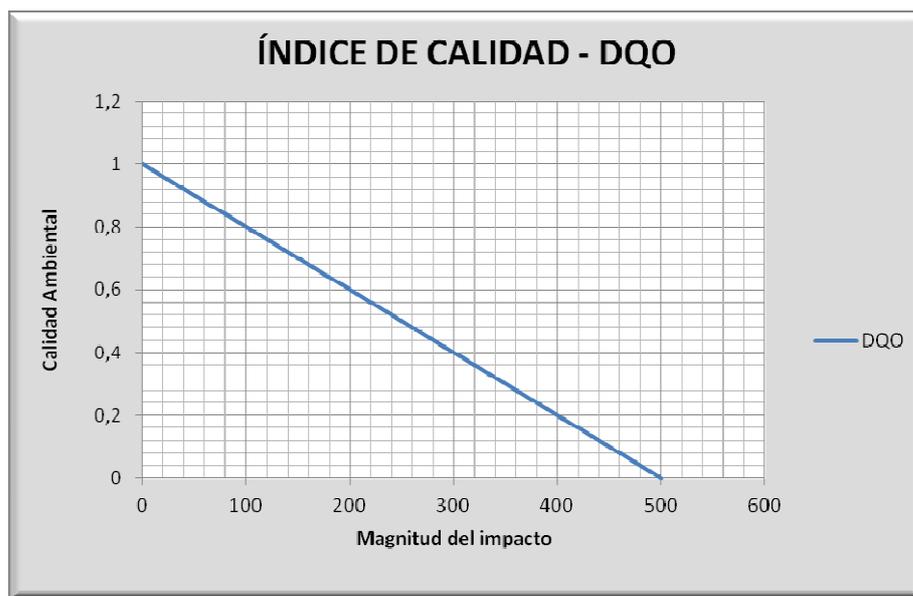


Figura 71. Variación de la Calidad Ambiental Vs DQO

Para la evaluación de la DBO_5 se tiene la función de transformación mostrada en la figura 72.

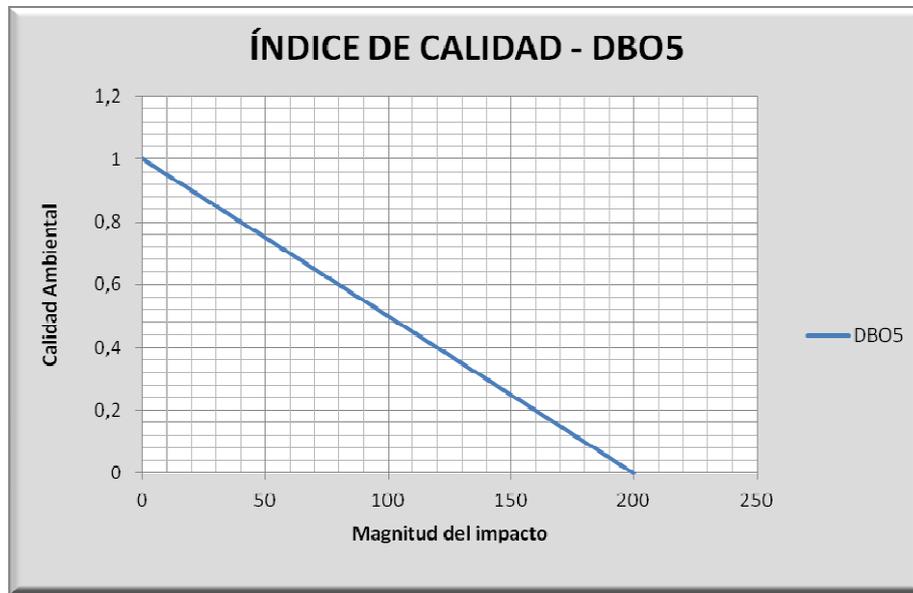


Figura 72. Variación de la Calidad Ambiental Vs DBO_5

Para la evaluación de los TPH se tiene la función de transformación mostrada en la figura 73.

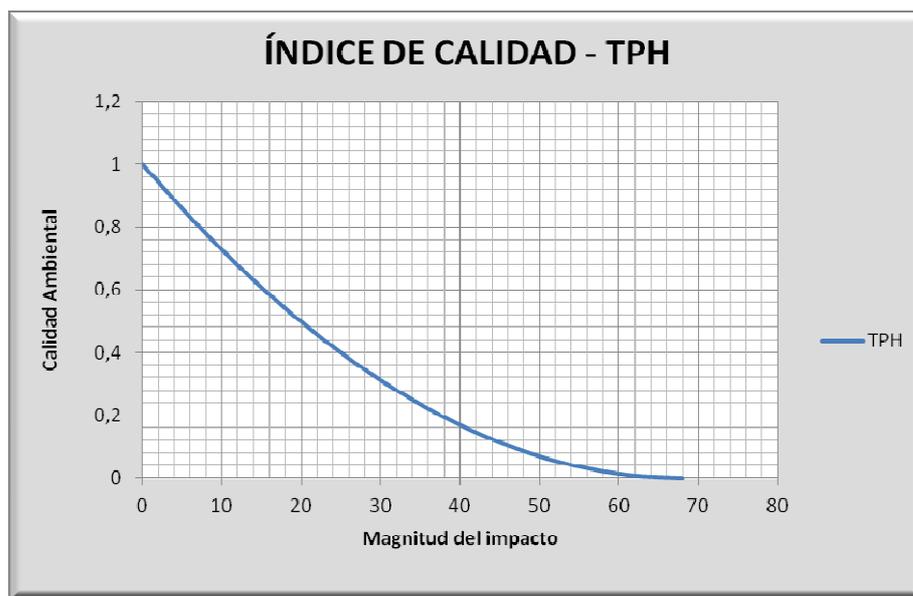


Figura 73. Variación de la Calidad Ambiental Vs TPH

Para la evaluación de los Fenoles se tiene la función de transformación mostrada en la figura 74.

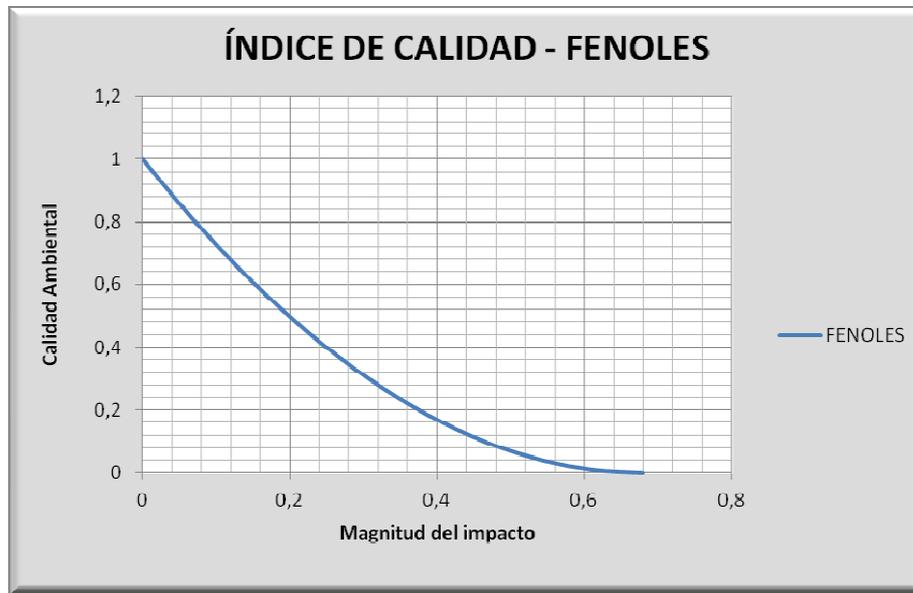


Figura 74. Variación de la Calidad Ambiental Vs Fenoles

Para la evaluación del Arsénico se tiene la función de transformación mostrada en la figura 75.

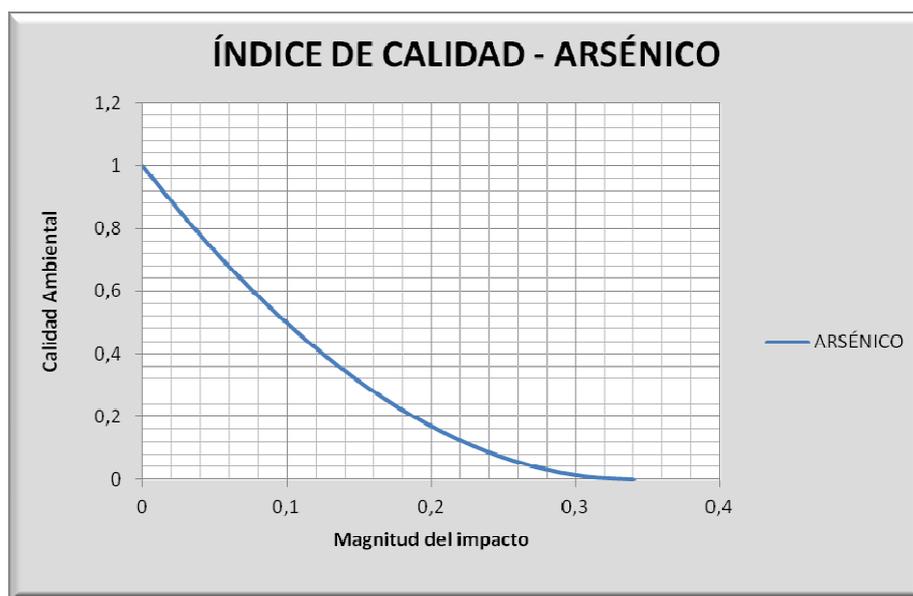


Figura 75. Variación de la Calidad Ambiental Vs Arsénico

Para la evaluación del Aluminio se tiene la función de transformación mostrada en la figura 76.

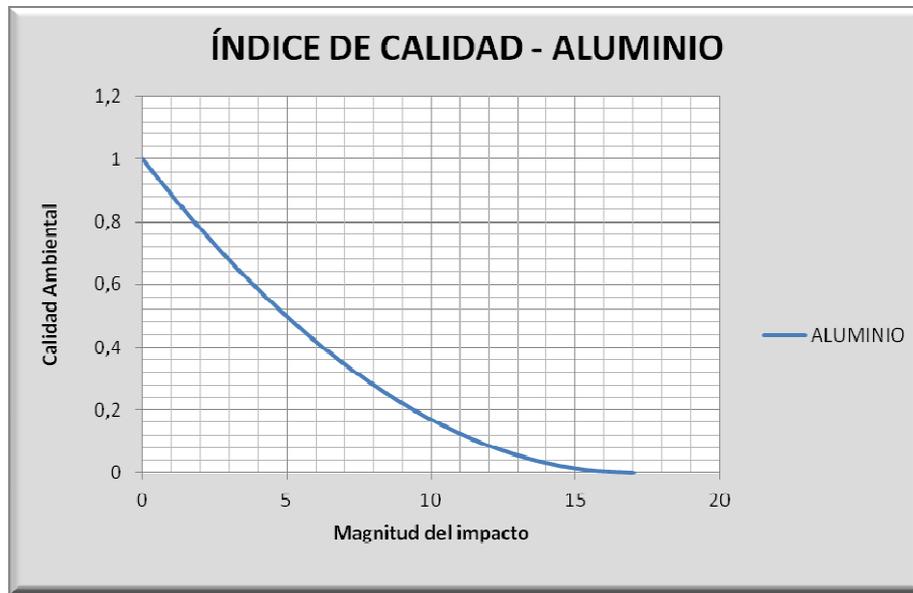


Figura 76. Variación de la Calidad Ambiental Vs Aluminio

Para la evaluación del Bario se tiene la función de transformación mostrada en la figura 77.

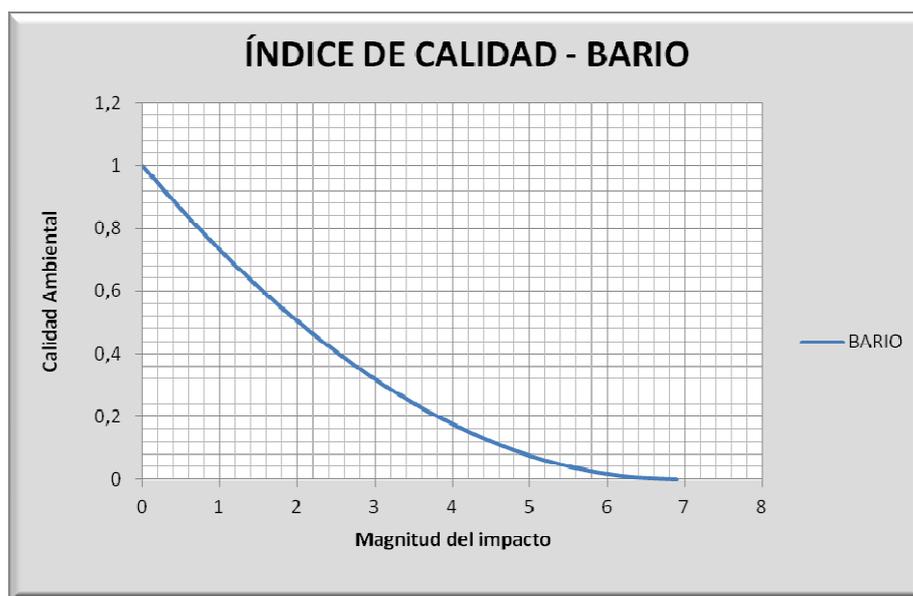


Figura 77. Variación de la Calidad Ambiental Vs Bario

Para la evaluación del Boro se tiene la función de transformación mostrada en la figura 78.

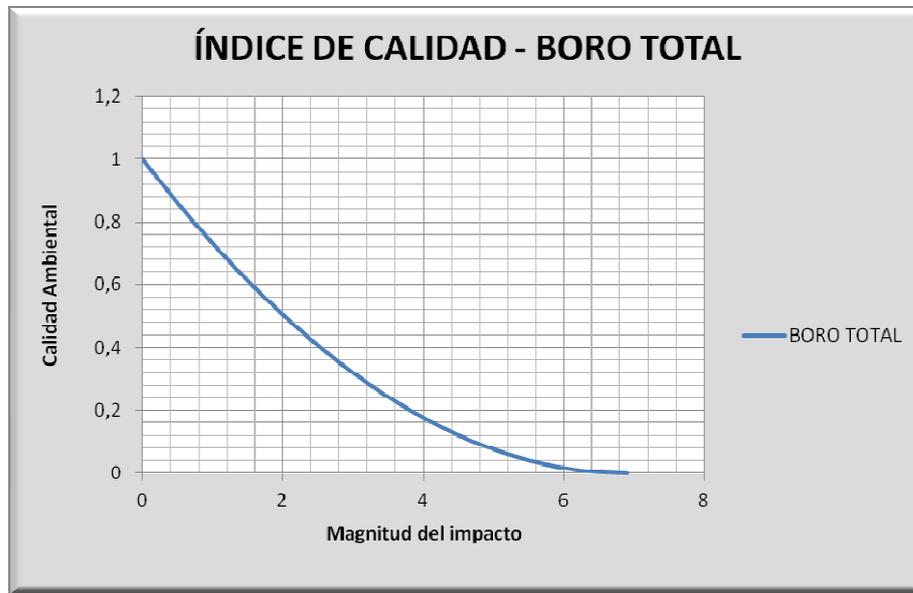


Figura 78. Variación de la Calidad Ambiental Vs Boro

Para la evaluación del Cadmio se tiene la función de transformación mostrada en la figura 79.

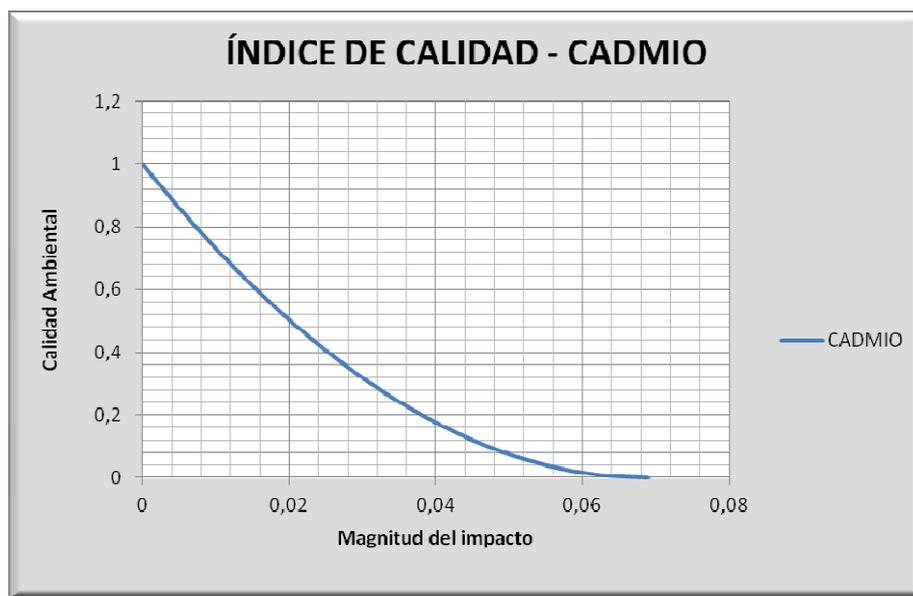


Figura 79. Variación de la Calidad Ambiental Vs Cadmio

Para la evaluación del Cobalto se tiene la función de transformación mostrada en la figura 80.

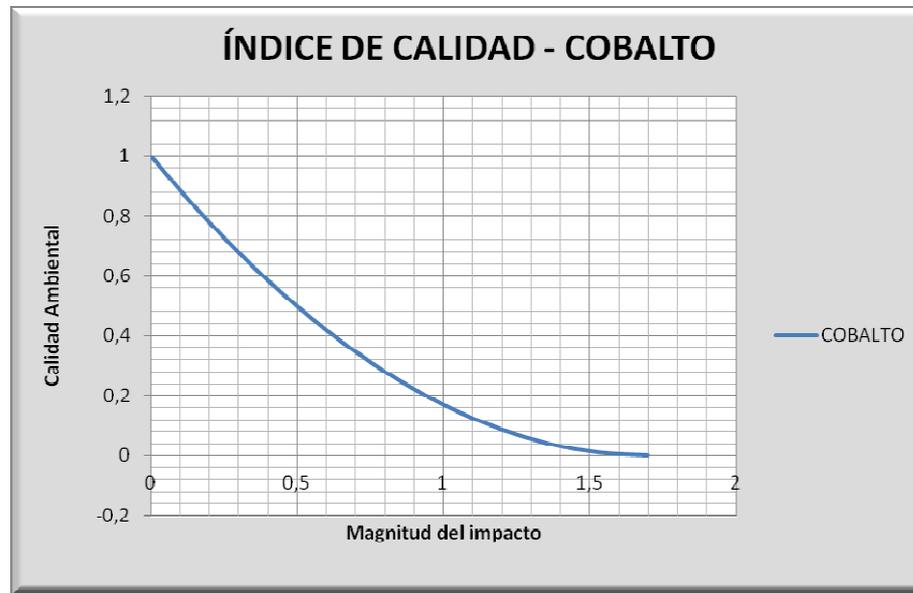


Figura 80. Variación de la Calidad Ambiental Vs Cobalto

Para la evaluación del Cobalto se tiene la función de transformación mostrada en la figura 81.

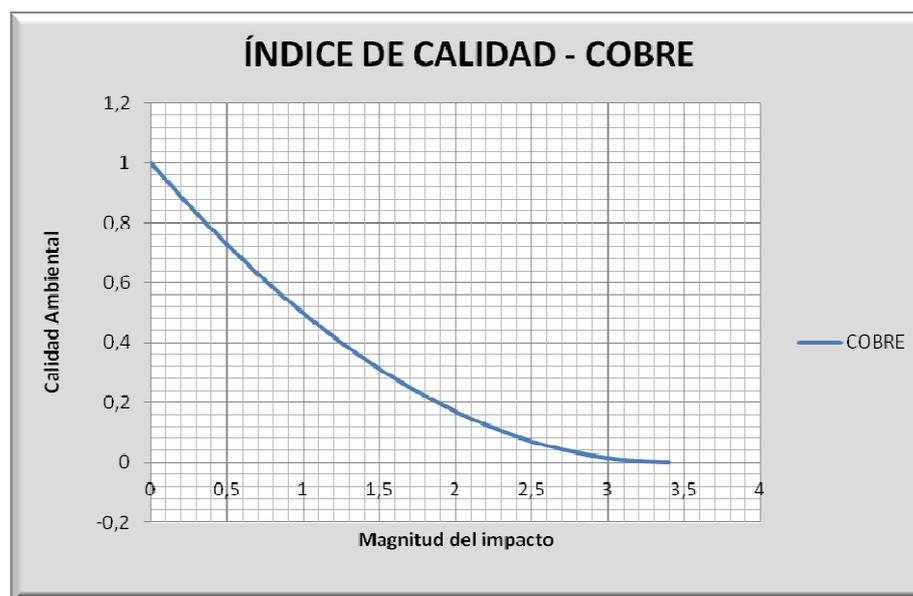


Figura 81. Variación de la Calidad Ambiental Vs Cobre

Para la evaluación del Cromo Hexavalente se tiene la función de transformación mostrada en la figura 82.

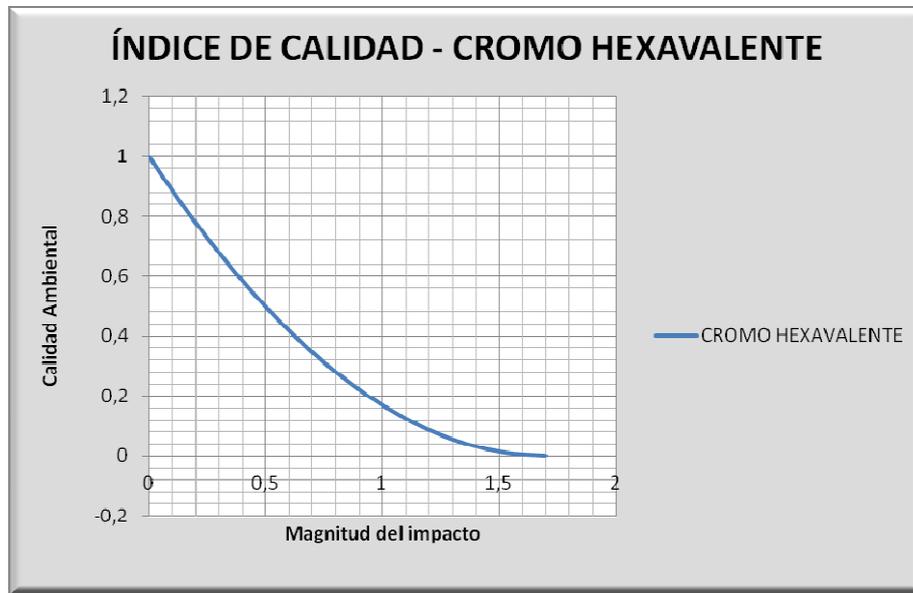


Figura 82. Variación de la Calidad Ambiental Vs Cromo Hexavalente

Para la evaluación del Estaño se tiene la función de transformación mostrada en la figura 83.

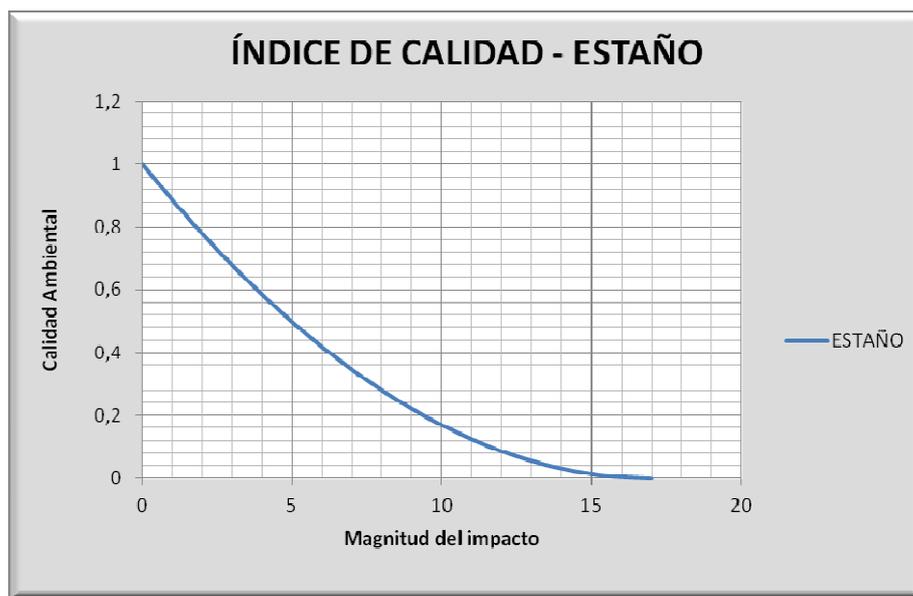


Figura 83. Variación de la Calidad Ambiental Vs Estaño

Para la evaluación del Hierro Total se tiene la función de transformación mostrada en la figura 84.

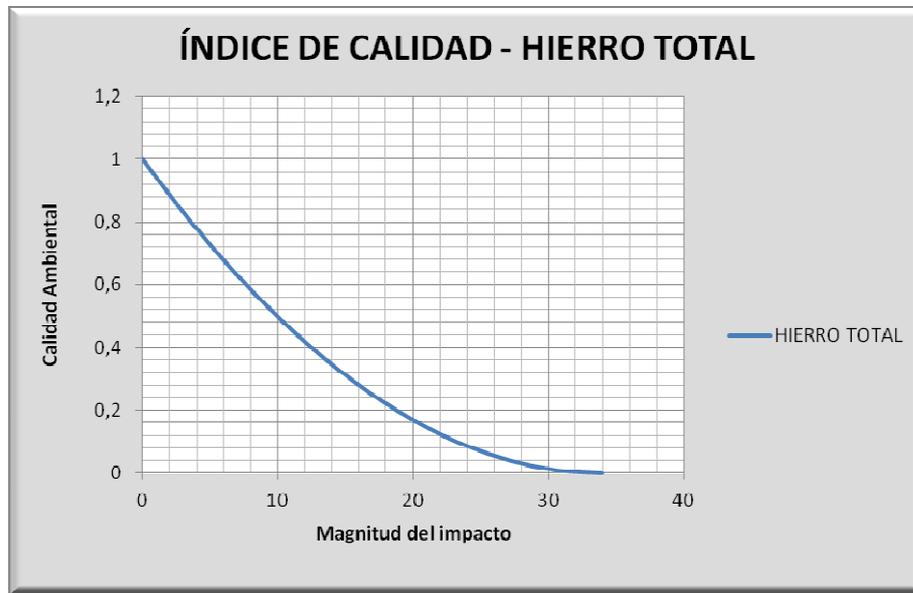


Figura 84. *Variación de la Calidad Ambiental Vs Hierro Total*

Para la evaluación del Manganeseo Total se tiene la función de transformación mostrada en la figura 85.

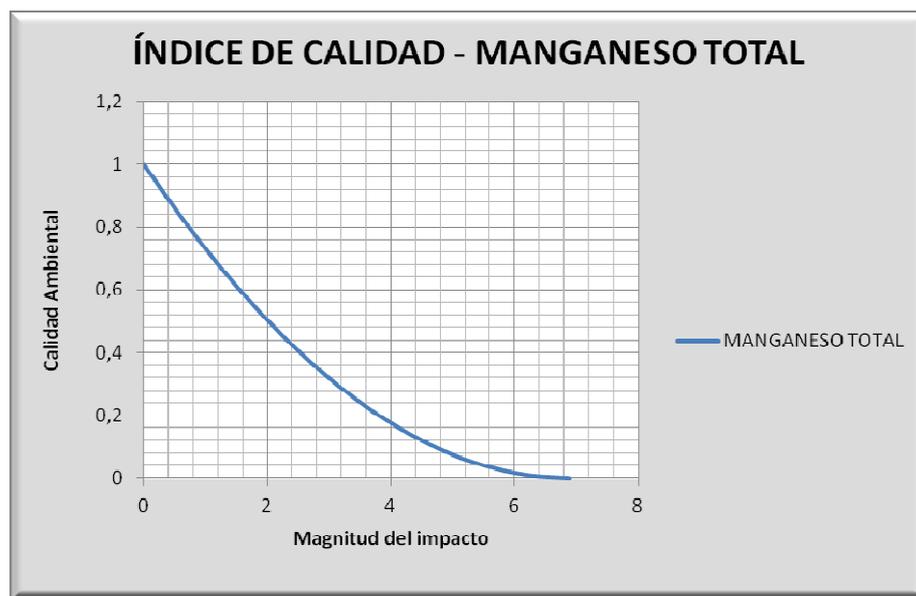


Figura 85. *Variación de la Calidad Ambiental Vs Manganeseo Total*

Para la evaluación del Mercurio Total se tiene la función de transformación mostrada en la figura 86.

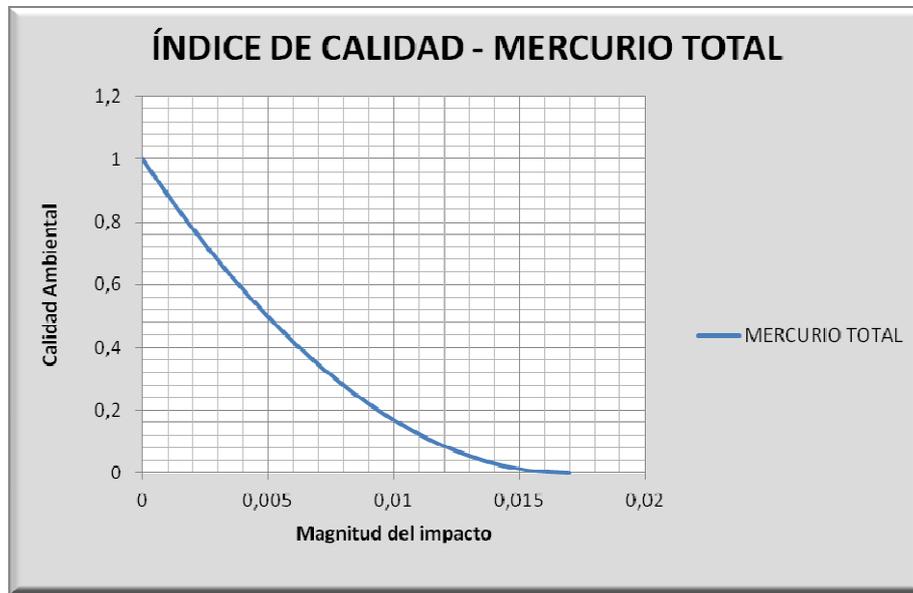


Figura 86. Variación de la Calidad Ambiental Vs Mercurio Total

Para la evaluación del Níquel se tiene la función de transformación mostrada en la figura 87.

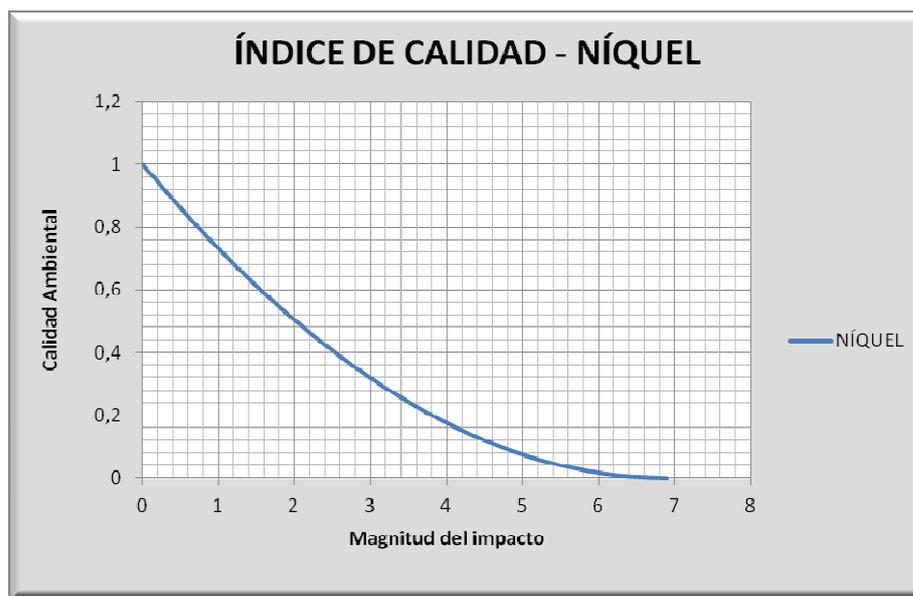


Figura 87. Variación de la Calidad Ambiental Vs Níquel

Para la evaluación del Plomo se tiene la función de transformación mostrada en la figura 88.

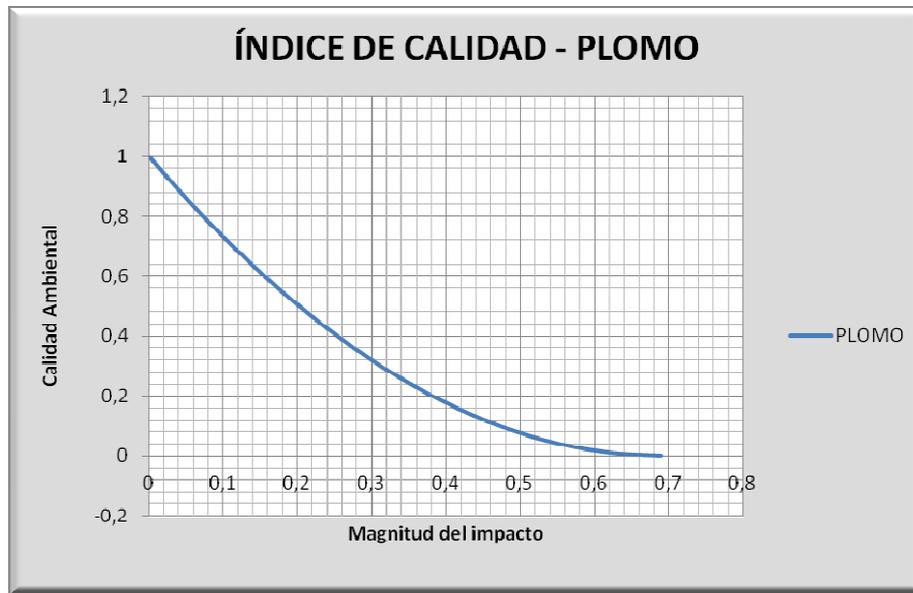


Figura 88. Variación de la Calidad Ambiental Vs Plomo

Para la evaluación del Zinc se tiene la función de transformación mostrada en la figura 89.

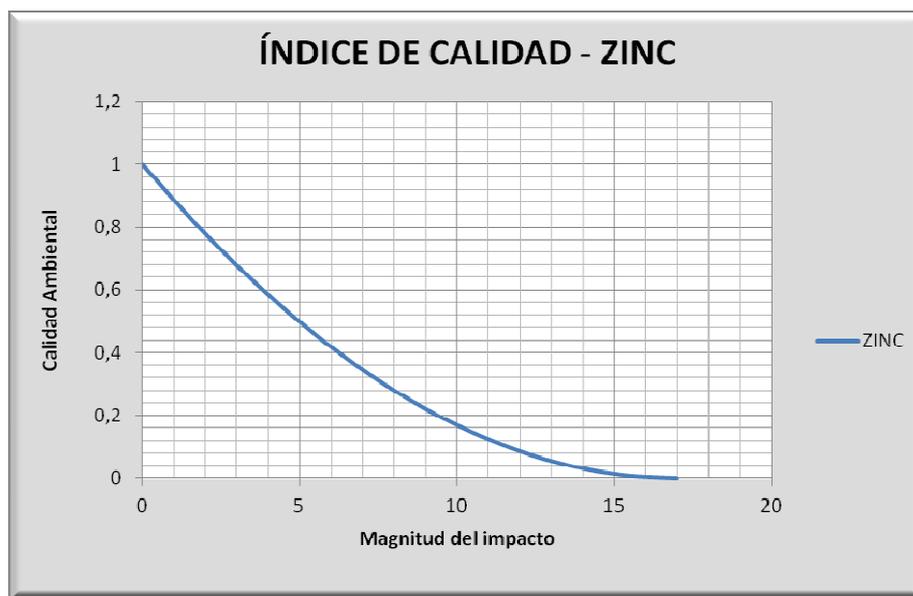


Figura 89. Variación de la Calidad Ambiental Vs Zinc

Para la evaluación del Selenio se tiene la función de transformación mostrada en la figura 90.

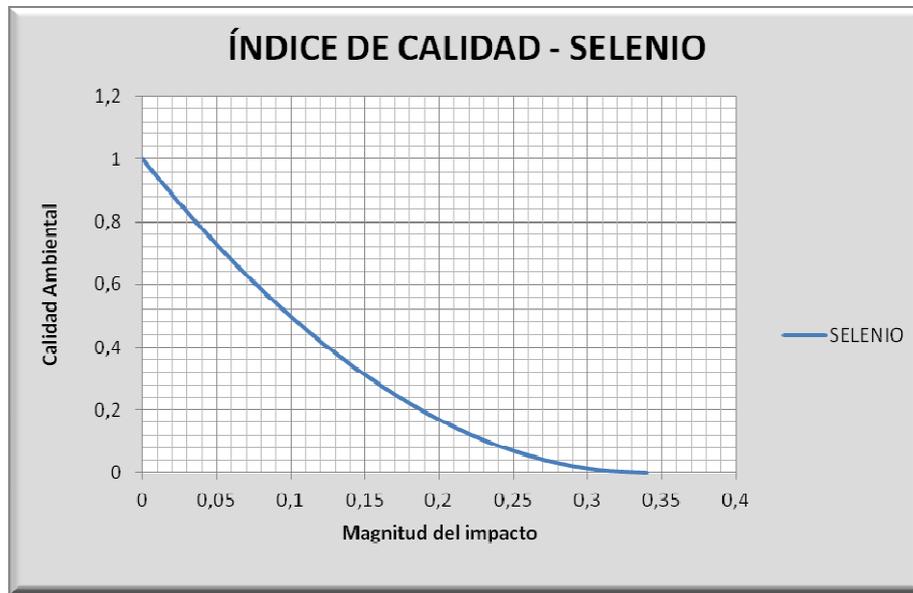


Figura 90. Variación de la Calidad Ambiental Vs Selenio

Para la evaluación del Vanadio se tiene la función de transformación mostrada en la figura 91.

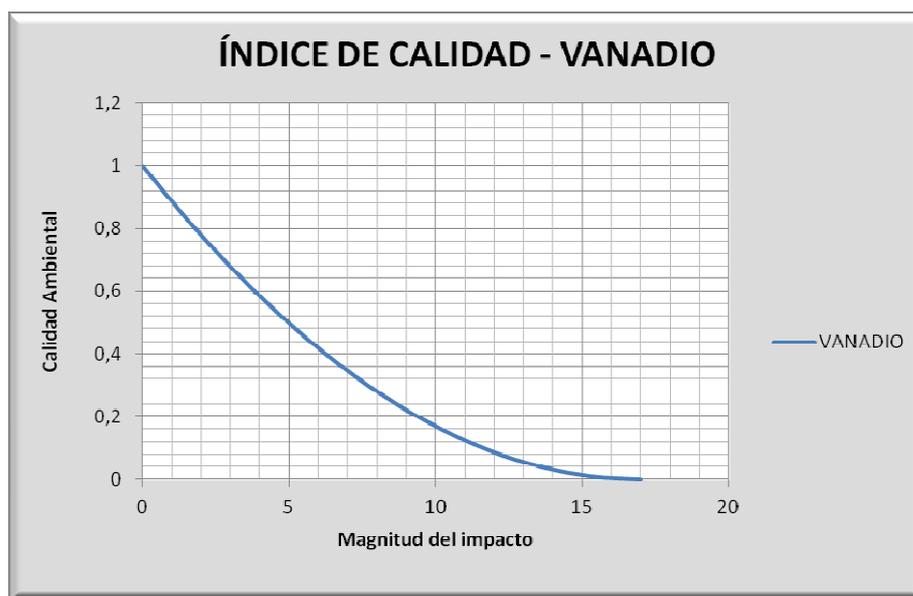


Figura 91. Variación de la Calidad Ambiental Vs Vanadio

Para la evaluación de la variación de Temperatura respecto de la temperatura ambiente se tiene la función de transformación mostrada en la figura 92.

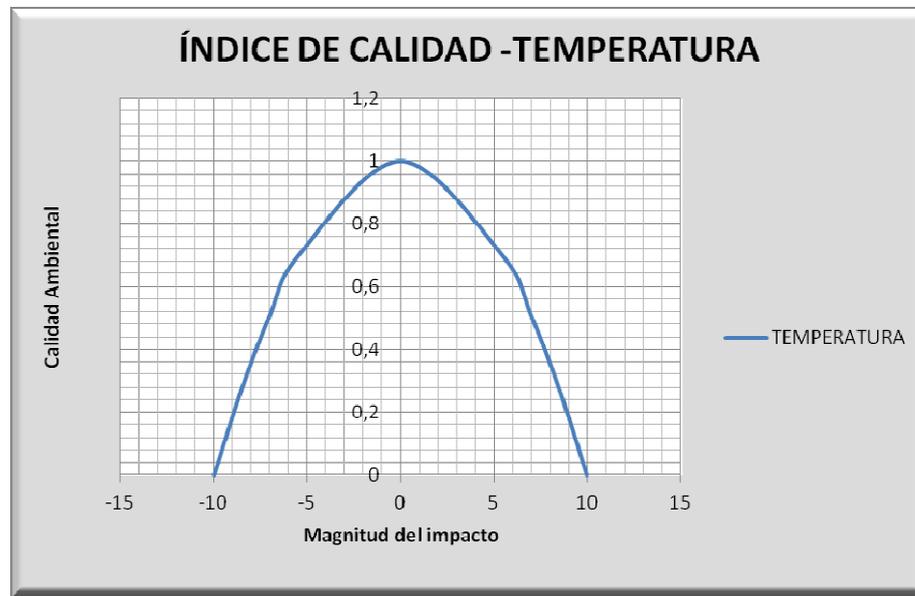


Figura 92. Variación de la Calidad Ambiental Vs Temperatura

Al efectuar las correspondientes lecturas en cada una de las gráficas de calidad ambiental (CA) se encuentra que:

Calidad ambiental para pH: 1,00

Calidad ambiental para conductividad: 1,00

Calidad ambiental para sólidos totales disueltos: 1,00

Calidad ambiental para sólidos sedimentables: 0,60

Calidad ambiental para sólidos suspendidos totales: 0,83

Calidad ambiental para sólidos totales: 0,79

Calidad ambiental para sulfatos: 1,00

Calidad ambiental para sulfitos: 0,75

Calidad ambiental para sulfuros 0,86

Calidad ambiental para cloro activo: 0,98

Calidad ambiental para oxígeno disuelto: 0,22

Calidad ambiental para aceites y grasas: 0,01
Calidad ambiental para DQO: 0,95
Calidad ambiental para DBO₅: 0,97
Calidad ambiental para TPH: 0,99
Calidad ambiental para fenoles: 0,97
Calidad ambiental para arsénico: 0,99
Calidad ambiental para aluminio: 0,99
Calidad ambiental para bario: 0,92
Calidad ambiental para boro: 0,76
Calidad ambiental para cadmio: 0,94
Calidad ambiental para cobalto: 0,98
Calidad ambiental para cobre: 0,99
Calidad ambiental para cromo hexavalente: 0,99
Calidad ambiental para estaño: 1,00
Calidad ambiental para hierro total: 0,73
Calidad ambiental para manganeso total: 1,00
Calidad ambiental para mercurio total: 0,89
Calidad ambiental para níquel: 0,99
Calidad ambiental para plomo: 0,94
Calidad ambiental para zinc: 1,00
Calidad ambiental para selenio: 0,99
Calidad ambiental para vanadio: 0,99
Calidad ambiental para temperatura: 0,36

ii. Cálculo del caudal de dilución.

Es importante tomar en consideración la tasa de aportación de vertidos líquidos al cuerpo receptor. Se infiere, para este caso, que la relación entre el caudal del vertimiento y el caudal del cuerpo receptor es de 1 a 10, entonces, $Q_{\text{vert}} / Q_{\text{recep}}$ será 0.1

iii. Cálculo del indicador del impacto por vertimiento de aguas residuales de tipo industrial

Se requiere aplicar la siguiente ecuación:

$$I_{\text{vert. ARI}} = (\sum Ca_{\text{fqb}}) / n * [1 - (Q_{\text{vert}} \div Q_{\text{recep}})] * 100$$

$I_{\text{vert. ARI}}$ Indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales industriales valor entre 0 y 100.

Ca_{fq} Calidad ambiental del parámetro fisicoquímico analizado: valor 0 y 1

Q_{vert} Caudal del vertimiento (l/s).

Q_{recep} Caudal de la primera fuente receptora continua que recibe el vertimiento (l/s).

n Número de parámetros evaluados

Reemplazando los valores, se obtiene:

$$I_{\text{vert. ARI}} = (29,33) / 34 * [1 - 0,1] * 100$$

$$I_{\text{vert. ARI}} = 77,63 \text{ unidades}$$

4.3.2. Impacto por Emisiones Gaseosas

Siguiendo un procedimiento idéntico al explicado para las aguas residuales industriales, se obtendrá el $I_{\text{EMISIONES}}$. Para tal efecto se supondrán los siguientes valores:

Tabla 30. *Emisiones gaseosas*

PARÁMETRO	VALOR
Material Particulado (mg/Nm ³)	346
Dióxido de Azufre (mg/Nm ³)	2379
Óxidos de Nitrógeno (mg/Nm ³)	572
Monóxido de Carbono (mg/Nm ³)	131

Las funciones de transformación recomendadas para estos parámetros son:

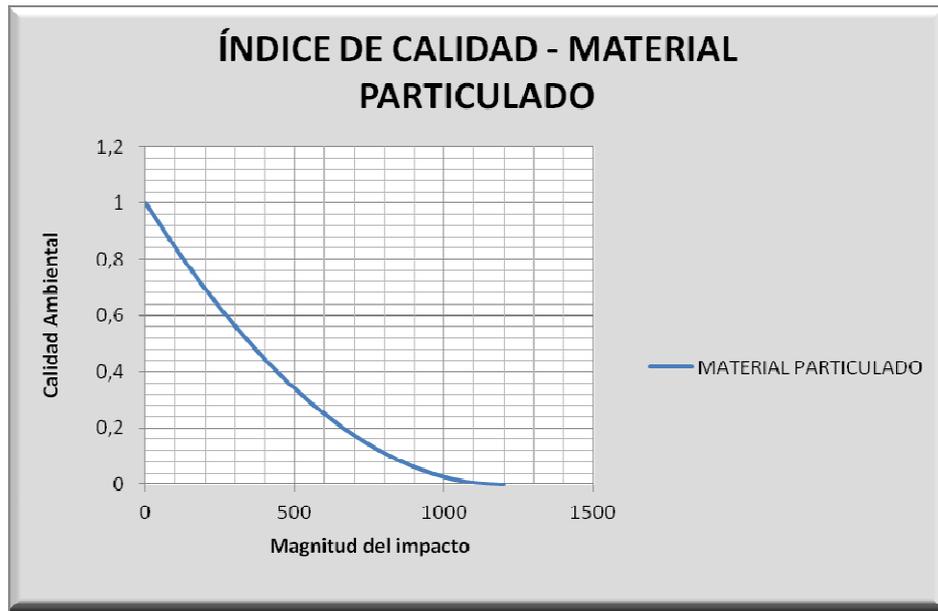


Figura 93. Variación de la Calidad Ambiental Vs Material Particulado

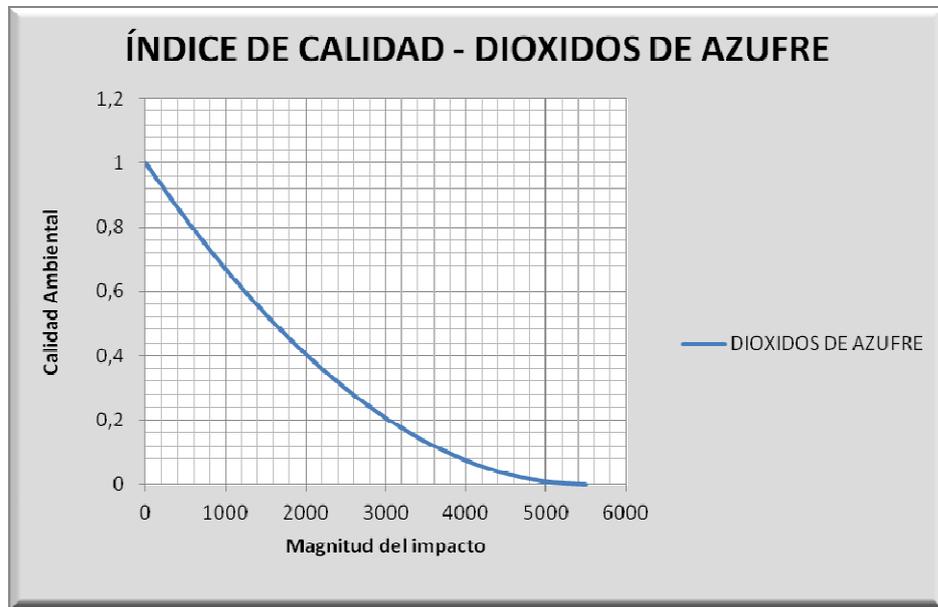


Figura 94. Variación de la Calidad Ambiental Vs Dióxidos de Azufre

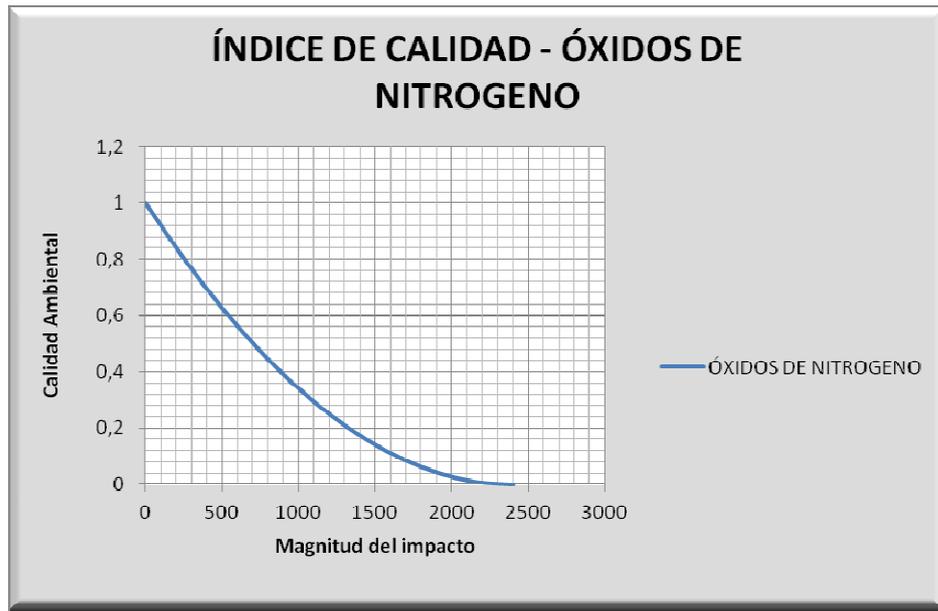


Figura 95. Variación de la Calidad Ambiental Vs Óxidos de Nitrógeno

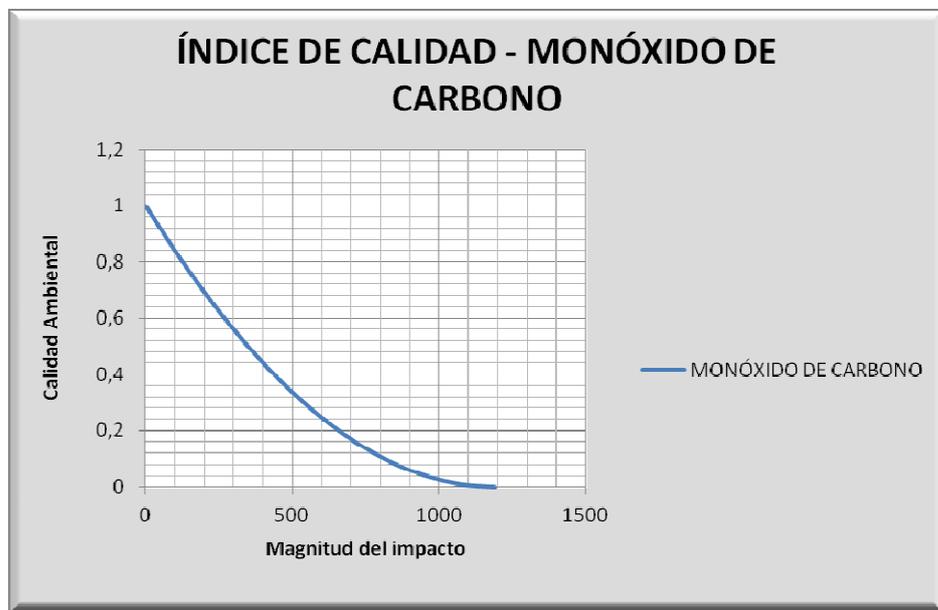


Figura 96. Variación de la Calidad Ambiental Vs Monóxido de Carbono

La lectura en cada una de las gráficas arroja los siguientes valores de calidad ambiental (CA):

Calidad ambiental para MP: 0,51

Calidad ambiental para Dióxido de azufre: 0,32

Calidad ambiental para Óxidos de nitrógeno: 0,58

Calidad ambiental para Monóxido de Carbono: 0,79

La ecuación para determinar el indicador es:

$$I_{\text{Emisiones}} = [(Ca_{CO} + Ca_{SO_2} + Ca_{MP} + Ca_{NO_x})/n]$$

$I_{\text{Emisiones}}$: Indicador de impacto por emisiones: Valor entre 0 y 100

Ca_{CO} : Calidad ambiental por Monóxido de carbono: Valor entre 0 y 1

Ca_{SO_2} : Calidad ambiental por dióxido de azufre: Valor entre 0 y 1

Ca_{NO_x} : Calidad ambiental por óxidos de nitrógeno: Valor entre 0 y 1

Ca_{MP} : Calidad ambiental por material particulado: Valor entre 0 y 1

n: Número de parámetros analizados en el indicador

Al reemplazar los valores, se obtiene:

$$I_{\text{EMISIONES}} = [(0,51 + 0,32 + 0,58 + 0,79)/4]*100$$

$$I_{\text{EMISIONES}} = 55 \text{ unidades}$$

4.3.3. Indicador del impacto por afectación al suelo

Este indicador podrá ser especialmente importante para monitorear y controlar la degradación del suelo, la disminución en su calidad y de su impacto en el bienestar de la humanidad y el ambiente. Los indicadores de calidad del suelo pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas, o procesos que ocurren en él y permiten monitorear el impacto de las intervenciones

antrópicas. La expresión matemática que relaciona estos dos parámetros, es la siguiente:

$$I_{\text{Suelo}} = (\sum Ca_{\text{fqb}}) / n * 100$$

En donde:

I_{SUELO}: Indicador de Calidad de suelo (valor entre 0 y 100)

Ca_{fqb}: Calidad ambiental del parámetro fisicoquímico analizado: valor 0 y 1

n: Número de parámetros evaluados

Siguiendo un procedimiento idéntico al explicado utilizando las funciones de transformación adecuadas, se obtendrá el I_{Suelos}. Para tal efecto se supondrán los siguientes valores:

Tabla 31. *Caracterización de suelos*

PARÁMETROS	UNIDAD	MUESTRA	
		BLANCO	M1
Potencial de Hidrógeno	-	7,73	7,45
Conductividad	mmhos/cm	0,1314	0,179
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)	mg/kg	<0,58	1,3
Hidrocarburos Totales	mg/kg	<100	6800
Cadmio	mg/kg	0,168	0,29
Níquel	mg/kg	15,3	68,1
Plomo	mg/kg	1,29	4,36
Vanadio	mg/kg	60,1	131

La función de transformación recomendada para evaluar la calidad ambiental de los parámetros relacionados a los impactos al factor suelo es la siguiente:



Figura 97. Variación de la Calidad Ambiental Vs Afectación al suelo

La lectura en cada una de las gráficas arroja los siguientes valores de calidad ambiental (CA):

Calidad ambiental para pH: 1

Calidad ambiental para Conductividad: 1

Calidad ambiental para HAP's: 1

Calidad ambiental para TPH: 1

Calidad ambiental para Cadmio: 0,67

Calidad ambiental para Níquel: 0,33

Calidad ambiental para Plomo: 0,33

Calidad ambiental para Vanadio: 0,67

La ecuación para determinar el indicador es:

$$I_{\text{Suelo}} = (\sum Ca_{fqb}) / n * 100$$

Reemplazando los valores, se obtiene:

$$I_{\text{Suelos}} = (1 + 1 + 1 + 1 + 0,67 + 0,33 + 0,33 + 0,67) / 8 * 100$$

$$I_{\text{Suelos}} = 75 \text{ unidades}$$

En las condiciones planteadas la Calidad Ambiental resulto de 0,75 y el I_{SUELO} de 75 unidades.

4.3.4. Indicador del Impacto por Generación de Ruido

El I_{RUIDO} es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas.

El I_{RUIDO} se estructuró en función de la siguiente relación matemática:

$$I_{\text{RUIDO}} = (Ca_{-ri} / n) * 100$$

En donde :

I_{RUIDO} : Indicador de impacto por ruido: valor entre 0 y 100.

Ca_{-ri} : Calidad ambiental por ruido i: valor de 0 a 1.

n :Número de parámetros evaluados

Siguiendo un procedimiento idéntico al explicado para los indicadores de impacto anteriores se obtendrá el I_{RUIDO} . Para tal efecto se supondrán los siguientes valores:

Tabla 32. *Monitoreo de Ruido*

LUGAR DE MEDICIÓN	dBA	CALIDAD AMBIENTAL
Rivera del Rio, Tolita 1	52	0,77
Barrio frente a la Boca Toma	54,5	0,73
Malla perimetral, acceso campamento	49,0	0,83

Carretera frente a Refinería Estatal de Esmeraldas	72,1	0,46
Frente al Colegio "Ángel Barbizotti"	53,4	0,75
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE dBA	70	

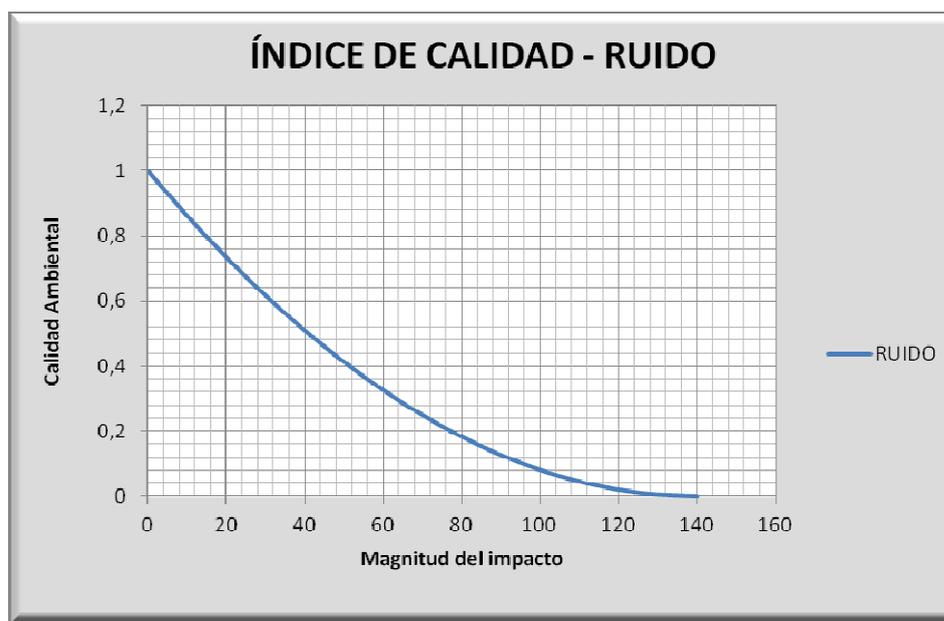


Figura 98. Variación de la Calidad Ambiental Vs Ruido

La ecuación para determinar el indicador es:

$$I_{\text{RUIDO}} = (\sum C_{a-ri} / n) * 100$$

Reemplazando los valores, se obtiene:

$$I_{\text{RUIDO}} = (0,77 + 0,73 + 0,83 + 0,46 + 0,75) / 5 * 100$$

$$I_{\text{RUIDO}} = 70,89 \text{ unidades}$$

4.3.5. Valor del Indicador de Impacto Ambiental

El cálculo del valor del indicador de impacto ambiental se efectúa mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$I_{IA} = [\sum (I_i * UI_i) / 100]$$

En donde:

I_{IA} : Indicador global de impacto ambiental: valor entre 0 y 100.

I_i : Indicador de impacto ambiental generado por el impacto i : valor entre 0 y 100.

UI_i : Unidades de importancia para el impacto i : valor entre 0 y 1.000

La asignación de las Unidades de Importancia se basa, como se mencionó anteriormente en la distribución de 1000 puntos entre los impactos identificados. Para efectos del ejercicio ilustrativo se suponen los valores relacionados a continuación, sobre la base de un puntaje equitativo (500 puntos) tanto para el componente biofísico como para el socioeconómico:

Tabla 33. *Indicador del Impacto Ambiental*

COMPONENTE	IMPACTO POTENCIAL	UI
BIOFÍSICO (500)	Incremento de niveles de ruido	50
	Deterioro calidad del aire (50)	50
	Deterioro de calidad del agua	50
	<ul style="list-style-type: none"> • Vertimiento aguas residuales exploración • Vertimiento aguas residuales domésticas 	50
	Inducción o acentuación procesos erosivos (100)	100
	Desestabilización de taludes (50)	50
	Contaminación del suelo (50)	50
	Afectación de la cobertura vegetal (50)	50
	Afectación de comunidades faunísticas (50)	50

SOCIO-ECONÓMICO (500)	Modificación del paisaje	50
	Generación de expectativas	50
	Generación de molestias ocasionales a comunidad	50
	Afectación del patrimonio histórico y arqueológico	150
	Generación de empleo	100
	Beneficio comunitario por construcción o adecuación de infraestructura física	100

Como resultado del cálculo citado, se obtiene que el valor de I_{IA} es de 69,63 según lo expresa los resultados mostrados en la tabla 34.

Tabla 34. Resultado del Impacto Ambiental

INDICADOR	VALOR I_i	UI	$I_i * UI / \sum UI$
$I_{vert. ARI.}$	77,63	50	19,41
$I_{Emisiones}$	55,01	50	13,75
I_{Suelos}	75	50	18,75
I_{Ruido}	70,89	50	17,72
SUMATORIA			69,63
I_{IA}			69,63

4.4. INDICADOR DE GESTIÓN AMBIENTAL

Finalmente, el valor del I_{GA} será de 75,66 unidades, el cual se obtiene aplicando la ecuación:

$$I_{GA} = I_{PMA} * Fp_{PMA} + I_{Permisos} * Fp_{Perm.} + I_{IA} * Fp_{IA}$$

Tabla 35. *Indicador de Gestión Ambiental*

INDICADOR	VALOR I_i	F_p	$I_i * F_p$
I_{PMA}	94,59	0,2	18,92
$I_{Permisos}$	80	0,1	8,0
I_{IA}	69,63	0,7	48,74
I_{GA}			75,66

Este resultado indica la posibilidad de que esta empresa mejore su desempeño ambiental en cerca de un 24,34 %.

A continuación se presenta en la tabla 36 una tabulación de los resultados de los diferentes componentes evaluados que conforman los diferentes indicadores de desempeño y que integralmente representan el desempeño de la gestión ambiental de la Central Termoesmeraldas.

Analizando los resultados, poniendo atención a los valores más bajos de los componentes se observa que el indicador de Impacto ambiental presenta los valores más bajos, a su vez esta incidido por el bajo valor del indicador de impacto por emisiones gaseosas, el mismo que a su vez tiene el valor más bajo en el indicador de calidad ambiental del parámetro dióxido de azufre SO₂.

De igual manera se puede realizar el análisis para cada componente principal y componentes secundarios que conforman el indicador de Gestión Ambiental (IGA) aquí propuesto.

Este análisis ayuda a tener una lectura objetiva y sustentada de cual o cuales pueden ser los principales puntos de mejora en cuanto al desempeño de la gestión ambiental para el periodo de análisis de referencia.

Tabla 36. *Indicador de Desempeño de Gestión Ambiental*

INDICADOR DE GESTION AMBIENTAL (IGA)							
COMPONENTES PRINCIPALES	COMPONENTES SECUNDARIOS	SIMBOLO	VALOR I-i	Fp	I*FP	Ig-i	IgA
INDICADOR DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL I _{PMA}	INDICADOR PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	IPP	100,00	0,20	20,00	18,92	75,67%
	INDICADOR MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	IPM	67,83	0,20	13,57		
	INDICADOR PROGRAMA DE COMPENSACIONES	IPMC	92,82	0,20	18,56		
	INDICADOR PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS	IPMD	100,00	0,20	20,00		
	INDICADOR DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO	ICA	93,00	0,20	18,60		
	INDICADOR MONITOREO AMBIENTAL Y SEGUIMIENTO	IPM&S	99,11	0,20	19,82		
	INDICADOR PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL	IPPC	100,00	0,20	20,00		
	INDICADOR PROG.DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL	IPSISO	100,00	0,20	20,00		
	INDICADOR PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	IPC	100,00	0,20	20,00		
	INDICADOR DE AUDITORÍAS AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO	IAA	93,43	0,20	18,69		
	INDICADOR DE PERMISOS AMBIENTALES I _{permisos}	PERMISOS OBTENIDOS	IPERM	80	0,10		
PERMISOS REQUERIDOS		IREQ					
INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL I _{IA}	INDICADOR DE IMPACTO POR VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES	IVERTRES	77,63	0,70	54,34	48,74	
	INDICADOR DE IMPACTO POR EMISIONES GASEOSAS	IEMISIONES	55,01	0,70	38,51		
	INDICADOR DE IMPACTO POR RUIDO	IRUIDO	70,89	0,70	49,62		
	INDICADOR DE IMPACTO POR SUELO	ISUELO	75,00	0,70	52,50		

A continuación en la tabla 37 se presenta los resultados comparativos que reflejan si se cumple la hipótesis planteada respecto de que si la implementación de nuevos indicadores de desempeño contribuye a mejorar los resultados de la gestión ambiental de la Central Térmica Termoesmeraldas.

Tabla 37. Análisis de resultados de nuevos indicadores de gestión vs. Indicadores iniciales

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE NUEVOS INDICADORES DE GESTIÓN VS. INDICADORES INICIALES				
PROYECTO - ACTIVIDAD	TAREAS	COMPARACION INDICADORES		RESULTADO
		IGA _i	IGA _f	IGA _f > IGA _i
VERIFICAR CUMPLIMIENTO LEGAL	Realizar auditorias y estudios de acuerdo a lo que indica el "Reglamento para Actividades Eléctricas" del CONELEC	100,00%	93,00%	✗
	Ejecutar plan de mejora derivado de la auditoría	85,00%	64,00%	✗
	Realizar Monitoreo Ambiental: Aire, Agua, Suelo y Ruido. Laboratorio Externo Certificado	90,00%	99,00%	✓
	Realizar Auditorias Internas de Cumplimiento de la Norma ISO 14001 y Cumplimiento Legal	75,00%	93,00%	✓
	Obtener Licencia Ambiental	75,00%	0,00%	✗
GESTIONAR EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN INTERNA	Concienciar e incentivar al personal en el cumplimiento de los procedimientos	70,00%	93,00%	✓
	Talleres para Actualizar Información del Sistema Gestión Ambiental	40,00%	93,00%	✓
	Actualizar conocimientos del Sistema Gestión Ambiental	50,00%	93,00%	✓
GESTIONAR REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	Participar en la gestión para Contratar y conseguir un avance del 100% en "Optimizar Control Automático de la Caldera".	100,00%	64,00%	✗
	Gestionar el estudio de factibilidad de planta desulfuradora y filtros de material particulado	25,00%	64,00%	✓
	Gestionar la compra de los filtros de material particulado	25,00%	64,00%	✓
GESTIONAR REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	Completar construcción piscina de derrames de Combustible.	100,00%	100,00%	✓
	Participar en la gestión para la Construcción de la planta de tratamiento de residuos líquidos industriales.	80,00%	64,00%	✗
	Gestionar el tratamiento de las aguas residuales durante operación y mantenimiento	100,00%	100,00%	✓
GESTIONAR REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Gestionar oportunamente la disposición final de los desechos sólidos contaminados.	100,00%	100,00%	✓
	Gestionar oportunamente la disposición final de los aceites contaminados.	100,00%	100,00%	✓
	Tratar suelos contaminados.	80,00%	100,00%	✓
	Programa de reciclaje de papel, plástico, pilas	80,00%	100,00%	✓
MANTENER CONTROL DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE DURANTE OPERACIÓN NORMAL	Mantener control diario de la Combustión	100,00%	100,00%	✓
	Mantener control quincenal de la calidad de los efluentes	100,00%	100,00%	✓
	Manejo de lodos, filtrado, ensacado, secado y almacenado	100,00%	100,00%	✓
	Monitoreo Interno mensual de aire	100,00%	100,00%	✓
MANTENER CONTROL DE USO DE RECURSOS NO RENOVABLES	Mantener control de reposición al ciclo térmico < 2,2%.	100,00%	93,00%	✗
	Mantener el consumo no industrial de agua potable hasta diciembre del 2011, con relación al consumo promedio del año 2010.	100,00%	93,00%	✗
	Mantener control de consumo auxiliares eléctricos para máxima carga	100,00%	93,00%	✗
	IGA	84,60%	86,52%	✓

Para el análisis comparativo de los indicadores propuestos versus los indicadores de cumplimiento iniciales, fue necesario realizar comparaciones individuales de las actividades que se relacionan entre los objetivos ambientales y los planes o programas descritos en el nuevo indicador de gestión ambiental, como por ejemplo las actividades de auditorías de los objetivos ambientales y el programa de auditorías de la nueva propuesta de IGA.

Se analizaron 25 tareas, de las cuales 17 demuestran mejores resultados de cumplimiento con la nueva metodología de evaluación de desempeño, representando el 68 % de tareas con indicadores de desempeño ambiental con mejores resultados respecto de la metodología de cumplimiento de objetivos ambientales.

Respecto del indicador general que evalúa el desempeño de las 25 tareas descritas en este análisis, se evidencia un resultado de desempeño muy parejo aun teniendo en cuenta que el método de análisis de cumplimiento con los anteriores indicadores incluye ponderaciones para los diferentes programas de acuerdo a lo declarado en la matriz del POA (Plan Operativo Anual).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. En la propuesta se adoptaron indicadores que relacionan las principales operaciones o acciones productivas y administrativas que directa o indirectamente producen diversos efectos sobre los factores ambientales de la zona de influencia y que reflejan significativamente los aspectos e impactos ambientales gestionados con responsabilidad social.
2. Se realizó una evaluación de la Gestión Ambiental en cuanto a la efectividad y eficacia de los planes y programas propuestos, o adoptados, con respecto a las metas inicialmente establecidas.
3. Mediante la implementación de los indicadores propuestos se ha podido evaluar de manera cualitativa y cuantitativa los diferentes componentes que inciden en el desempeño de la gestión ambiental de Termoesmeraldas.
4. En relación al resultado los indicadores propuestos versus los indicadores de cumplimiento iniciales, se analizaron 25 tareas, de las cuales 17 demuestran mejores resultados de cumplimiento con la nueva metodología de evaluación de desempeño, representando el 68 % de tareas con indicadores de desempeño ambiental con mejores resultados respecto de la metodología de cumplimiento de objetivos ambientales.
5. A partir de los resultados de la evaluación de desempeño, se puede establecer las estrategias preventivas y correctivas para mejorar la gestión ambiental y social de la empresa, si resulta pertinente.

6. Se obtuvo un indicador general de gestión ambiental que permitió evaluar fácil y rápidamente el nivel de gestión de la empresa.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Para la implementación final de esta propuesta de indicadores de gestión se recomienda interactuar con los departamentos de las áreas ambiental, financiera y de planificación con el objeto de tener como insumos los datos actualizados y así obtener información última y vigente que refleje la situación actual al momento de realizar análisis para la posterior toma de decisiones correctivas o mejorativas.
2. En este estudio se ha realizado el análisis del desempeño de la Gestión Ambiental con información consolidada del año 2011, es decir el análisis fue para el periodo de un año sin embargo se puede utilizar para realizar análisis para periodos más cortos como por ejemplo semestrales, trimestrales o mensuales de ser conveniente.
3. También se puede utilizar para realizar análisis de desempeños parciales como por ejemplo determinar cuál sería el desempeño de un componente específico como el caso del Indicador de Impactos Ambientales, Indicador de Permisos o de Plan de Manejo; así mismo se puede hacer seguimiento del desempeño de cada subcomponente de los indicadores ya mencionados.
4. Se recomienda estudiar nuevos componentes (factores socio-económicos) para ser incluidos como nuevos indicadores, que representen los factores socioeconómicos del área de influencia directa.

BIBLIOGRAFÍA

- Canter, Larry, 1998. Manual de Evaluación del Impacto Ambiental, Segunda Edición (Primera en Español), McGraw Hill/Interamericana de España
- Cañadas, I. 1983. El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador.
- Conesa Fernández – Vitoria, Vicente; Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental; Mundi – Prensa ; Madrid, 2010
- EFFICACITAS, Auditoria Ambiental de cumplimiento 2011 CELEC EP- Unidad de Negocio Termoesmeraldas, 2012
- EFFICACITAS, Actualización al Plan de Manejo Ambiental Central Térmica Esmeraldas CELEC EP- TERMOESMERALDAS, 2011
- EFFICACITAS, Reducción de Emisiones de SO₂ y Optimización de Emisiones de material particulado, 2005
- Espinoza Guillermo; Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental; BID-CED; Santiago - Chile, 2007.
- Garmendia, A; Salvador, A; Crespo, C; Evaluación de impacto ambiental; Pearson Educación S.A., Madrid, 2005
- Gómez O., Domingo; Evaluación de Impacto Ambiental; Mundi-Prensa Libros S.A.; 2002
- INAMHI. Revistas Meteorológicas 1978-2001.
- INOCAR, 1999,2000 Acta Oceanográfica
- Jogersen. P.M., S. León-Yáñez. Catálogo de Plantas Vasculares. MO St Louis Missouri.

- Josimar Ribeiro de Almeida; Paulo Sergio Moreira Soares; Análisis y evaluaciones de impactos ambientales; CETEM/MCT, Rio de Janeiro, 2008.
- Krebs, Ch. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición. Harla. México.
- Ministerio de Energía y Minas (2001). Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíficas en el Ecuador. Decreto No. 1215, publicado en el Registro Oficial No. 265 del 13 de febrero del 2001. Ecuador.
- Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador, LEY DE GESTION AMBIENTAL, Capítulo VI anexo 4, publicado RO/ 245 de 30 de Julio de 1999. Ecuador.
- Ministerio de Salud Pública (1991). Reglamento que Establece las Normas de Calidad del Aire y sus Métodos de Medición. Registro Oficial No. 726, publicado el 15 de julio de 1991. Ecuador
- SAMBITO, Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Proyecto Termoesmeraldas II, 2009
- Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- SIISE, 2002. Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador, versión 2.5, Ministerios del Frente Social, INEC, CONAMU, CEPAR, INFA.

PAGINA WEB

- Ministerio de Ambiente (2008). Guía Ambiental exploración de Carbón (On line).
http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/carbon_exploracion/contenid/evaluaci.htm#EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EXPLORACIÓN CARBONÍFERA

ABREVIATURAS Y ACRONIMOS

°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
AA1	Auto transformador, relaciones de voltaje 138:69:13.8 kv
AAI	Auditoria Ambiental Inicial
API	American Petroleum Institute
C.E.	Conductividad Eléctrica
CAR	Calentador de Aire Regenerativo
CELEC EP	Corporación Ecuatoriana de Electricidad Empresa Pública
CEM's	Campos Electromagnéticos
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
CONSEP	Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas
CTE	Central Térmica Esmeraldas
dB(A)	Decibelios (A)
DBO₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DEMI	Desmineralizada
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EIAD	Estudio de impacto ambiental definitivo
EPA	Environmental Protection Agency, Agencia de Protección Ambiental
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
ESPE	Escuela Politécnica del Ejército
HAP's	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
Hz	Hertz
IGA	Indicador de Gestión Ambiental
IGA_f	Indicador de Gestión Ambiental final
IGA_i	Indicador de Gestión Ambiental inicial
IIA	Indicador de Impacto Ambiental
ISO	International Organization for Standardization.

kg/cm²	kilogramos por centímetro cuadrado
kV	kilovoltio
kVA	kilovoltio-Amperio
lb/hora	libras por hora
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³/h	Metro cubico por hora
mg/Nm³	Miligramos por metro cubico normalizado
MT1	Main Transformer, Transformador principal
MW	Megawatio
NPSeq	Nivel de Presión Sonora Equivalente
pH	Potencial de hidrogeniones
PM	Particulate Matter, Material Particulado
PMA	Plan de Manejo Ambiental
POA	Plan Operativo Anual
psi	Poundal square inch (libras por pulgada cuadrada)
RPM	Revoluciones por minuto
SGA	Sistema De Gestión Ambiental
SNI	Sistema Nacional Interconectado
STO	Transformador reductor que conecta la línea a Sto. Domingo
Ton/hora	Toneladas por hora
TPH	Hidrocarburos Totales de Petróleo
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
TULSMA	Texto Unificado de la Legislación Secundaria Medioambiental
UNT	Unidad de Negocio Termoesmeraldas
UT1	Transformador de unidad, relación de voltaje 13.8:416 kv
UTM	Universal Transverse Mercator, Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator
VIA	Valoración de Impacto Ambiental
WGS84	World Geodetic System 84, Sistema Geodésico Mundial 84
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical