



# PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DOCUMENTO 2148-04-EV-ST-020

REVISIÓN No. 0


Revisión	Modificaciones	Fecha
0	Emisión Original	2012-03-30

### Elaboración – Revisión – Aprobación

Revisión	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0	SAG/HMV		HMV		HMV	

Los derechos de autor de este documento son de HMV INGENIEROS LTDA., que queda exonerada de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado.




	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

### CONTENIDO GENERAL

<b>VOLUMEN I</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Documento</b>
Resumen ejecutivo	2148-04-EV-ST-020-00
Capítulo 1 – Generalidades	2148-04-EV-ST-020-01
Capítulo 2 – Descripción del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-02
<b>VOLUMEN II</b>	
Capítulo 3 – Caracterización del área de influencia del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-03
<b>VOLUMEN III</b>	
Capítulo 4 – Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	2148-04-EV-ST-020-04
Capítulo 5 – Evaluación ambiental	2148-04-EV-ST-020-05
Capítulo 6 – Zonificación de manejo ambiental del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-06
Capítulo 7 – Plan de manejo ambiental	2148-04-EV-ST-020-07
Capítulo 8 – Plan de seguimiento y monitoreo del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-04
Capítulo 9 – Plan de contingencia	2148-04-EV-ST-020-09
Capítulo 10 - Plan de abandono y restauración final	2148-04-EV-ST-020-10
Capítulo 11 - Plan de inversión del 1%	2148-04-EV-ST-020-11
Bibliografía	2148-04-EV-ST-020-12
<b>VOLUMEN IV</b>	
Anexos	2148-04-EV-ST-020-13
<b>VOLUMEN V</b>	
Planos	2148-04-EV-ST-020-14



	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

## TABLA DE CONTENIDO

		Pag
<b>1</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>1-1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN	1-1
1.2	OBJETIVOS	1-3
1.3	ANTECEDENTES	1-3
1.4	ALCANCES	1-5
1.5	METODOLOGÍA	1-5
1.5.1	Medio físico	1-5
1.5.1.1	Geología y geomorfología	1-5
1.5.1.2	Suelos y usos potenciales	1-6
1.5.1.3	Hidrología	1-6
1.5.1.4	Calidad del agua	1-6
1.5.1.5	Usos del agua	1-7
1.5.1.6	Atmosfera	1-8
1.5.1.7	Paisaje	1-8
1.5.2	Medio biótico	1-8
1.5.2.1	Flora	1-8
1.5.2.2	Fauna terrestre	1-9
1.5.2.3	Fauna acuática	1-11
1.5.3	Medio socioeconómico	1-11
1.5.4	Identificación y evaluación de impactos	1-12
1.5.5	Elaboración de mapas temáticos	1-12
1.6	GRUPO DE TRABAJO	1-13
1.7	MARCO NORMATIVO	1-15

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>2-5</b>
2.1	LOCALIZACIÓN	2-5
2.2	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	2-5
2.2.1	Obras de captación	2-5
2.2.2	Canal de conducción	2-6
2.2.3	Desarenador	2-6
2.2.4	Obras de conducción	2-7
2.2.5	Casa de máquinas	2-8
2.2.6	Obras de descarga	2-11
2.2.7	Subestación y línea de conexión	2-11
2.2.8	Vías de acceso	2-12
2.2.9	Campamentos, oficinas y talleres	2-15
2.2.10	Zonas de préstamo y sitios de depósito de materiales	2-16
2.2.11	Volúmenes de descapote, cortes y llenos	2-19
2.2.12	Energía para construcción	2-20
2.2.13	Agua para construcción	2-21
2.3	PROCESO CONSTRUCTIVO	2-21
2.3.1	Diseño y licitación de construcción	2-21
2.3.2	Movilización	2-21
2.3.3	Adecuaciones iniciales	2-21
2.3.4	Movimientos de tierra	2-22
2.3.5	Construcción de vías de acceso	2-22
2.3.6	Construcción de la subestación	2-22
2.3.7	Excavación de túneles	2-22
2.3.8	Construcción y montaje de la tubería a presión y de alivio	2-23
2.3.9	Construcción del azud y la captación	2-23
2.3.10	Construcción de la casa de máquinas	2-24
2.3.11	Requerimientos de equipo a emplear	2-24
2.4	PRESUPUESTOS Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO	2-26
2.4.1	Cronograma de construcción	2-26
2.4.2	Presupuesto del Proyecto	2-28
2.5	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA HIDROELÉCTRICA	2-28
2.5.1	Operación	2-28


**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

2.5.2	Mantenimiento	2-29
2.5.3	Descripción de las características técnicas de la operación	2-29
<b>3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>3-1</b>
3.1	ÁREAS DE ESTUDIO Y ÁREAS DE INFLUENCIA	3-1
3.1.1	Área de Influencia Directa (AID)	3-2
3.1.2	Área de Influencia Indirecta (AII)	3-2
3.2	MEDIO ABIÓTICO	3-3
3.2.1	Geología	3-3
3.2.1.1	Geología regional	3-4
3.2.1.2	Geología local	3-6
3.2.1.3	Geología estructural	3-9
3.2.2	Geomorfología	3-13
3.2.2.1	Marco regional	3-13
3.2.2.2	Geomorfología local	3-13
3.2.2.3	Procesos morfodinámicos	3-17
3.2.3	Suelos	3-18
3.2.3.1	Consociación Calderas (CL)	3-19
3.2.3.2	Asociación Yarumal (YA)	3-19
3.2.3.3	Asociación Zaragoza (ZC)	3-19
3.2.3.4	Complejo Girardota (GS)	3-20
3.2.3.5	Asociación Poblano (PO)	3-20
3.2.4	Usos potenciales	3-20
3.2.5	Hidrología	3-22
3.2.5.1	Caudales medios	3-25
3.2.5.2	Caudales mínimos	3-29
3.2.5.3	Caudales máximos	3-30
3.2.5.4	Transporte de sedimentos	3-42
3.2.6	Usos del agua	3-43
3.2.6.1	Identificación de fuentes de agua y sus respectivos usuarios	3-43
3.2.6.2	Posibles conflictos	3-46
3.2.7	Calidad del agua	3-47
3.1.1.1	Descripción de sitios de muestreo	3-49


**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

3.1.1.2 Metodología	3-53
3.1.1.3 Resultados	3-58
3.1.1.4 Caracterización hidrobiológica	3-78
3.2.8 Sismicidad	3-93
3.2.9 Atmósfera	3-94
3.2.9.1 Clima	3-94
3.2.9.2 Calidad del aire	3-101
3.2.9.3 Ruido	3-107
3.2.10 Paisaje	3-110
3.2.10.1 Provincia fisiográfica	3-110
3.2.10.2 Región climática	3-110
3.2.10.3 Gran paisaje	3-111
3.2.10.4 Paisaje	3-111
3.3 MEDIO BIÓTICO	3-115
3.3.1 Ecosistemas terrestres	3-115
3.3.1.1 Flora	3-115
3.3.1.2 Fauna	3-186
3.3.2 Ecosistemas acuáticos	3-247
3.3.2.1 Metodología	3-248
3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO	3-259
3.4.1 Dimensión Demográfica	3-259
3.4.1.1 Área de influencia indirecta	3-259
3.4.1.2 Área de influencia directa	3-274
3.4.2 Dimensión espacial	3-287
3.4.2.1 Área de influencia indirecta	3-287
3.4.2.2 Área de influencia directa	3-302
3.4.3 Dimensión económica	3-312
3.4.3.1 Área de influencia indirecta	3-312
3.4.3.2 Área de influencia directa	3-334
3.4.4 Dimensión cultural	3-358
3.4.4.1 Área de influencia indirecta	3-358
3.4.4.2 Área de influencia directa	3-365
3.4.5 Aspectos arqueológicos	3-385



	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			


3.4.5.1	Antecedentes y temáticas de investigación	3-385
3.4.5.2	La prospección arqueológica	3-393
3.4.5.3	Los vestigios materiales asociaciones culturales y cronología	3-437
3.4.6	Dimensión político-organizativa	3-446
3.4.6.1	Aspectos Políticos	3-446
3.4.6.2	Convivencia y seguridad	3-448
3.4.6.3	Participación comunitaria	3-461
3.4.6.4	Organización y presencia institucional	3-465
3.4.7	Tendencias del desarrollo	3-469
3.4.8	Información sobre población a resentar	3-475
3.5	<b>ZONIFICACIÓN AMBIENTAL</b>	3-479
3.5.1	Generalidades	3-479
3.5.2	Medio Abiótico	3-479
3.5.2.1	Zonificación ambiental por el componente agua	3-479
3.5.2.2	Zonificación ambiental por el componente suelo.	3-480
3.5.2.3	Zonificación para el componente aire	3-486
3.5.3	Medio Biótico	3-486
3.5.4	Complejidad estructural	3-487
3.5.5	Capacidad de recuperación	3-487
3.5.6	Medio Socioeconómico	3-488
3.5.6.1	Movilidad	3-488
3.5.6.2	Conflicto armado y desplazamiento forzado	3-489
3.5.6.3	Actividad habitual	3-490
3.5.6.4	Densidad poblacional	3-491
3.5.6.5	Tipo de pobladores	3-492
3.5.6.6	Calidad de la infraestructura de servicios sociales	3-493
3.5.6.7	Sensibilidad social	3-496
3.5.7	Zonificación ambiental General	3-498
<b>4</b>	<b>DEMANDA DE RECURSOS NATURALES</b>	<b>4-1</b>
4.1	CONCESIÓN DE AGUAS	4-1
4.1.1	Río San Matías	4-1
4.1.2	Quebrada 6.	4-4

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

4.1.3	Quebrada 5.	4-4
4.2	OCUPACIÓN DE CAUCE	4-4
4.2.1	Obras en el río San Matías	4-4
4.2.1.1	Obras de captación	4-4
4.2.1.2	Estructura de descarga al río San Matías	4-5
4.2.2	Corrientes menores	4-5
4.2.2.1	Quebradas en las vías de acceso proyectadas	4-5
4.2.2.2	Quebrada en el canal de descarga	4-7
4.2.3	Estudios hidráulicos	4-7
4.2.3.1	Obras en el río San Matías en zona de captación	4-8
4.2.3.2	Obras en el río San Matías en zona de descarga	4-9
4.2.3.3	Corrientes menores	4-10
4.2.4	Socavación	4-11
4.2.5	Dinámica fluvial de sectores intervenidos	4-12
4.2.5.1	Obras en el río San Matías en zona de captación	4-12
4.2.5.2	Quebradas en las vías de acceso proyectadas	4-12
4.3	VERTIMIENTOS	4-13
4.4	APROVECHAMIENTO FORESTAL	4-17
4.5	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	4-21
4.6	RESIDUOS SÓLIDOS	4-22
4.7	MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN	4-22
4.8	ZONAS DE DEPÓSITO	4-22
<b>5</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS</b>	<b>5-1</b>
5.1	GENERALIDADES	5-1
5.2	METODOLOGÍA	5-1
5.2.1	Evaluación cualitativa	5-1
5.2.2	Impactos acumulativos	5-7
5.1.1.1	Generalidades	5-7
5.1.1.2	Procesos de acumulación	5-9
5.2.3	Evaluación económica de impactos	5-10
5.2.4	Generalidades	5-10
5.2.5	Proyección de Impactos	5-11

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

5.2.5.1 Método de precios de mercado	5-14
5.2.5.2 Método basado en gastos	5-14
5.2.5.3 Proyectos sombra	5-14
5.3 EVALUACIÓN CUALITATIVA	5-15
5.3.1 Medio Abiótico	5-15
5.3.1.1 Aumento de la concentración de material particulado y gases	5-15
5.3.1.2 Aumento de los niveles de presión sonora	5-16
5.3.1.3 Alteración de la dinámica fluvial	5-17
5.3.1.4 Cambios en la calidad del agua	5-19
5.3.1.5 Disminución de la disponibilidad del agua	5-20
5.3.1.6 Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo	5-22
5.3.1.7 Modificación del paisaje	5-23
5.3.2 Medio Biótico	5-24
5.3.2.1 Cambios en la cobertura vegetal	5-24
5.3.2.2 Pérdida o fragmentación de hábitats	5-27
5.3.2.3 Muerte y desplazamiento de fauna terrestre	5-29
5.3.2.4 Aumento de la presión sobre los recursos naturales	5-31
5.3.2.5 Cambios en la comunidad íctica del río San Matías	5-32
5.3.2.6 Cambios en la estructura del biotopo y biocenosis acuática	5-34
5.3.3 Medio Socioeconómico	5-36
5.3.3.1 Cambios en los niveles de gobernabilidad	5-36
5.3.3.2 Afectación del patrimonio cultural	5-39
5.3.3.3 Potenciación de conflictos	5-42
5.3.3.4 Desplazamiento de infraestructura y viviendas	5-46
5.3.3.5 Cambios en la dinámica poblacional	5-47
5.3.3.6 Incremento en la demanda de bienes y servicios	5-51
5.3.3.7 Generación temporal de empleo	5-53
5.3.3.8 Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales	5-55
5.3.3.9 Generación de expectativas	5-59
5.3.3.10 Modificación de la movilidad local	5-62
5.3.3.11 Afectación de las actividades económicas	5-63
5.3.3.12 Presión sobre el mercado inmobiliario	5-66
5.3.3.13 Generación de molestias a la comunidad	5-68

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

5.3.3.14	Cambios en los usos del suelo	5-70
5.3.3.15	Incremento en los riesgos de accidentalidad	5-73
5.3.3.16	Variación en los niveles de salubridad	5-74
5.3.3.17	Afectación al patrimonio arqueológico	5-77
5.3.4	Conclusiones de la evaluación cualitativa	5-79
5.4	<b>EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS</b>	5-83
5.4.1	Medio Abiótico – modificación de la calidad del agua	5-83
5.1.1.3	Modificación de la calidad del agua en la cuenca del río Calderas	5-83
5.4.2	Medio Biótico	5-86
5.4.2.1	Modificación de la cobertura vegetal	5-87
5.4.2.2	Modificación de los ecosistemas acuáticos	5-90
5.4.3	Medio Socioeconómico	5-91
5.4.3.1	Incremento de los ingresos municipales y de la Corporación regional	5-92
5.4.3.2	Modificación de las relaciones sociales	5-96
5.5	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS</b>	5-98
5.5.1	Impactos abióticos	5-98
5.5.1.1	Aumento de la concentración de material particulado y gases.	5-98
5.5.1.2	Aumento en los niveles de presión sonora.	5-98
5.5.1.3	Alteración de la dinámica fluvial y disminución de la disponibilidad de agua.	5-98
5.5.2	Impactos bióticos	5-99
5.5.2.1	Cambios en la cobertura vegetal.	5-99
5.5.2.2	Pérdida o fragmentación de hábitats.	5-100
5.5.2.3	Aumento de la presión sobre los recursos naturales.	5-101
5.5.2.4	Cambios en la comunidad íctica del río San Matías.	5-101
5.5.2.5	Cambios en la estructura del biotopo y biocenosis acuática.	5-101
5.5.3	Impactos Socioeconómicos	5-101
5.5.3.1	Afectación del patrimonio cultural.	5-102
5.5.3.2	Desplazamiento de viviendas y familias.	5-102
5.5.4	Análisis beneficio/costo	5-102
5.5.5	Conclusiones	5-102
<b>6</b>	<b>ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO</b>	<b>6-1</b>

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

<b>7</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>7-1</b>
7.1	ESTRUCTURA OPERATIVA	7-4
7.1.1	Grupo de Interventoría Ambiental	7-4
7.1.1.1	Objetivos	7-4
7.1.1.2	Etapas	7-4
7.1.1.3	Acciones a desarrollar	7-4
7.1.1.4	Cronograma de ejecución	7-5
7.1.1.5	Presupuesto	7-5
7.1.2	Grupo de Gestión Ambiental	7-6
7.1.2.1	Objetivos	7-6
7.1.2.2	Etapas	7-6
7.1.2.3	Acciones a desarrollar	7-6
7.1.2.4	Cronograma de ejecución	7-7
7.1.2.5	Presupuesto (directos, personal)	7-7
7.2	MEDIO ABIÓTICO	7-8
7.2.1	Programa para el manejo y disposición de materiales	7-8
7.2.1.1	Objetivos	7-8
7.2.1.2	Justificación	7-8
7.2.1.3	Normativa	7-9
7.2.1.4	Etapas	7-9
7.2.1.5	Impactos a controlar	7-9
7.2.1.6	Tipo de medida	7-9
7.2.1.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-9
7.2.1.8	Acciones a desarrollar	7-10
7.2.1.9	Lugar de aplicación	7-12
7.2.1.10	Cronograma.	7-12
7.2.1.11	Presupuesto	7-12
7.2.1.12	Responsable	7-12
7.2.2	Plan de manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	7-13
7.2.2.1	Objetivos	7-13
7.2.2.2	Justificación	7-14
7.2.2.3	Normativa	7-14

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.2.2.4	Etapa	7-15
7.2.2.5	Impactos a controlar	7-15
7.2.2.6	Tipo de medida	7-15
7.2.2.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-15
7.2.2.8	Acciones a desarrollar	7-16
7.2.2.9	Lugar de aplicación	7-17
7.2.2.10	Cronograma.	7-18
7.2.2.11	Presupuesto	7-18
7.2.2.12	Responsable	7-19
7.2.3	Programa de manejo de residuos líquidos	7-19
7.2.3.1	Objetivos	7-19
7.2.3.2	Justificación	7-19
7.2.3.3	Normativa	7-19
7.2.3.4	Etapa	7-20
7.2.3.5	Impactos a controlar	7-20
7.2.3.6	Tipo de medida	7-20
7.2.3.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-20
7.2.3.8	Acciones a desarrollar	7-20
7.2.3.9	Lugar de aplicación	7-25
7.2.3.10	Cronograma.	7-25
7.2.3.11	Presupuesto	7-25
7.2.3.12	Responsable	7-25
7.2.4	Programa de manejo de residuos sólidos, domésticos industriales y peligrosos	7-25
7.2.4.1	Objetivos	7-25
7.2.4.2	Justificación	7-26
7.2.4.3	Normativa	7-26
7.2.4.4	Etapa	7-26
7.2.4.5	Impactos a controlar	7-26
7.2.4.6	Tipo de medida	7-27
7.2.4.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-27
7.2.4.8	Acciones a desarrollar	7-27
7.2.4.9	Lugar de aplicación	7-30

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.2.4.10	Cronograma.	7-30
7.2.4.11	Presupuesto	7-31
7.2.4.12	Responsable	7-31
7.2.5	Estimación del caudal de garantía ambiental	7-31
7.2.5.1	Objetivos	7-31
7.2.5.2	Justificación	7-31
7.2.5.3	Normatividad	7-32
7.2.5.4	Etapas	7-32
7.2.5.5	Impactos a controlar	7-32
7.2.5.6	Tipo de medida	7-32
7.2.5.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-32
7.2.5.8	Acciones a desarrollar	7-32
7.2.5.9	Lugar de aplicación	7-50
7.2.5.10	Cronograma	7-50
7.2.5.11	Presupuesto	7-50
7.2.5.12	Responsable	7-50
7.2.6	Programa de manejo para el abastecimiento de agua, a la población asentada a lo largo del trazado del túnel de conducción	7-51
7.2.6.1	Objetivos	7-51
7.2.6.2	Justificación	7-51
7.2.6.3	Normativa	7-51
7.2.6.4	Etapas	7-51
7.2.6.5	Impactos a controlar	7-51
7.2.6.6	Tipo de medida	7-51
7.2.6.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-51
7.2.6.8	Acciones a desarrollar	7-52
7.2.6.9	Lugar de aplicación	7-52
7.2.6.10	Cronograma	7-52
7.2.6.11	Presupuesto	7-53
7.3	MEDIO BIÓTICO	7-53
7.3.1	Manejo de cobertura vegetal y descapote	7-53
7.3.1.1	Objetivos	7-53
7.3.1.2	Justificación	7-53

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.3.1.3	Normativa	7-53
7.3.1.4	Etapas	7-54
7.3.1.5	Impactos a controlar	7-54
7.3.1.6	Tipo de medida	7-54
7.3.1.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-54
7.3.1.8	Acciones a desarrollar	7-54
7.3.1.9	Lugar de aplicación	7-56
7.3.1.10	Cronograma	7-57
7.3.1.11	Presupuesto	7-57
7.3.1.12	Responsable	7-57
7.3.2	Rescate de flora	7-57
7.3.2.1	Objetivo	7-57
7.3.2.1	Justificación	7-57
7.3.2.2	Normativa	7-58
7.3.2.3	Etapas	7-58
7.3.2.4	Impactos a controlar	7-58
7.3.2.5	Tipo de medida	7-58
7.3.2.6	Metas e indicadores	7-58
7.3.2.7	Acciones a desarrollar	7-59
7.3.2.8	Lugar de aplicación	7-64
7.3.2.9	Cronograma	7-64
7.3.2.1	Presupuesto	7-65
7.3.2.1	Responsable	7-65
7.3.3	Compensación por afectación a coberturas boscosas – Conformación de corredor biológico	7-65
7.3.3.1	Objetivo	7-65
7.3.3.2	Justificación	7-65
7.3.3.3	Normativa	7-66
7.3.3.4	Etapas	7-66
7.3.3.5	Impactos a controlar	7-66
7.3.3.6	Tipo de medida	7-66
7.3.3.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-66
7.3.3.8	Acciones a desarrollar	7-67



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.3.3.9	Lugar de aplicación	7-69
7.3.3.10	Cronograma	7-70
7.3.3.11	Presupuesto	7-70
7.3.3.12	Responsable	7-71
7.3.4	Estudio de fauna vertebrada terrestre	7-71
7.3.4.1	Objetivo	7-71
7.3.4.2	Justificación	7-71
7.3.4.3	Normativa	7-71
7.3.4.4	Etapas	7-71
7.3.4.5	Impactos a controlar	7-72
7.3.4.6	Metas e indicadores de seguimiento	7-72
7.3.4.7	Tipo de medida	7-72
7.3.4.8	Acciones a desarrollar	7-72
7.3.4.9	Lugar de aplicación	7-73
7.3.4.10	Cronograma	7-73
7.3.4.11	Presupuesto	7-73
7.3.4.12	Responsable	7-73
7.3.5	Proyecto de investigación: Estrategia de manejo ecosistemas acuáticos	7-73
7.3.5.1	Objetivos	7-73
7.3.5.2	Justificación	7-74
7.3.5.3	Normativa	7-74
7.3.5.4	Etapas	7-74
7.3.5.5	Impactos a controlar	7-74
7.3.5.6	Tipo de medida	7-74
7.3.5.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-74
7.3.5.8	Acciones a desarrollar	7-75
7.3.5.9	Lugar de aplicación	7-75
7.3.5.10	Cronograma	7-75
7.3.5.11	Presupuesto	7-75
7.3.5.12	Responsable	7-76
7.4	MEDIO SOCIOECONÓMICO	7-76
7.4.1	Información y participación comunitaria	7-76
7.4.1.1	Objetivos	7-76

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.4.1.2	Justificación	7-76
7.4.1.3	Normativa	7-76
7.4.1.4	Etapas	7-77
7.4.1.5	Impactos a controlar	7-77
7.4.1.6	Tipo de medida	7-77
7.4.1.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-77
7.4.1.8	Acciones a desarrollar	7-78
7.4.1.9	Lugar de aplicación	7-79
7.4.1.10	Cronograma	7-79
7.4.1.11	Presupuesto	7-82
7.4.1.12	Responsable	7-82
7.4.1.13	Anexos-formatos	7-83
7.4.2	Educación ambiental a los trabajadores	7-88
7.4.2.1	Objetivos	7-88
7.4.2.2	Justificación	7-88
7.4.2.3	Normativa	7-88
7.4.2.4	Etapas	7-89
7.4.2.5	Impactos a controlar	7-89
7.4.2.6	Tipo de medida	7-89
7.4.2.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-89
7.4.2.8	Acciones a desarrollar	7-89
7.4.2.9	Lugar de aplicación	7-90
7.4.2.10	Cronograma	7-90
7.4.2.11	Presupuesto	7-90
7.4.2.12	Responsable	7-91
7.4.3	Educación ambiental a la comunidad	7-91
7.4.3.1	Proyecto de educación ambiental	7-91
7.4.3.2	Proyecto lecto escritura para adultos	7-98
7.4.3.3	Fortalecimiento Institucional y Comunitario	7-101
7.4.4	Reubicación de infraestructura y viviendas	7-105
7.4.4.1	Objetivos	7-105
7.4.4.2	Justificación	7-105
7.4.4.3	Normativa	7-106

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**


7.4.4.4	Etapas	7-106
7.4.4.5	Impactos a controlar	7-106
7.4.4.6	Tipo de medida	7-106
7.4.4.7	Metas e indicadores de seguimientos	7-106
7.4.4.8	Acciones a desarrollar	7-107
7.4.4.9	Lugar de aplicación	7-108
7.4.4.10	Cronograma	7-108
7.4.4.11	Presupuesto	7-108
7.4.4.12	Responsable	7-109
7.4.5	Contratación de mano de obra	7-109
7.4.5.1	Objetivos	7-109
7.4.5.2	Justificación	7-109
7.4.5.3	Normativa	7-109
7.4.5.4	Etapas.	7-110
7.4.5.5	Impactos a controlar	7-110
7.4.5.6	Tipo de medida	7-110
7.4.5.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-110
7.4.5.8	Acciones a desarrollar	7-110
7.4.5.9	Lugar de aplicación	7-111
7.4.5.10	Cronograma	7-111
7.4.5.11	Presupuesto	7-111
7.4.5.12	Responsable	7-112
7.4.6	Programa de restablecimiento de las condiciones económicas	7-112
7.4.6.1	Objetivo	7-112
7.4.6.2	Justificación	7-112
7.4.6.3	Normativa	7-112
7.4.6.4	Etapas	7-112
7.4.6.5	Impactos a controlar	7-112
7.4.6.6	Tipo de medida	7-113
7.4.6.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-113
7.4.6.8	Acciones a desarrollar	7-113
7.4.6.9	Lugar de aplicación	7-114
7.4.6.10	Cronograma	7-114

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.4.6.11	Presupuesto	7-114
7.4.6.12	Responsable	7-114
7.4.7	Empresarismo rural	7-114
7.4.7.1	Objetivos	7-114
7.4.7.2	Justificación	7-115
7.4.7.3	Normativa	7-115
7.4.7.4	Etapas.	7-116
7.4.7.5	Impactos a controlar	7-116
7.4.7.6	Tipo de medida	7-116
7.4.7.7	Metas	7-116
7.4.7.8	Indicadores de seguimiento	7-116
7.4.7.9	Acciones a desarrollar	7-116
7.4.7.10	Lugar de aplicación	7-118
7.4.7.11	Cronograma	7-118
7.4.7.12	Presupuesto	7-119
7.4.7.13	Responsable	7-119
7.4.8	Memoria y patrimonio cultural	7-119
7.4.8.1	Objetivo	7-119
7.4.8.2	Justificación	7-120
7.4.8.3	Normativa	7-120
7.4.8.4	Etapas	7-121
7.4.8.5	Impactos a controlar	7-121
7.4.8.6	Tipo de medida	7-122
7.4.8.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-122
7.4.8.8	Acciones a desarrollar	7-123
7.4.8.9	Lugar de aplicación	7-123
7.4.8.10	Cronograma	7-123
7.4.8.11	Presupuesto	7-124
7.4.8.12	Responsable	7-125
7.4.9	Programa de restitución de infraestructura afectada	7-125
7.4.9.1	Objetivos	7-125
7.4.9.2	Justificación	7-125
7.4.9.3	Normativa	7-126

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

7.4.9.4	Etapas	7-126
7.4.9.5	Impactos a controlar	7-126
7.4.9.6	Tipo de medida	7-126
7.4.9.7	Metas e indicadores de seguimiento	7-126
7.4.9.8	Acciones a desarrollar	7-126
7.4.9.9	Lugar de aplicación	7-127
7.4.9.10	Cronograma	7-127
7.4.9.11	Presupuesto	7-127
7.4.9.12	Responsable	7-127
7.4.10	Rescate arqueológico y divulgación	7-127
7.4.10.1	Generalidades	7-128
7.4.10.2	Excavación arqueológica en área	7-128
7.4.10.3	Muestreos estratigráficos	7-130
7.4.10.4	Monitoreo Arqueológico	7-134
7.4.10.5	Fase de laboratorio, análisis de los materiales culturales recuperados en excavaciones y en monitoreo	7-135
7.4.10.6	Programa de divulgación del plan de manejo arqueológico de los proyectos hidroeléctricos El Molino y San Matías.	7-136
7.4.10.7	Cronograma de trabajo para la ejecución del plan de manejo arqueológico	7-136
7.4.10.8	Presupuesto	<b>7-137</b>
	7-137	
<b>8</b>	<b>PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>	<b>8-1</b>
8.1	MEDIO ABIÓTICO	8-1
8.1.1	Programa para el monitoreo del manejo de aguas residuales.	8-1
8.1.1.1	Objetivos	8-1
8.1.1.2	Etapas	8-1
8.1.1.3	Impactos a controlar	8-1
8.1.1.4	Justificación	8-1
8.1.1.5	Descripción de actividades	8-2
8.1.1.6	Cronograma de ejecución	8-2
8.1.1.7	Presupuesto (directos, personal)	8-2
8.1.1.8	Responsable	8-2
8.1.2	Programa para el monitoreo de aguas superficiales	8-2

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

8.1.2.1	Objetivos	8-2
8.1.2.2	Etapa	8-2
8.1.2.3	Impactos a controlar	8-2
8.1.2.4	Justificación	8-3
8.1.2.5	Descripción de actividades	8-3
8.1.2.6	Cronograma de ejecución	8-3
8.1.2.7	Presupuesto	8-3
8.1.2.8	Responsable	8-3
8.1.3	Programa para el monitoreo de las comunidades bénticas	8-4
8.1.3.1	Objetivos	8-4
8.1.3.2	Etapa	8-4
8.1.3.3	Impactos a controlar	8-4
8.1.3.4	Justificación	8-5
8.1.3.5	Descripción de actividades	8-5
8.1.3.6	Cronograma de ejecución	8-5
8.1.3.7	Presupuesto (directos, personal)	8-5
8.1.3.8	Responsable	8-5
8.1.4	Programa para el monitoreo de la calidad del aire y ruido	8-6
8.1.4.1	Objetivos	8-6
8.1.4.2	Etapa	8-6
8.1.4.3	Impactos a controlar	8-6
8.1.4.4	Justificación	8-6
8.1.4.5	Descripción de actividades	8-6
8.1.4.6	Cronograma de ejecución	8-6
8.1.4.7	Presupuesto (directos, personal)	8-7
8.1.4.8	Responsable	8-7
8.2	MEDIO BIÓTICO –	8-7
8.2.1	Programa de monitoreo de fauna íctica.	8-7
8.2.1.1	Objetivos	8-7
8.2.1.2	Etapa	8-7
8.2.1.3	Impactos a controlar	8-8
8.2.1.4	Justificación	8-8

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

8.2.1.5	Descripción de actividades	8-8
8.2.1.6	Cronograma de ejecución	8-8
8.2.1.7	Presupuesto (directos, personal)	8-8
8.2.2	Programa de monitoreo de hábitats terrestre	8-8
8.2.2.1	Objetivos	8-8
8.2.2.2	Etapas	8-9
8.2.2.3	Impacto a evaluar	8-9
8.2.2.4	Justificación	8-9
8.2.2.5	Descripción de la actividad	8-9
8.2.3	Cronograma	8-9
8.2.4	Presupuesto	8-9
8.2.5	Responsable	8-10
8.3	<b>MEDIO SOCIAL, ESTRATEGIAS DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>	8-10
8.3.1	Objetivos	8-10
8.3.2	Etapas	8-10
8.3.3	Impactos a controlar	8-10
8.3.4	Justificación	8-11
8.3.5	Descripción de actividades	8-11
8.3.5.1	Seguimiento	8-12
8.3.5.2	Monitoreo	8-12
8.3.6	Cronograma de ejecución	8-14
8.3.7	Presupuesto (directos, personal)	8-14
8.3.8	Responsable	8-14
<b>9</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIA</b>	<b>9-1</b>
9.1	<b>GENERALIDADES</b>	9-1
9.1.1	Objetivos	9-1
9.1.1.1	General	9-1
9.1.1.2	Específico	9-1
9.1.2	Alcance	9-2
9.1.3	Marco teórico	9-2
9.1.3.1	Marco legal	9-2
9.1.3.2	Definiciones	9-3

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

9.2	ANÁLISIS DEL RIESGO	9-4
9.2.1	Proceso Metodológico	9-4
9.2.1.1	Identificación de eventos	9-6
9.2.1.2	Valoración del evento	9-6
9.2.2	Análisis	9-7
9.2.2.1	Inundación	9-7
9.2.2.2	Sismo	9-8
9.2.2.3	Afectación por orden público	9-8
9.2.2.4	Falla del azud	9-10
9.2.2.5	Falla del túnel de conducción	9-10
9.2.2.6	Incendio	9-10
9.2.2.7	Afectación a cuerpos de agua o suelos	9-10
9.2.2.8	Accidentes	9-11
9.3	PLAN DE EMERGENCIAS	9-11
9.3.1	Estructura	9-11
9.3.1.1	Comité para la atención de emergencias	9-11
9.3.1.2	Coordinador del comité de emergencias	9-13
9.3.1.3	Grupos de apoyo interno	9-13
9.3.2	Sistema de comunicaciones	9-15
9.3.3	Sistema de monitoreo y alarma	9-15
9.3.4	Programa de educación y divulgación	9-15
9.3.5	Plan general de acción	9-16
9.4	PLAN DE CONTINGENCIA	9-17
9.4.1	Objetivos	9-17
9.4.2	Plan de contingencia para la atención de derrames de combustible	9-19
9.4.3	Plan de contingencia para la atención de un sismo	9-21
9.4.4	Plan de contingencia para la atención de derrumbes y desestabilización de taludes	9-22
9.4.5	Plan de atención a contingencias técnicas	9-22
9.4.6	Plan de contingencia para la atención de emergencias por accidentes operacionales	9-23
9.4.7	Plan de atención al personal	9-23
9.4.8	Plan de contingencia para la atención de la afectación del orden público	9-24




**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

9.4.8.1	Prevención	9-24
9.4.8.2	Control	9-25
9.4.9	Plan de contingencias para el transporte y almacenamiento de combustibles y sustancias químicas	9-26
9.4.10	Programa de comunicaciones para atender contingencias	9-27
	Prácticas para la realización de simulacros	9-27
9.5	CRONOGRAMA	9-31
9.6	PRESUPUESTO	9-31
<b>10</b>	<b>PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN</b>	<b>FINAL</b>
		10-1
10.1	OBJETIVOS	10-1
10.2	JUSTIFICACIÓN	10-1
10.3	NORMATIVA	10-1
10.4	IMPACTOS A CONTROLAR	10-1
10.5	TIPO DE MEDIDA	10-1
10.6	ETAPA	10-2
10.7	METAS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO	10-2
10.8	ACCIONES A DESARROLLAR	10-2
10.8.1	Al finalizar la construcción	10-2
10.8.2	Al finalizar la operación del Proyecto	10-4
10.8.2.1	Captación	10-5
10.8.2.2	Túnel de conducción y canal de descarga	10-5
10.8.2.3	Casa de máquinas/Subestación de salida	10-5
10.8.2.4	Vías de acceso	10-6
10.9	LUGAR DE APLICACIÓN	10-6
10.10	CRONOGRAMA	10-6
10.11	PRESUPUESTO	10-6
10.12	RESPONSABLE	10-6
<b>11</b>	<b>PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%</b>	<b>11-1</b>
11.1	MARCO LEGAL	11-1
11.2	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	11-2

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

11.2.1	Diagnóstico con autoridades ambientales y municipales	11-2
11.2.2	Diagnóstico con la comunidad	11-2
11.2.3	Selección de proyectos a financiar	11-3
11.2.4	Ejecución de los proyectos	11-3
11.3	POBLACIÓN BENEFICIADA	11-3
11.4	PERSONAL REQUERIDO	11-3
11.5	INDICADORES	11-3
11.6	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	11-3
11.7	CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	11-3
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>12-1</b>

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

### LISTADO DE TABLAS

	<b>Pag</b>
Tabla 1 1. Índice de fotografías aéreas de la zona de influencia	1-6
Tabla 1 2: Profesional que participó en el Estudio de Impacto Ambiental	1-13
Tabla 1 3: Legislación ambiental aplicable al proyecto	1-16
Tabla 2 1: Criterios de diseño para las vías de acceso	2-13
Tabla 2 2: Longitudes, cortes y llenos de vías	2-14
Tabla 2 3: Mano de obra para construcción	2-16
Tabla 2 4: Características básicas de las zonas de depósito	2-19
Tabla 2 5: Volúmenes de excavación y lleno	2-20
Tabla 2 6: Especificaciones técnicas de las concretadoras	2-24
Tabla 2 7: Especificaciones técnicas de planta trituradora primaria	2-25
Tabla 2 8: Especificaciones técnicas de zaranda o criba	2-26
Tabla 2 9: Especificaciones técnicas del cono de trituración	2-26
Tabla 2 10: Costos del Proyecto	2-28
Tabla 2 11: Caudal de garantía ambiental y niveles requeridos en el vertedero rectangular mes a mes	2-32
Tabla 3 1. Índice de fotografías aéreas de la zona de influencia del proyecto	3-3
Tabla 3 2: Estructuras geológicas secundarias en el cañón del río San Matías	3-11
Tabla 3 3: Suelos en el área de estudio	3-19
Tabla 3 4: Usos potenciales del suelo	3-21
Tabla 3 5. Estaciones de precipitación identificadas en la zona	3-22
Tabla 3 6. Estaciones de caudales identificadas en la zona	3-23
Tabla 3 7. Precipitación media de las estaciones	3-24
Tabla 3 8: Características de la estación de caudales	3-26
Tabla 3 9: Caudales medios en los sitios de interés	3-27
Tabla 3 10: Precipitación media mensual multianual (mm)	3-28
Tabla 3 11: Caudal medio mensual multianual (m <sup>3</sup> /s)	3-29
Tabla 3 12: Caudales mínimos, sitio de captación	3-29
Tabla 3 13: Coeficientes de escorrentía. Chow (1994)	3-32
Tabla 3 14: Usos del suelo	3-32
Tabla 3 15: Áreas de influencia de las estaciones	3-33
Tabla 3 16: Distribución de la precipitación en el tiempo	3-33

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 3 17:	Coeficientes para la región Andina	3-34
Tabla 3 18:	Valores de precipitación para cada estación	3-34
Tabla 3 19:	Parámetros morfométricos de la cuenca	3-34
Tabla 3 20:	Parámetros morfométricos de las cuencas menores	3-35
Tabla 3 21:	Tiempos de concentración	3-35
Tabla 3 22:	Tiempos de concentración para las cuencas menores	3-36
Tabla 3 23:	Factores de reducción de la precipitación en el área	3-36
Tabla 3 24:	Valores de intensidad y precipitación obtenidas para las cuencas	3-36
Tabla 3 25:	Valores de intensidad y precipitación para las cuencas menores	3-37
Tabla 3 26:	Valores finales del CN	3-40
Tabla 3 27:	Valores de du	3-40
Tabla 3 28:	Caudales máximos en los sitios de interés	3-41
Tabla 3 29:	Caudales máximos en los sitios de interés para cuencas menores	3-41
Tabla 3 30	Localización fuentes de agua área de influencia directa proyecto hidroeléctrico El Molino	3-44
Tabla 3 31:	Ubicación de los sitios de muestreo	3-50
Tabla 3 32:	Metodología para el análisis de las variables físicas y químicas del agua	3-54
Tabla 3 33:	Criterios para la caracterización de la condición trófica y calidad de aguas	3-55
Tabla 3 34:	Criterios para la caracterización de la condición trófica y calidad de aguas	3-55
Tabla 3 35:	Calificación de taxones para el Índice biótico BMWP modificado y actualizado de Zamora (2007) y Álvarez (2005)	3-56
Tabla 3 36:	Clases de calidad, valor y significado ambiental del índice BMWP (Zamora 2007)	3-56
Tabla 3 37:	Valores obtenidos para las variables físicas y químicas del agua	3-59
Tabla 3 38:	Parámetros físicos - químicos en el agua, Decreto 1594 de 1984	3-61
Tabla 3 39:	Clasificación de la calidad del agua	3-75
Tabla 3 40:	Cálculo del índice NSF - WQ para el río San Matías	3-76
Tabla 3 41:	BMWP para familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados	3-76
Tabla 3 42:	Resultados de la aplicación del índice BMWP	3-77
Tabla 3 43:	Registro taxonómico y densidades (Ind/cm <sup>2</sup> ) registradas en el análisis cuantitativo de las algas periliticas	3-78
Tabla 3 44:	Composición taxonómica y numérica de macroinvertebrados acuáticos colectados	3-85
Tabla 3 45:	Índices ecológicos para los tramos de evaluación en el río San Matías – El Molino (Cocorná - Granada, Antioquia).	3-92

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 3 46:	Balance hídrico, estación San Francisco	3-100
Tabla 3 47.	Estaciones de muestreo calidad del aire	3-102
Tabla 3 48	Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio	3-103
Tabla 3 49	Consolidado resultados PM10	3-104
Tabla 3 50	Identificación de fuentes y límites permisibles	3-108
Tabla 3 51:	Categoría de paisajes	3-111
Tabla 3 52.	Ecosistemas continentales presentes en el área de influencia del proyecto. Fuente IDEAM et al 2007.	3-117
Tabla 3 53.	Coberturas presentes en el área de influencia directa del proyecto	3-129
Tabla 3 54.	Coberturas presentes y área muestreada en el área de influencia del proyecto	3-130
Tabla 3 55.	Hábitos de crecimiento registrados para las plantas vasculares censadas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-132
Tabla 3 56.	Representatividad de cada una de las jerarquías taxonómicas en la categoría de Brinzales y Latizales, para cada una de las coberturas evaluadas dentro del área de estudio.	3-136
Tabla 3 57.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua	3-138
Tabla 3 58.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque abierto	3-139
Tabla 3 59.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-142
Tabla 3 60.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-144
Tabla 3 61.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos limpios	3-146
Tabla 3 62.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-148
Tabla 3 63.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-149
Tabla 3 64.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua	3-151
Tabla 3 65.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque abierto	3-153
Tabla 3 66.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-155
Tabla 3 67.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-159

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 3 68.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos limpios	3-161
Tabla 3 69.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-164
Tabla 3 70.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-167
Tabla 3 71.	Índices de diversidad alfa, especies e individuos reportados en las diferentes coberturas.	3-171
Tabla 3 72.	Número de especies comunes entre las comunidades comparadas.	3-173
Tabla 3 73.	Índice beta de diversidad coberturas analizadas.	3-174
Tabla 3 74.	Parámetros de la distribución Weibull (3-parámetros) para bosque abierto.	3-176
Tabla 3 75.	Parámetros de la distribución Beta (4-parámetros) para bosque denso de guadua.	3-177
Tabla 3 76.	Parámetros de la distribución Loglogística 3-parámetros para pasto arbolado.	3-177
Tabla 3 77.	Parámetros de la distribución Exponencial 2-parámetros para pasto enmalezado.	3-178
Tabla 3 78.	Parámetros de la distribución Log normal (3-parámetros) para la vegetación secundaria alta.	3-178
Tabla 3 79.	Parámetros de la distribución valor extremo más grande, para la vegetación secundaria baja.	3-179
Tabla 3 80.	Estimaciones de área basal y volúmenes por cobertura en el área de intervención del proyecto.	3-180
Tabla 3 81.	Listado de especies con alguna importancia encontradas en Molinos.	3-181
Tabla 3 82.	Sectores de muestreo de mamíferos	3-187
Tabla 3 83.	Determinación taxonómica, nombres locales y dieta alimenticia de los mamíferos registrados en el área de estudio	3-191
Tabla 3 84.	Especies de mamíferos con algún riesgo registrados en el área de estudio.	3-200
Tabla 3 85.	Ubicación de los sitios para el monitoreo de aves.	3-203
Tabla 3 86.	Determinación taxonómica de aves registradas, cantidad de individuos y dietas alimenticias en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-211
Tabla 3 87.	Número acumulado de especies e individuos por sitio en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-216
Tabla 3 88.	Cantidad de especies acumuladas durante el monitoreo de fauna en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino.	3-217

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 3 89.	Indicadores ecológicos de las aves registradas, en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino.	3-220
Tabla 3 90.	Valores del índice de Sorensen para los diferentes sitios en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino.	3-221
Tabla 3 91.	Cantidad de especies de aves según su tipo de alimentación, registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-222
Tabla 3 92.	Sitios de muestreo en el área de estudio	3-226
Tabla 3 93.	Anfibios y reptiles encontrados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-231
Tabla 3 94.	Valores de diversidad para anfibios y reptiles en el proyecto hidroeléctrico El Molino.	3-241
Tabla 3 95.	Distribución de anfibios y reptiles según la preferencia de hábitats en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-244
Tabla 3 96.	Estatus de Conservación de las especies de anfibios y reptiles de las áreas de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino.	3-246
Tabla 3 97:	Abundancia, biomasa, número de especies y familias de peces registrados	3-253
Tabla 3 98:	Órdenes, familias y especies registradas en el río San Matías	3-254
Tabla 3 99:	Número de individuos, frecuencia de ocurrencia, longitud estándar y biomasa de las especies registradas, mes de febrero de 2009	3-256
Tabla 3 100:	Número de individuos, frecuencia de ocurrencia, longitud estándar y biomasa de las especies registradas, mes de septiembre de 2011	3-256
Tabla 3 101:	Número total de individuos, biomasa y número de especies de peces en los sitios, muestreo de febrero de 2009	3-257
Tabla 3 102.	Veredas del área de influencia en los centros zonales del municipio de Cocorná	3-274
Tabla 3 103.	Unidades territoriales afectadas por el proyecto hidroeléctrico El Molino en los municipios de Cocorná y Granada	3-276
Tabla 3 104.	Composición por edad y sexo por veredas, en las veredas del área de influencia del municipio Cocorná, en el año 2007	3-277
Tabla 3 105.	Composición por edad y sexo por veredas, en las veredas del área de influencia del municipio Granada, en el año 2007	3-278
Tabla 3 106.	Viviendas con disponibilidad de servicio de energía y cobertura por subregión, zona y municipio	3-288
Tabla 3 107.	Viviendas con disponibilidad de agua potable y cobertura por subregión, zona y municipio	3-289
Tabla 3 108.	Número de abonados a telefonía por subregión, zona y municipio	3-289
Tabla 3 109.	Viviendas con servicio de alcantarillado por subregión, zona y municipio	3-290

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 3 110.	Viviendas con servicio de recolección de desechos sólidos y cobertura por municipio	3-290
Tabla 3 111.	Población afiliada al los regímenes subsidiado y contributivo	3-293
Tabla 3 112.	Total de alumnos matriculados a nivel departamental, en la subregión y en los municipios de Cocorná y Granada	3-294
Tabla 3 113.	Tasa bruta de escolarización en la subregión y los municipios del área de influencia.	3-294
Tabla 3 114.	Escenarios deportivos por departamento, subregión, zona y municipios	3-299
Tabla 3 115.	Estructura de la propiedad rural en el oriente antioqueño 1996-2004 (%)	3-313
Tabla 3 116.	Tenencia de la tierra en el Municipio de Cocorná	3-314
Tabla 3 117.	Tamaño de la tierra en el municipio de Cocorná	3-314
Tabla 3 118.	Indicadores laborales 2006, Municipio de Cocorná	3-328
Tabla 3 119.	Indicadores laborales del municipio de Granada 2006	3-330
Tabla 3 120.	Municipios y centros de relevo en el oriente antioqueño con zona de ubicación	3-332
Tabla 3 121.	Forma de tenencia y estructura de la propiedad en las veredas del área de influencia	3-335
Tabla 3 122.	Número de empleos generados por el Proyecto El Popal en veredas del área de influencia del proyecto El Molino	3-351
Tabla 3 123.	Campos temáticos y variables para la recolección de información en las unidades de muestreo arqueológico	3-394
Tabla 3 124.	Ficha de registro de unidades de muestreo arqueológico	3-395
Tabla 3 125.	Distribución de frecuencias de material lítico y cerámico por yacimiento y nivel	3-397
Tabla 3 126.	Características de los yacimientos arqueológicos identificados en la prospección	3-437
Tabla 3 127.	Yacimientos arqueológicos y asociación sociocultural	3-443
Tabla 3 128.	Priorización Municipal para la Gestión Territorial de la Acción Integral contra Minas Antipersonal en Antioquia – Diciembre de 2007.	3-457
Tabla 3 129.	Grupos organizados. Municipio de Cocorná	3-462
Tabla 3 130.	Grupos organizados. Municipio de Granada	3-464
Tabla 3 131.	Población a reasentar por el proyecto hidroeléctrico El Molino	3-475
Tabla 3 132.	Población total por edad y sexo	3-475
Tabla 3 133.	Razones de movilidad	3-476
Tabla 3 134.	Estructura familiar de las familias a reasentar	3-477
Tabla 3 135.	Definición de criterios para zonificación	3-480



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 3 136:	Zonificación ambiental edafológica	3-481
Tabla 3 137:	Sensibilidad biótica	3-488
Tabla 3 138.	Infraestructura social existente y estado de la misma, en las veredas del área de influencia directa	3-495
Tabla 3 139:	Sensibilidad por los criterios demográficos y culturales	3-496
Tabla 3 140:	Rango de sensibilidad de los criterios demográficos y culturales	3-497
Tabla 3 142:	Criterios para la Zonificación general del área de influencia	3-497
Tabla 4 1:	Valores obtenidos para las variables físicas y químicas del agua	4-1
Tabla 4 2.	Cálculo del índice NSF - WQ para el río San Matías	4-2
Tabla 4 3:	Caudal de garantía ambiental y niveles requeridos en el vertedero rectangular mes a mes	4-3
Tabla 4 4:	Resultados diseño de alcantarillas para vías proyectadas Tr = 10 años	4-6
Tabla 4 5:	Dimensiones de la batea	4-7
Tabla 4 6:	Caudales de diseño en río San Matías y corrientes que interceptan las vías del proyecto hidroeléctrico El Molino	4-8
Tabla 4 7:	Niveles en el río San Matías	4-9
Tabla 4 8:	Caudales modelados en el río San Matías en el sitio de descarga	4-10
Tabla 4 9:	Niveles y velocidad del flujo en confluencia del canal de descarga con el río San Matías	4-10
Tabla 4 10:	Resultados diseño alcantarillas Tr = 10 Años para vías proyectadas	4-11
Tabla 4 11:	Localización de vertimientos en el proyecto hidroeléctrico El Molino	4-16
Tabla 4 12.	Especies registradas para el bosque denso de Guadua	4-17
Tabla 4 13.	Especies registradas para el bosque abierto	4-17
Tabla 4 14.	Especies registradas para la vegetación secundaria alta	4-18
Tabla 4 15.	Especies registradas para la vegetación secundaria baja	4-19
Tabla 4 16.	Especies registradas para los pastos limpios	4-19
Tabla 4 17.	Especies registradas para los pastos arbolados	4-20
Tabla 4 18.	Especies registradas para los pastos enmalezados	4-20
Tabla 4 19.	Estimaciones de área basal y volúmenes por cobertura en el área de intervención del proyecto.	4-21
Tabla 4.20.	Coordenadas de localización de las plantas de trituración	4-21
Tabla 4.21.	Depósitos de material sobrante de excavación	4-22

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**


Tabla 5 1:	Impactos que generará el proyecto hidroeléctrico El Molino.	5-1
Tabla 5 2.	Actividades del proyecto	5-2
Tabla 5 3.	Descripción de los elementos del medio ambiente	5-3
Tabla 5 4:	Matriz de identificación de impactos	5-5
Tabla 5 5:	Parámetros utilizados en la evaluación cualitativa	5-6
Tabla 5 6:	Rangos de importancia del impacto ambiental.	5-7
Tabla 5 7	Calificación de la importancia ambiental de los impactos	5-13
Tabla 5 8.	Matriz de identificación de efectos	5-80
Tabla 5 9.	Evaluación cualitativa de los efectos	5-80
Tabla 5 10.	Parámetros para el desarrollo del WQI	5-85
Tabla 5 11.	Calidad del agua de acuerdo al WQI	5-86
Tabla 5 12.	Impactos relacionados con el Medio Biótico, identificados en los estudios ambientales consultados	5-87
Tabla 5 13.	Impactos relacionados con el Medio Socioeconómico, identificados en los estudios ambientales consultados	5-92
Tabla 5 14.	Transferencias acumuladas	5-95
Tabla 7 1:	Resumen del Plan de Manejo Ambiental	7-1
Tabla 7 2:	Presupuesto (directos, personal) supervisores ambientales de campo	7-6
Tabla 7 3.	Presupuesto (directos, personal) grupo de gestión ambiental	7-8
Tabla 7 4	Depósitos Proyecto hidroeléctrico el Molino	7-11
Tabla 7 5.	Cronograma del Programa de manejo y disposición de materiales	7-13
Tabla 7 6.	Metas plan de manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	7-15
Tabla 7 7	Cronograma Plan de manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	7-18
Tabla 7 8	Criterios para separación en la fuente	7-29
Tabla 7 9.	Variables analizadas en la metodología de determinación de caudales de garantía ambiental EPM (Grecco 2005).	7-33
Tabla 7 10.	Parámetros de calificación - Variable 1	7-34
Tabla 7 11.	Parámetro de calificación - Variable 2	7-34
Tabla 7 12.	Parámetro de calificación – Variable 3	7-35
Tabla 7 13.	Parámetros de calificación- Variable 4	7-36
Tabla 7 14.	Parámetros de calificación – Variable 5	7-36

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 7 15.	Parámetro de calificación – Variable 6	7-37
Tabla 7 16.	Parámetro de calificación – Variable 7	7-38
Tabla 7 17.	Parámetro de calificación – Variable 8	7-38
Tabla 7 18.	Parámetro de calificación – Variable 9	7-39
Tabla 7 19.	Parámetro de calificación – Variable 10	7-40
Tabla 7 20.	Caudales medios y mínimos en el punto de captación	7-41
Tabla 7 21.	Calificación de longitud de tramo seco	7-41
Tabla 7 22.	Estimación del índice NSF - WQI sobre tramo de influencia	7-42
Tabla 7 23.	Calificación del NSFQI para los Proyectos	7-42
Tabla 7 24.	Calificación de la demanda química de oxígeno para tramo de influencia	7-43
Tabla 7 25.	Calificación de la importancia pesquera sobre tramo de influencia	7-43
Tabla 7 26.	Calificación de la migración de peces sobre tramo de influencia	7-44
Tabla 7 27.	Calificación de la migración de peces sobre tramo de influencia	7-44
Tabla 7 28.	Calificación de la calidad biológica del agua sobre tramo de influencia	7-45
Tabla 7 29.	Calificación de la migración de peces sobre tramo de influencia	7-45
Tabla 7 30.	Calificación de la modificación del paisaje sobre tramo de influencia	7-46
Tabla 7 31.	Calificación de usos del agua en el sector con caudal alterado sobre el tramo de influencia	7-47
Tabla 7 32.	Calificación de variables según la metodología EPM, para el tramo de influencia	7-47
Tabla 7 33.	Caudales de Garantía Ambiental para el tramo de influencia, según la metodología CGA – EPM (QG Amb)	7-48
Tabla 7 34.	Caudales de Garantía Ambiental seleccionados	7-49
Tabla 7 35.	Caudal remanente promedio	7-49
Tabla 7 36.	Especies objeto de rescate	7-59
Tabla 7 37:	Muestreos de fauna	7-72
Tabla 7 38:	Costos globales del muestreo	7-73
Tabla 7 39:	Presupuesto de estrategia de manejo ecosistemas acuáticos	7-75
Tabla 7 40.	Plan de acción del Programa de Información y Participación Comunitaria a 12 meses, proyecto El Molino	7-80
Tabla 7 41:	Presupuesto de costos directos y profesional social, a 12 meses	7-82
Tabla 7 42.	Cronograma para el Programa de educación ambiental a la comunidad	7-95
Tabla 7 43:	Familias a reasentar	7-106
Tabla 7 44.	Cronograma del programa de reubicación de infraestructura	7-108

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Tabla 7 45:	Presupuesto de costos directos y el profesional social	7-109
Tabla 7 46.	Presupuesto del programa de restablecimiento de las condiciones económicas	7-114
Tabla 7.7 47	Cronograma del programa de Empresarismo rural	7-119
Tabla 7 48:	Presupuesto de costos directos y personal	7-119
Tabla 7 49	Cronograma para el programa de memoria y patrimonio	7-124
Tabla 7 50	Áreas de obras en las que se requiere realizar monitoreo arqueológico	7-135
Tabla 7 51.	Cronograma general para las actividades de campo	7-136
Tabla 7 52.	Cronograma general para las actividades de laboratorio	7-137
Tabla 7 53.	Presupuesto para el rescate en los proyectos hidroeléctricos El Molino y San Matías	7-137
Tabla 7 54.	Presupuesto para el monitoreo y divulgación, en los proyectos hidroeléctricos El Molino y San Matías	7-138
Tabla 7 55.	Resumen de los costos de los programas de rescate, monitoreo y divulgación	7-139
Tabla 8 1:	Programas de seguimiento y monitoreo	8-1
Tabla 8 2:	Presupuesto de costos directos y personal	8-2
Tabla 8 3:	Presupuesto de costos directos y personal	8-4
Tabla 8 4:	Presupuesto de costos directos y personal	8-5
Tabla 8 6:	Presupuesto de costos directos y personal	8-7
Tabla 8 7:	Presupuesto de costos directos y personal	8-10
Tabla 8.7	Lista de verificación	8-13
Tabla 9 1	Criterios de evaluación de la amenaza	9-4
Tabla 9 2	Criterios de evaluación de la vulnerabilidad	9-5
Tabla 9 3	Matriz de evaluación del riesgo	9-5
Tabla 9 4	Eventos que pueden originar una contingencia	9-6
Tabla 9 5	Evaluación de los riesgos	9-6
Tabla 9 7	Formato para evaluación del plan de contingencia	9-18
Tabla 9 8	Formato para reportar un evento	9-19
Tabla 9 9	Funciones de personal organizado	9-29
Tabla 9 10	Presupuesto del PDC	9-31
Tabla 11 1.	Cronograma de ejecución del programa del 1%	11-4

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

### LISTADO DE FIGURAS

	<b>Pag</b>
Figura 2 1: Cronograma de construcción	2-27
Figura 2 2: Corte tanque séptico	2-30
Figura 2 3: Corte tanque séptico	2-30
Figura 2 4: Curva de calibración de vertedero rectangular	2-31
Figura 3 1. Isoyetas de precipitación	3-25
Figura 3 2: Caudales máximos – cuencas menores	3-42
Figura 3 3 Fuentes de agua identificadas en el área de influencia directa del proyecto hidroeléctrico el Molino	3-44
Figura 3 4: Valores de Oxígeno Disuelto y % de Saturación de Oxígeno	3-62
Figura 3 5: Valores de Conductividad Eléctrica y pH, en cuatro sitios del río San Matías	3-64
Figura 3 6 Valores de pH	3-64
Figura 3 7: Valores de Concentración de sólidos totales y sólidos sedimentables	3-65
Figura 3 8: Valores de turbiedad y concentración de sólidos suspendidos totales	3-66
Figura 3 9 Valores de demandas de oxígeno (DBO y DQO) en tres tramos del río San Matías (Cocorná – Granada, Antioquia) sector PCH Molinos. SAG S. A.	3-68
Figura 3 10 Valores de coliformes fecales en tres tramos del río San Matías (Cocorná – Granada, Antioquia) sector PCH Molinos. SAG S. A.	3-69
Figura 3 11 Valores de coliformes totales en tres tramos del río San Matías (Cocorná – Granada, Antioquia) sector PCH Molinos. SAG S. A.	3-70
Figura 3 12: Valores de concentraciones de fósforo total	3-71
Figura 3 13 Valores de nitrógeno total, amoniacal y nitratos	3-72
Figura 3 14: Valores de concentraciones de dureza total y alcalinidad total	3-73
Figura 3 15: Valores de concentraciones de hierro total	3-74
Figura 3 16 Valores de concentraciones de detergentes	3-74
Figura 3 17: Distribución de abundancia (org/cm <sup>2</sup> ) de los géneros registrado	3-83
Figura 3 18: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes colectados en el tramo 1 (CAP)	3-87
Figura 3 19: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes colectados en el tramo 2	3-88
Figura 3 20: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes colectados en el sitio 3	3-89
Figura 3 21: Abundancia relativa de los taxones de macroinvertebrados acuáticos dominantes en el sitio 4	3-90

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Figura 3 22:	Mapa de amenaza sísmica y valores de Aa de Colombia (Ingeominas, 2004)3-93	
Figura 3 23	Temperatura promedio horaria	3-94
Figura 3 24	Temperatura promedio diaria	3-94
Figura 3 25:	Temperatura en las estaciones San Francisco y Cocorná	3-95
Figura 3 26	Precipitación acumulada diaria	3-95
Figura 3 27	Precipitación acumulada horaria	3-96
Figura 3 28	Precipitación media mensual	3-96
Figura 3 29	Presión barométrica promedio diaria	3-97
Figura 3 30	Presión barométrica horaria	3-98
Figura 3 31	Humedad media mensual.	3-98
Figura 3 32	Velocidad del viento promedio diaria	3-99
Figura 3 33	Velocidad del viento promedio horaria	3-99
Figura 3 34	Rosa de vientos	3-100
Figura 3 35:	Balance hídrico, estación San Francisco	3-101
Figura 3 36	Ubicación de cada estación de medición de calidad del aire	3-103
Figura 3 37.	Resultados de PM10 vs norma diaria	3-104
Figura 3 38	Promedio concentración de CO en las estaciones evaluadas	3-106
Figura 3 39	Media móvil ocho horas concentración de CO	3-107
Figura 3 40	Resultado obtenidos para ruido ambiental en el horario diurno	3-109
Figura 3 41	Resultados obtenidos para ruido ambiental en horario nocturno	3-109
Figura 3 42.	Coberturas presentes en el área de influencia indirecta del proyecto.	3-119
Figura 3 43.	Distribución de coberturas vegetales (ha) en el área de influencia directa del proyecto	3-129
Figura 3 44.	Esquema del diseño de los bloques de muestreo en campo, donde se incluyen los transectos (parcelas) y las subparcelas de regeneración.	3-130
Figura 3 45.	Familias de plantas vasculares con el mayor número de especies en el área de influencia del proyecto	3-135
Figura 3 46.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua	3-137
Figura 3 47.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para el bosque abierto	3-139
Figura 3 48.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-142

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Figura 3 49.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-144
Figura 3 50.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos limpios	3-146
Figura 3 51.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-147
Figura 3 52.	Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-149
Figura 3 53.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque denso de Guadua.	3-151
Figura 3 54.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para el bosque abierto	3-153
Figura 3 55.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para la vegetación secundaria alta	3-155
Figura 3 56.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para la vegetación secundaria baja	3-159
Figura 3 57.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos limpios	3-161
Figura 3 58.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos arbolados	3-164
Figura 3 59.	Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) de las especies registradas para los pastos enmalezados	3-167
Figura 3 60.	Número de especies e individuos reportados en cada cobertura.	3-170
Figura 3 61.	Distribución diamétrica y línea de distribución de los individuos de bosque abierto.	3-175
Figura 3 62.	Distribución diamétrica de los individuos en pasto arbolado.	3-175
Figura 3 63.	Distribución diamétrica de los individuos en bosque denso de guadua.	3-175
Figura 3 64.	Distribución diamétrica y línea de ajuste de los individuos en pasto enmalezado.	3-175
Figura 3 65.	Distribución diamétrica de los individuos en pasto limpio.	3-175
Figura 3 66.	Distribución diamétrica de los individuos en vegetación secundaria alta.	3-175
Figura 3 67.	Distribución diamétrica de los individuos en vegetación secundaria baja.	3-176
Figura 3 68.	Estimación de los volúmenes comerciales con posible aprovechamiento.	3-180
Figura 3 69.	Estructura taxonómica (Órdenes) basada en las especies registradas en el área de estudio	3-193
Figura 3 70.	Estructura taxonómica (Familias) basada en las especies registradas en el área de estudio.	3-196

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

- Figura 3 71. Estructura trófica de las especies de mamíferos registradas en el área de estudio. 3-198
- Figura 3 72. Curva del número acumulado de especies de mamíferos registrados en el área de estudio. 3-199
- Figura 3 73. Número acumulado de especies e individuos de aves en los diferentes sitios de monitoreo en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino 3-217
- Figura 3 74. Número acumulado de especies durante cinco días de campo en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino 3-218
- Figura 3 75. Especies más representativas y número de individuos de aves, registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino. 3-219
- Figura 3 76. Grupos de aves según su tipo de alimentación, registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino 3-222
- Figura 3 77. Familias de anfibios encontrados en el área de influencia del proyecto. 3-235
- Figura 3 78. Familias de reptiles encontrados en el área de influencia del proyecto. 3-236
- Figura 3 79. Curva de acumulación de especies. 3-238
- Figura 3 80. Abundancia relativa de los anfibios y reptiles hallados en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino. 3-239
- Figura 3 81. Análisis de agrupamiento mostrando la similitud entre los sitios en cuanto a las especies de anfibios y reptiles. 3-242
- Figura 3 82. Distribución de anfibios y reptiles según la preferencia de hábitats en las áreas del proyecto hidroeléctrico El Molino. 3-243
- Figura 3 88: Número de individuos y biomasa colectada por familia en el río San Matías 3-253
- Figura 3 90: Número total de individuos, biomasa y especies de peces en los sitios de muestreo, septiembre de 2011 3-257
- Figura 3 91. Personas del municipio de Cocorná, viviendo en el exterior en el año 2005. 3-267
- Figura 3 92. Personas del municipio de Granada, viviendo en el exterior en el año 2005. 3-267
- Figura 3 93. Causa de cambio de residencia en el municipio de Cocorná, año 2005 3-268
- Figura 3 94. Causa de cambio de residencia en el municipio de Granada, año 2005. 3-269
- Figura 3 95. Pertenencia étnica en el municipio de Cocorná. 3-273
- Figura 3 96. Pertenencia étnica en el municipio de Granada. 3-273
- Figura 3 97. Población por grupos de edad de la zona rural del municipio de Cocorná 3-279
- Figura 3 98. Composición por edad en porcentaje %, en la vereda Las Faldas del Municipio de Granada. 3-280





	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Figura 3 99.	Composición por edad en porcentaje %, en la vereda Quebradona Abajo del Municipio de Granada.	3-281
Figura 3 100.	Unidades censales con actividad agropecuaria asociada en el municipio de Cocorná, Censo DANE 2005.	3-322
Figura 3 101.	Unidades censales con actividades agrícola, pecuaria y piscícola asociadas, Municipio de Cocorná, censo DANE 2005.	3-322
Figura 3 102.	Tipos de cultivos en las unidades censales, Municipio de Cocorná Censo DANE 2005.	3-323
Figura 3 103.	Establecimientos según actividad, Municipio de Granada, Censo DANE 2005.	3-326
Figura 3 104.	Hogares con actividad económica en el municipio de Cocorná, Censo DANE 2005.	3-328
Figura 3 105.	Establecimientos según escala de personal por actividad económica en el municipio de Cocorná.	3-329
Figura 3 106.	Establecimientos según escala de personas ocupadas el mes anterior al censo, Municipio de Granada, Censo DANE 2005.	3-330
Figura 3 107.	Tenencia de la vivienda y estratificación socio económica de la población desplazada del Municipio de Cocorná.	3-336
Figura 3 108.	Tenencia de la vivienda y estratificación socio económica de la población desplazada del Municipio de Granada.	3-337
Figura 3 109.	Distribución cerámica por niveles, yacimiento 7	3-416
Figura 3 110.	Distribución cerámica por niveles, yacimiento 9	3-423
Figura 3 111.	Distribución cerámica por niveles, yacimiento 10	3-427
Figura 3 112.	Distribución cerámica por niveles, yacimiento 6A	3-430
Figura 3 113.	Distribución cerámica por niveles, yacimiento 6B	3-435
Figura 3 114.	Frecuencia de materiales yacimiento 6A	3-440
Figura 3 115.	Frecuencia de materiales yacimiento 6B	3-440
Figura 3 116.	Frecuencia de materiales yacimiento 7	3-441
Figura 3 117.	Frecuencia de materiales yacimiento 9	3-441
Figura 3 118.	Recepción y expulsión de población en el municipio de Cocorná	3-455
Figura 3 119.	Recepción y expulsión de población en el municipio de Granada	3-456
Figura 4 1:	Curva de calibración de vertedero rectangular	4-3
Figura 4 2:	Cruce de quebrada 8 y canal de descarga	4-7
Figura 4 3:	Esquema general del sistema de tratamiento	4-13
Figura 4 4:	Esquema Trampa de grasa---vertimiento	4-14
Figura 4 5:	Esquema sedimentador-vertimiento	4-14

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Figura 5 1.	Métodos y herramientas para la evaluación de impactos acumulativos	5-9
Figura 5 2	Proceso de proyección y control de impactos ambientales	5-12
Figura 5 3.	Índice de calidad NFS-WQI en la cuenca del río Calderas	5-86
Figura 7 1.	Esquema general del sistema de tratamiento	7-21
Figura 7 2.	Esquema Trampa de grasa---vertimiento	7-22
Figura 7 3	Esquema Sedimentador-vertimiento	7-22
Figura 7 4.	Cunetas para recolección de aguas lluvias	7-23
Figura 7 5.	Estimación de la cuenca visual en el tramo a intervenir sobre el río San Matías	7-46
Figura 7 6.	Caudal natural, de garantía ambiental y remanente promedio	7-50
Figura 7 7.	Señalización de áreas para controlar las afectaciones a vegetación	7-55
Figura 7 8.	Áreas previstas para el corredor biológico	7-67
Figura 9 1	Caudales máximos seleccionados – El Molino Captación	9-7
Figura 9 2	Caudales máximos seleccionados – El Molino descarga	9-8
Figura 9 3	Mapa de amenaza sísmica y valores de Aa de Colombia (Ingeominas, 2004)	9-9

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

### LISTADO DE FOTOS

		<b>Pag</b>
Foto 3 1:	Panorámica de la zona urbana de Cocorná desde vereda San Juan	3-1
Foto 3 2:	Foto aérea de la cabecera de Granada.	3-1
Foto 3 3.	Fuentes de agua identificadas	3-45
Foto 3 4:	Sitio1, CAP, en la cuenca media-alta del río San Matías	3-50
Foto 3 5:	Sitio 2 -Tramo medio	3-51
Foto 3 6:	Sitio 3 – Tramo medio	3-52
Foto 3 7:	Sitio 4 - Tramo bajo	3-53
Foto 3 8:	Toma de muestras in-situ	3-53
Foto 3 9:	Aspectos del muestreo de microalgas bénticas en sustrato rocoso (epiliticas)3-57	3-57
Foto 3 10:	Río San Matías, tramo medio	3-62
Foto 3 11	Aspectos de la calidad visual del agua del río San Matías.	3-67
Foto 3 12:	Algunas de las microalgas bentónicas dominantes, colectadas en el tramo de evaluación	3-81
Foto 3 13:	Algunas de las microalgas bentónicas dominantes, colectadas en el tramo de evaluación	3-81
Foto 3 14:	Macroinvertebrados acuáticos de mayor abundancia: a. Simuliumsp, b. Baetodessp, c. Smicrideasp, d. Camelobaetidius, e. Neoelmis y f. Leucotrichia	3-92
Foto 3 15.	Cobertura de bosque denso en el área de influencia del proyecto	3-119
Foto 3 16.	Cobertura de bosque denso de guadua en el área de influencia del proyecto	3-120
Foto 3 17.	Cobertura de Bosque abierto en el área de influencia del proyecto.	3-120
Foto 3 18.	Cobertura de vegetación secundaria baja en el área de influencia del proyecto	3-121
Foto 3 19.	Cobertura de vegetación secundaria alta en el área de influencia del proyecto.	3-122
Foto 3 20.	Cobertura de pasto limpio en el área de influencia del proyecto	3-123
Foto 3 21.	Cobertura de pasto arbolado en el área de influencia del proyecto.	3-124
Foto 3 22.	Cobertura de pasto enmalezado en el área de influencia del proyecto	3-125
Foto 3 23.	Cobertura de tierras desnudas y degradadas en el área de influencia del proyecto	3-125
Foto 3 24.	Cobertura de cultivo transitorio (fríjol) en el área de influencia del proyecto	3-126


	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Foto 3 25.	Cobertura de cultivo permanente herbáceo (caña panelera) en el área de influencia del proyecto	3-127
Foto 3 26.	Río San Matías atravesando el área de influencia del proyecto	3-127
Foto 3 27.	Proceso de muestreo de la vegetación presente en el área del proyecto. (a) Medición (b y c) Marcaje de los individuos censados. (d) Colecta de muestras vegetales. (e) Prensado de las plantas colectadas.	3-131
Foto 3 28.	Ramita y estípula del cirpo (Pouroumahirsutipetiolata)	3-140
Foto 3 29.	con mayor importancia ecológica para la vegetación secundaria alta, Izquierda: Pouroumahirsutipetiolata, Derecha:Castillaelastica	3-141
Foto 3 30.	Algunas de las especies vegetales registradas para el muestreo en la vegetación secundaria baja. (a) Piptocomadiscolor, (b) Vismiabaccifera.	3-145
Foto 3 31.	Especie Renealmiasp., una de las pocas especies que compiten con la guadua en el bosque denso ídem.	3-150
Foto 3 32.	Flores de Barbieriapinnata	3-158
Foto 3 33.	Panorámica del río San Matías	3-186
Foto 3 34.	Murciélago capturado en red de niebla	3-188
Foto 3 35.	Registro de mamíferos en el área de influencia del proyecto San Matías	3-189
Foto 3 36.	Especies registradas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-194
Foto 3 37.	Coberturas en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino	3-202
Foto 3 38.	Captura de aves en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico San Matías.	3-203
Foto 3 39.	Aves avistadas en el área de influencia del proyecto.	3-204
Foto 3 40.	Especies endémicas registrads en el área de influencia	3-225
Foto 3 41.	Vía proyectada y almenara	3-227
Foto 3 42.	Captación, cultivo de guaduas en el río San Matías	3-227
Foto 3 43.	Depósito 3 y 4,	3-228
Foto 3 44.	Coberturas de la zona de casa de máquinas,	3-228
Foto 3 45.	Metodología empleada para la captura de anfibios y reptiles	3-229
Foto 3 46.	Especies de anfibios de las familias más representativas del área de influencia del proyecto.	3-235
Foto 3 47.	Especies de reptiles de las familias más representativas del área del proyecto.	3-237
Foto 3 48.	Especies de anfibios y resptiles más abundantes del área del proyecto.	3-240
Foto 3 49.	Especies endémicas para Colombia y citadas en el IUCN y CITES	3-247


	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Foto 3 50:	Aspectos del muestreo con electropesca, en el tramo medio del río San Matías	3-248
Foto 3 51:	Aspectos físicos del tramo alto, Tramo 1	3-250
Foto 3 52:	Coberturas en las vertientes de la cuenca en el tramo MED (a), y aspecto físico del cauce y el caudal (b y c), del río San Matías	3-251
Foto 3 53:	Aspectos físicos del tramo bajo- Descarga	3-252
Foto 3 54.	Especies de peces registradas en septiembre 2011	3-254
Foto 3 56.	Vereda El Molino viviendas nucleadas al borde del ramal vial.	3-285
Foto 3 57.	Garrucha conduce hacia las veredas Quebradona Abajo (viviendas en segundo plano) y Las Faldas del municipio de Granada.	3-286
Foto 3 58.	Vivienda en la vereda Las Faldas.	3-286
Foto 3 59.	Vivienda al borde de la vía en la vereda Las Faldas.	3-287
Foto 3 60.	Parque principal de Cocorná	3-288
Foto 3 61.	Salón de clase, vereda Las Faldas.	3-295
Foto 3 62.	Lugares de recreación y esparcimiento del municipio de Cocorná	3-297
Foto 3 63.	Vía Cocorná-San Juan-El Chocó	3-299
Foto 3 64.	Convite para la construcción de rieles en la vía El Chocó-El Molino	3-299
Foto 3 65.	Apertura de la nueva vía desde la autopista hacia La Inmaculada, por parte del proyecto hidroeléctrico El Popal	3-300
Foto 3 66.	Construcción del nuevo puente sobre el Cocorná en la vereda La Inmaculada, por parte del proyecto hidroeléctrico El Popal.	3-300
Foto 3 67.	Salón de computadores, escuela de La Inmaculada.	3-302
Foto 3 68.	Camino, vereda la Inmaculada.	3-303
Foto 3 69.	Escuela de San Lorenzo.	3-304
Foto 3 70.	Cancha polideportiva, vereda San Lorenzo.	3-304
Foto 3 71.	Centro Educativo rural El Molino	3-305
Foto 3 72.	Lavando la ropa, Vereda El Molino	3-306
Foto 3 73.	Lavadero y piedra de moler al fondo, vereda La Inmaculada	3-306
Foto 3 74.	Proyecto de mejoramiento del acueducto multiveredal de las veredas El Chocó, El Molino y Campo Alegre	3-306
Foto 3 75.	Proyecto de mejoramiento de la escuela de la vereda El Chocó	3-308
Foto 3 76.	Cancha en la escuela de Campo Alegre	3-309
Foto 3 77.	Cancha polideportiva, escuela de Campo Alegre.	3-309
Foto 3 78.	Cocina del restaurante escolar.	3-309
Foto 3 79.	Interior de una vivienda en la vereda Los Mangos	3-310

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Foto 3 80.	Vivienda del presidente de la JAC, vereda Los Mangos	3-310
Foto 3 81.	Motores eléctricos son utilizados para la molienda de la caña	3-341
Foto 3 82.	Tecnificación en el proceso de cocción de la miel.	3-342
Foto 3 83	Elaboración de panela en la ramada comunitaria	3-342
Foto 3 84	Persona que intervienen en el proceso de elaboración de la panela	3-343
Foto 3 85.	Almacenamiento de tomate en la vereda El Molino.	3-345
Foto 3 86.	Plátano, maíz y caña, tres de los productos base de la economía de las familias del área de influencia del proyecto.	3-346
Foto 3 87.	Transporte de los productos por los caminos reales o trochas	3-348
Foto 3 88.	El bus de escalera recoge los productos y los lleva al casco urbano del Municipio.	3-349
Foto 3 89.	El campesino	3-368
Foto 3 90.	La familia	3-370
Foto 3 91.	La mujer campesina antioqueña es soporte del grupo familiar.	3-373
Foto 3 92.	La imagen...campesinos de la zona.	3-374
Foto 3 93.	El trabajo	3-375
Foto 3 94.	La solidaridad	3-378
Foto 3 95.	La religiosidad	3-382
Foto 3 96.	Panorámica, yacimiento 1	3-398
Foto 3 97.	Detalle, yacimiento 1	3-398
Foto 3 98.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 1	3-399
Foto 3 99.	Fragmentos de cerámica Tardía, yacimiento 1	3-400
Foto 3 100.	Lasca de tercer orden, yacimiento 1	3-401
Foto 3 101.	Panorámica, yacimiento 2	3-401
Foto 3 102.	Detalle, yacimiento 2	3-401
Foto 3 103.	Pozo de sondeo 1, yacimiento 2	3-402
Foto 3 104.	Fragmentos de Cerámica, yacimiento 2	3-403
Foto 3 105.	Fragmento de canto con bordes desgastados, yacimiento 2	3-404
Foto 3 106.	Lasca de tercer orden, yacimiento 2	3-404
Foto 3 107.	Panorámica, yacimiento 3	3-405
Foto 3 108.	Detalle yacimiento 3	3-405
Foto 3 109.	Fragmentos de Bordes y de Asas asociadas al Complejo El Oro, yacimiento 3	3-406
Foto 3 110.	Canto rodado con talla por desbastamiento, yacimiento 3	3-406

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Foto 3 111.	Lasca secundaria, yacimiento 3	3-406
Foto 3 112.	Panorámica, yacimiento 4	3-407
Foto 3 113.	Detalle, yacimiento 4	3-407
Foto 3 114.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 4	3-408
Foto 3 115.	Fragmentos de Bordes y de cuerpos asociados al Complejo El Oro, yacimiento 4	3-409
Foto 3 116.	Panorámica, yacimiento 5	3-410
Foto 3 117.	Detalle pozo de sondeo, yacimiento 5	3-410
Foto 3 118.	Fragmentos de cerámica, yacimiento 5	3-411
Foto 3 119.	Panorámica, yacimiento 6	3-412
Foto 3 120.	Detalle, yacimiento 6	3-412
Foto 3 121.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 6.	3-412
Foto 3 122.	Fragmentos de cerámica, yacimiento 6.	3-413
Foto 3 123.	Panorámica, yacimiento 7	3-414
Foto 3 124.	Detalle, yacimiento 7	3-414
Foto 3 125.	Estratigrafía pozo de sondeo, yacimiento 7.	3-415
Foto 3 126.	Fragmentos de cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 7.	3-417
Foto 3 127.	Canto rodado con desgastes, yacimiento 7	3-418
Foto 3 128.	Lascas de primer y tercer orden, yacimiento 7	3-418
Foto 3 129.	Núcleo, yacimiento 7	3-418
Foto 3 130.	Fragmento de Lasca con talla bipolar, yacimiento 7	3-418
Foto 3 131.	Panorámica, yacimiento 8	3-419
Foto 3 132.	Detalle, yacimiento 8	3-419
Foto 3 133.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 8.	3-420
Foto 3 134.	Panorámica, yacimiento 9	3-421
Foto 3 135.	Realización pozo de sondeo, yacimiento 9	3-421
Foto 3 136.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 9.	3-422
Foto 3 137.	Fragmentos de cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 9	3-423
Foto 3 138.	Lascas de primer y segundo orden, yacimiento 9	3-424
Foto 3 139.	Panorámica, yacimiento 10	3-425
Foto 3 140.	Realización pozo de sondeo, yacimiento 10	3-425
Foto 3 141.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 10	3-425
Foto 3 142.	Lectura columna estratigráfica pozo de sondeo 1, yacimiento 10	3-425



	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Foto 3 143.	Fragmentos de cerámica asociada al Complejo EL Oro, yacimiento 10	3-427
Foto 3 144.	Panorámica, yacimiento 6A	3-428
Foto 3 145.	Detalle, yacimiento 6A	3-428
Foto 3 146.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 6A	3-429
Foto 3 147.	Cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 6A	3-431
Foto 3 148.	Cantos fragmentados, yacimiento 6A	3-431
Foto 3 149.	Lascas de primer orden, yacimiento 6A	3-431
Foto 3 150.	Cantos redondeados de forma ovoide, yacimiento 6A	3-432
Foto 3 151.	Panorámica, yacimiento 6B	3-433
Foto 3 152.	Pozo de sondeo, yacimiento 6B	3-433
Foto 3 153.	Estratigrafía pozo de sondeo 1, yacimiento 6B	3-433
Foto 3 154.	Fragmentos de cerámica asociada al Complejo El Oro, yacimiento 6B	3-435
Foto 3 155.	Fragmentos de canto, yacimiento 6B	3-436
Foto 3 156.	Lascas en talla bipolar, yacimiento 6B	3-436
Foto 3 157.	Lascas de tercer y segundo orden, yacimiento 6B	3-436
Foto 3 158.	Casa de alias El Águila en la vereda Campo Alegre.	3-453
Foto 3 159.	Avisos de prevención contra las minas antipersonales	3-458




	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

### LISTADO DE ANEXOS

- ANEXO 1. Certificado del Ministerio del Interior sobre minorías étnicas
- ANEXO 2 Certificado del INCODER sobre minorías étnicas
- ANEXO 3 Plan de información, participación y comunicación
- ANEXO 4 Certificado de CORNARE Sobre usuarios del recurso en la cuenca
- ANEXO 5 Registro fotográfico de fuentes de agua en el área de influencia del proyecto
- ANEXO 6 Monitoreo calidad del aire
- ANEXO 7 Monitoreo de ruido
- ANEXO 8 Localización de parcelas de muestreo (digital)
- ANEXO 9 Listado total de especies registradas (digital)
- ANEXO 10 Fichas veredales
- ANEXO 11 Licencia de prospección arqueológica
- ANEXO 12 Ficha de viviendas con posible reasentamiento
- ANEXO 13 Formularios solicitud permiso concesión de aguas
- ANEXO 14 Formularios solicitud permiso ocupación de cauces
- ANEXO 15 Formularios solicitud permiso vertimientos
- ANEXO 16 Sistemas de tratamiento
- ANEXO 17 Permiso de aprovechamiento forestal (digital)

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL****LISTADO DE PLANOS**

2148-04-CV-DW-014	Localización general del Proyecto
2148-04-CV-DW-015	Plano general de obras
2148-04-CV-DW-015	Localización oficinas, campamentos y plantas
2148-04-CV-DW-017	Localización de corrientes menores
2148-04-CV-DW-022	Azud - Planta y secciones
2148-04-CV-DW-023	Captación - Planta y secciones
2148-04-CV-DW-024	Desarenador - Planta y secciones
2148-04-CV-DW-032	Túnel de conducción - Planta y perfil
2148-04-CV-DW-033	Túnel de conducción - Secciones típicas
2148-04-CV-DW-044	Tubería de presión- Perfil y secciones
2148-04-CV-DW-050	Casa de máquinas - Arreglo general
2148-04-CV-DW-051	Casa de máquinas - Adecuación
2148-04-CV-DW-052	Canal de descarga - Perfil y secciones
2148-04-CV-DW-063	Vías de acceso a captación
2148-04-CV-DW-064	Vías de acceso a almenara y portal de salida túnel
2148-04-CV-DW-065	Vías de acceso - Obras hidráulicas típicas
2148-04-CV-DW-076	Depósitos - Localización general
2148-04-CV-DW-077	Depósitos – Planta y perfil
2148-04-EL-DW-021	Línea de transmisión
2148-04-EV-DW-025	Cartografía base
2148-04-EV-DW-026	Unidades geológicas
2148-04-EV-DW-027	Unidades geomorfológicas
2148-04-EV-DW-028	Mapa de pendientes
2148-04-EV-DW-029	Mapa de suelos
2148-04-EV-DW-030	Capacidad de uso del suelo
2148-04-EV-DW-031	Cobertura vegetal
2148-04-EV-DW-032	Áreas de Influencia - Medio Socio Económico
2148-04-EV-DW-032-01	Áreas de Influencia - Medio Socio Económico
2148-04-EV-DW-033	Zonificación ambiental del componente agua
2148-04-EV-DW-034	Zonificación ambiental del componente aire
2148-04-EV-DW-035	Zonificación ambiental biótica
2148-04-EV-DW-036	Zonificación ambiental edafológica

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

- 2148-04-EV-DW-037      Zonificación ambiental general
- 2148-04-EV-DW-038      Zonificación ambiental del proyecto
- 2148-04-EV-DW-039      Zonificación ambiental social
- 2148-04-EV-DW-039-01      Zonificación ambiental social
- 2148-04-EV-DW-040-01I      Localización de Impactos y Planes de Manejo (Medio Abiótico)
- 2148-04-EV-DW-040-01P      Localización de Impactos y Planes de Manejo (Medio Abiótico)
- 2148-04-EV-DW-040-02I      Localización de Impactos y Planes de Manejo (Medio Biótico)
- 2148-04-EV-DW-040-02P      Localización de Impactos y Planes de Manejo (Medio Biótico)
- 2148-04-EV-DW-040-03I      Localización de Impactos y Planes de Manejo (Medio Social)
- 2148-04-EV-DW-040-03P      Localización de Impactos y Planes de Manejo (Medio Social)





# PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL RESUMEN EJECUTIVO

DOCUMENTO 2148-04-EV-ST-020 - 0

REVISIÓN No. 0

Revisión	Modificaciones	Fecha
0	Emisión Original	2012-03-30

### Elaboración – Revisión – Aprobación

Revisión	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0	SAG/HMV		HMV		HMV	

Los derechos de autor de este documento son de HMV INGENIEROS LTDA., que queda exonerada de toda responsabilidad si este documento es alterado o modificado. No se autoriza su empleo o reproducción total o parcial con fines diferentes al contratado.




## CONTENIDO GENERAL

<b>VOLUMEN I</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Documento</b>
Resumen ejecutivo	2148-04-EV-ST-020-00
Capítulo 1 – Generalidades	2148-04-EV-ST-020-01
Capítulo 2 – Descripción del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-02
<b>VOLUMEN II</b>	
Capítulo 3 – Caracterización del área de influencia del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-03
<b>VOLUMEN III</b>	
Capítulo 4 – Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	2148-04-EV-ST-020-04
Capítulo 5 – Evaluación ambiental	2148-04-EV-ST-020-05
Capítulo 6 – Zonificación de manejo ambiental del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-06
Capítulo 7 – Plan de manejo ambiental	2148-04-EV-ST-020-07
Capítulo 8 – Plan de seguimiento y monitoreo del Proyecto	2148-04-EV-ST-020-04
Capítulo 9 – Plan de contingencia	2148-04-EV-ST-020-09
Capítulo 10 - Plan de abandono y restauración final	2148-04-EV-ST-020-10
Capítulo 11 - Plan de inversión del 1%	2148-04-EV-ST-020-11
Bibliografía	2148-04-EV-ST-020-12
<b>VOLUMEN IV</b>	
Anexos	2148-04-EV-ST-020-13
<b>VOLUMEN V</b>	
Planos	2148-04-EV-ST-020-14





	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

## RESUMEN EJECUTIVO

### 1 GENERALIDADES

Dentro del inventario de posibles aprovechamientos identificados por HMV Ingenieros Ltda está el Desarrollo Hidroeléctrico del río San Matías, que aprovecha las aguas del río del mismo nombre, y el cual igualmente se piensa inscribir como proyecto MDL; localizado en el oriente del departamento de Antioquia, a unos 95 km de la ciudad de Medellín, en jurisdicción de los municipios de Cocorná y Granada.

De esta manera HMV Ingenieros Ltda solicitó a la Corporación Autónoma Regional RionegroNare–CORNARE-, su pronunciamiento sobre la necesidad de presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas -DAA- para el desarrollo hidroeléctrico del río San Matías, a lo cual CORNARE contestó afirmativamente, proceso que terminó con la selección de los proyectos que deberían pasar a la etapa de Estudio de Impacto Ambiental, según consta en la Resolución 112-0306 del 23 de agosto de 2010.

Para el Estudio de Impacto Ambiental se realizaron trabajos de campo desde septiembre de 2011 a marzo de 2012, para complementar la información recopilada para el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, con los trabajos de campo requeridos por los Términos de Referencia fijados por CORNARE para este estudio.


Por medio del Auto 112-0306 del 23 de agosto de 2010, CORNARE selecciona la Alternativa 1, para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de dos proyectos hidroeléctricos en cadena, denominados El Molino I y El Molino II, y emitió lo términos de referencia los para tal fin.

Este documento presenta el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto hidroeléctrico El Molino I, que será denominado de ahora en adelante “Proyecto Hidroeléctrico El Molino”, de acuerdo a los Términos de Referencia “*HE-TER-1-01 - Construcción y operación de centrales hidroeléctricas generadoras*”, para continuar con el trámite de licenciamiento ambiental, de acuerdo a las disposiciones de la autoridad ambiental competente enmarcada en la normatividad existente.

Complementando los trabajos que comprende el Estudio de Impacto Ambiental, se realizaron consultas sobre la presencia de minorías étnicas en el área de los posibles desarrollos hidroeléctricos en el río San Matías, con los siguientes resultados.

El Estudio de impacto ambiental para el Proyecto Hidroeléctrico el Molino se compone de 11 capítulos:

- **Capítulo 1. Generalidades.** En este capítulo se describen las características generales del proyecto, tales como los antecedentes, objetivos, alcances y metodologías de trabajo.
- **Capítulo 2. Descripción del proyecto.** Se describen las características técnicas del proyecto a nivel de factibilidad, en las etapas de construcción y operación; presentando los diseños de las diferentes obras.
- **Capítulo 3. Caracterización del área de influencia.** En este capítulo se definen las áreas de influencia para el desarrollo del proyecto y se identifica y describe el estado actual de los elementos y componentes del medio ambiente (Físico, biótico y social), llevando a cabo un análisis integral de dichos componentes, con el fin de identificar su sensibilidad ambiental.


	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

- **Capítulo 4. Demanda de recursos naturales.** En este capítulo se identifican y cuantifican los recursos naturales que pueden verse afectados por el desarrollo del proyecto, incluyéndose aquellos que requieran permisos, concesiones o autorizaciones.
- **Capítulo 5. Identificación y evaluación de los impactos ambientales.** Se realiza una identificación y evaluación de los principales impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, llevando a cabo el análisis de dos escenarios de desarrollo de los mismos, que contemplan las tendencias sin proyecto y con proyecto. Además se presenta un análisis de la evaluación de los impactos acumulativos potenciales que se pueden generar y la evaluación económica de impactos.
- **Capítulo 6.** Zonificación de manejo ambiental del proyecto: En este capítulo se realiza una síntesis de la vulnerabilidad de las unidades ambientales identificadas, llevando a cabo la clasificación de las áreas de exclusión, intervención con restricciones e intervención.
- **Capítulo 7.** Plan de manejo ambiental: En este capítulo se presentan los programas que especifican las diferentes medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el desarrollo de proyecto durante las etapas de construcción, operación y operación del proyecto.
- **Capítulo 8.** Plan de monitoreo y seguimiento: En este capítulo se establecen las principales medidas que permitirán llevar a cabo el monitoreo y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación planteadas en el plan de Manejo Ambiental, para los componentes físico, biótico y social.
- **Capítulo 9. Plan de Contingencia.** En este capítulo se presenta el análisis de riesgo del proyecto, así como las medidas de atención de emergencias y contingencias en la etapa de construcción del proyecto y los lineamientos para la operación.
- **Capítulo 10. Plan de Abandono y Restauración final.** Se plantean las diferentes actividades a desarrollar en las áreas e infraestructura intervenida de manera directa por el proyecto, con el fin de restituir las condiciones iniciales del ambiente, en la medida que sea posible.
- **Capítulo 11. Plan de Inversión del 1 %.** Se presenta la propuesta técnico económica para la implementación de la inversión del 1%, de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente, decreto 1900 de 2006.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El Proyecto Hidroeléctrico El Molino (antes denominado El Molino I) se localiza en el oriente del departamento de Antioquia, a unos 95 km de la ciudad de Medellín, en jurisdicción de los municipios de Cocorná y Granada, en las veredas El Molino, Campo Alegre, Los Mangos, La Inmaculada y San Lorenzo del primer municipio; y en las veredas Quebradona Abajo y las Faldas de Granada.

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

## 2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El Proyecto Hidroeléctrico El Molino, que será del tipo filo de agua sin embalse, tendrá una capacidad de 21 MW, para un caudal de diseño de 10 m<sup>3</sup>/s y un salto neto de 238,4 m. Las obras de conducción tienen aproximadamente 3,4 km de longitud total.

El proyecto Hidroeléctrico El Molino es parte de un sistema en cadena junto con el proyecto Hidroeléctrico San Matías (denominado antes El Molino II), por tal razón, las aguas turbinadas provenientes del proyecto El Molino serán entregadas a un tanque de aquietamiento, el cual en condiciones normales conduce el agua hacia el proyecto Hidroeléctrico San Matías.

En términos generales, el Proyecto consta de un azud en concreto de baja altura, una captación lateral, un desarenador para retención de sedimentos, un box culvert, un túnel de conducción, una almenara, una casa de válvulas, la tubería de presión, la casa de máquinas superficial, un tanque de aquietamiento y finalmente un canal de descarga para entregar las aguas turbinadas al río San Matías cuando el proyecto San Matías no opere, elementos que se describen con mayor detalle más adelante. El esquema general de las obras se puede ver en el plano 2148-04-CV-DW-015.

### 2.2.1 Obras de captación

La derivación de caudales se hará a partir de la construcción de un azud de concreto de aproximadamente 4,0 m de altura y 39,0 m de longitud, con cresta en la cota 1.264 msnm, el cual contará, en el lado derecho, con una descarga de fondo conformada por una compuerta radial de 5,0x5,0 m. La sección vertedora del azud permitirá el paso de una creciente de 1.246 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un período de retorno de 100 años.


Para la captación se ha dispuesto una toma del tipo lateral en el lado derecho del azud, conformada por aberturas rectangulares dimensionadas para derivar el caudal hacia el sistema de conducción. Pasada las aberturas de ingreso se llega a un canal que funciona como trampa de gravas que conecta con el canal de conducción a través de unas segundas aberturas u orificios. El primer sistema de aberturas está conformado por dos orificios de 2,50 m de ancho y 2,15 m de altura, y el segundo sistema por tres orificios de 1,80 m de ancho y 1,70 m de altura. Al final del canal desgravador se ha dispuesto una compuerta de 2,50 m de ancho y 2,50 m de alto.

### 2.2.2 Canal de conducción

Contiguo al canal desgravador se encuentra un canal que conduce las aguas de la captación al desarenador. Este canal tiene 4,0 m de ancho, 3,60 m de alto y una pendiente longitudinal del uno por mil. A los 38,0 m de canal se ha dispuesto una compuerta para regular el caudal que ingresa para generación. Seguido a esta compuerta se ha previsto un vertedero lateral para evacuación de excedentes que pudieran ingresar al sistema. Este tiene una longitud de 30 m.

#### 2.2.2.1 Obras para el caudal de garantía ambiental

Con el fin de garantizar el caudal de garantía ambiental (CGA) propuesto, se construirá un orificio cuadrado de 0,8 m en el canal de conducción, unos 33,0 m después de la captación de las aguas e inmediatamente antes de la compuerta de regulación de caudales para generación.

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

### 2.2.3 Desarenador

El desarenador, ubicado en la margen derecha del río San Matías, será tipo *Dufour* de tres cámaras, lo cual permite su limpieza por cámara, sin necesidad de detener el funcionamiento de la Central. Cada cámara tiene 43 m de largo por 6,0 m de ancho.

Para la limpieza del material depositado en cada cámara, el desarenador tendrá dos canales de descarga en el fondo, ubicados en dirección perpendicular a las cámaras. Estos canales tienen un ancho de 1,20 m y una altura variable entre 1,10 m y 1,30 m, con una pendiente del 1% a lo largo de su recorrido.

En el fondo del desarenador también estará la descarga del material sedimentado al río, la cual se realizará mediante un canal de desfogue, que recibe de los dos canales de descarga mencionados anteriormente, el material depositado en las cámaras. Este canal de desfogue será de 1,20 m de ancho, 1,20 m de altura y pendiente del 1,0%, el cual entregará las aguas a una losa de concreto ciclópeo.

### 2.2.4 Obras de conducción

#### 2.2.4.1 Túnel de conducción

Después del desarenador, la conducción continúa con un sistema a presión compuesto por un box culvert cuadrado de 2,50 m de lado, 15 m de longitud y pendiente longitudinal del 0,2%.

Después del box culvert, el sistema a presión continúa con un túnel de 2.651,6 m de longitud con sección en herradura modificada, de 3,1 m de diámetro de excavación y con un pendiente del 0,7%. Los primeros 100 m del túnel tendrán revestimiento en concreto hidráulico reforzado, conformando una sección circular efectiva de 2,5 m de diámetro.


La almenara, cuya función será la de amortiguar las sobrepresiones generadas en régimen transitorio debido al golpe de ariete, la cual se desprenderá del túnel falso sobre la abscisa 2.649,57 y tendrá una longitud total de 127 m con diámetros internos de 1,8 y 2,4 m.

#### 2.2.4.2 Tubería de presión

Luego del túnel, la conducción continúa con una tubería a presión que tendrá un primer tramo de 1,90 m de diámetro interno y 213,7 m de longitud, seguida de un tramo de 394,5 m de longitud y 1,80 m de diámetro. En su extremo final, la tubería será empalmada con una tubería de acero de 1,80 m de diámetro y 8,79 m de longitud, luego de la cual estará la trifurcación hacia las dos turbinas de la casa de máquinas y hacia la válvula de alivio. Los tres ramales tendrán 1,20 m de diámetro y los que se dirigen hacia las turbinas tendrán de 22,17 m y 16,63 m de longitud, hasta llegar a la válvula mariposa en la casa de máquinas.

### 2.2.5 Casa de máquinas

La casa de máquinas será superficial y está proyectada en la margen derecha del río San Matías, unos 3,5 km aguas arriba de la confluencia del río San Matías con el río Cocorná, sobre una plazoleta en la cota 1.018,60 msnm, en un punto donde se pueden obtener buenas condiciones de fundación, tanto para la casa de máquinas como para los equipos principales, y con excavaciones moderadas para la plazoleta y la subestructura. El acceso se realizará por una carretera de unos 6,5 km que se desprende de la llamada autopista Medellín - Bogotá, a unos 95 km de la ciudad de Medellín, en jurisdicción del municipio de

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Cocorná. El sistema de descarga de las aguas turbinadas se realizará a un tanque de carga para conducir las a un segundo desarrollo, el proyecto hidroeléctrico San Matías.

### 2.2.6 Obras de descarga

Las obras de descarga del proyecto están conformadas por un tanque de 2 m de longitud y 8 m de ancho, que recibe las aguas del canal – tanque (tanque de quietamiento) ubicado en la casa de máquinas, por medio de un vertedero de control de 8 m de longitud. Posterior al tanque, se tiene prevista una rampa ascendente de 1 m de altura, para luego continuar con un box culvert de 163 m, que lleva las aguas al río San Matías en condiciones hidráulicas a flujo libre.

El box culvert se divide en cinco tramos con pendientes del 9,9% en 15,7 m de longitud, 28,5% en 17,7 m, 9,4% en 36,4 m, 72,7% en 52,9 m y 95,9% en 40,5 m. El box culvert será cuadrado con 1,5 m de lado y el régimen de flujo en el mismo será supercrítico, con velocidades entre los 10 m/s en el tramo inicial (menor pendiente) y 25 m/s en el tramo final (mayor pendiente).


### 2.2.7 Subestación y línea de conexión

La subestación eléctrica del proyecto se construirá en la margen izquierda de la vía de acceso a casa de máquinas, sobre una plazoleta de 42 m por 30 m, conformada en la cota 1.002 msnm y ubicada a 120 m de la casa de máquinas, en configuración barra sencilla, con los campos de llegada para las unidades generadoras y de salida de línea hacia la subestación de conexión. Igualmente contará con los equipos de alta tensión y un edificio de control. Esta subestación será propiedad del Proyecto.

La conexión de la casa de máquinas con la subestación se realizará a través de dos circuitos de 120 m de longitud a 110 kV, conformado por cuatro pórticos, dos a la salida de los transformadores y dos a la llegada de la subestación, y una torre intermedia auto soportada tipo celosía

### 2.2.8 Vías de acceso

- **Vía a captación.** Esta se desprende de la vía que comunica al centro poblado de la vereda El Chocó y la vereda El Molino, a unos 1,50 km del primero. Para acceder a la vereda El Chocó, se utiliza una vía sin pavimentar que viene de la cabecera municipal de Cocorná, cuya longitud es de 3,14 km, y se construirá una nueva vía, que tiene una longitud de 2,6 km y un pendiente media del 8%
- **Vía de acceso a portal de entrada de túnel.** Esta vía se desprende de la vía a captación, en la abscisa 2+288; y tiene una longitud de 0,12 km y presenta especificaciones de una vía secundaria.
- **Vía de acceso a almenara y portal de salida de túnel.** Esta vía se desprende de la vía existente que va del centro poblado de la vereda El Chocó hacia El Molino, a unos 1,80 km del sitio donde se desprende la vía hacia la zona de captación. La vía tiene una longitud total de 2,02 km y llega hasta el portal de salida del túnel.
- **Vía de acceso a casa de máquinas.** Para llegar a la casa de máquinas del proyecto hidroeléctrico El Molino, se aprovecharán las vías construidas por el proyecto hidroeléctrico El Popal. Se utilizará la vía de 3,3 km que se desprende de la autopista

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Medellín – Bogotá, en el sector La Mañosa, y que conduce a la casa de máquinas del proyecto El Popal. Además de un tramo de la vía que conduce de la casa de máquinas de El Popal a la almenara (1,0 km). La vía nueva hasta la casa de máquinas tiene 2,2 km de longitud, una pendiente media del 10% y según las características del tránsito que la utilizará durante toda la vida útil del Proyecto, tendrá especificaciones de diseño de vía principal.

- **Mejoramiento de vía existente Cocorná – El Chocó.** Es la vía que conduce de la cabecera municipal de Cocorná hasta el centro poblado de la vereda El Chocó, y la cual sirve de acceso para los sitios de captación, almenara y plazoletas de acceso y salida del túnel. Se mejorará en una longitud de 3,1 km, construyendo cunetas y obras de drenaje donde sea necesario, mejorando la capa de rodadura y rectificando las curvas de la vía que no posean radios óptimos.
- **Mejoramiento de vía existente El Chocó – El Molino.** Es la vía existente que sirve para acceder a la vereda El Molino y se desprende del caserío El Chocó. De esta vía se utilizarán 3,4 km, a los cuales se les mejorará su capa de rodadura donde sea necesario.

### 3 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

#### 3.1.1 Área de Influencia Directa (AID)

De acuerdo con lo definido en los Términos de Referencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, para Estudios de Impacto Ambiental, Sector energía, Construcción y operación de centrales hidreléctricas generadoras HE-TER-1-01, *“El área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos ambientales generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada.”*


Para el Medio Abiótico y Biótico, el Área de Influencia Directa está compuesta por las áreas que ocuparán las obras del proyecto: Captación, Casa de máquinas, talleres, plazoletas industriales, campamento, vías de acceso, zonas de depósito. El área ocupada por las obras es de 30,71 ha.

Además, se incluye aquellas zonas aledañas al río San Matías, entre la zona de captación y la descarga de las aguas, donde se presentará reducción de caudales.

El Área de Influencia Directa del Medio Socioeconómico, abarca los territorios municipales afectados por la obras del Proyecto y por la reducción de caudales del río San Matías, que comprende las siguientes veredas: Quebradona Abajo y Las Faldas del municipio de Granada, afectadas por la reducción del caudal del río San Matías; y El Molino, Campo Alegre, Los Mangos, La Inmaculada y San Lorenzo, afectados por la obras y por la disminución del caudal.

#### 3.1.2 Área de Influencia Indirecta (AI)

El Área de Influencia Indirecta está definida en los Términos de Referencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para proyecto hidroeléctricos, donde se establece que: *“el área donde los impactos ambientales trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos”*.

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Para los Medios Físicos y Bióticos se estableció que los impactos se podrán manifestar en una franja comprendida entre la divisoria de agua entre los ríos San Matías y Cocorná, en la margen izquierda del río San Matías; y en la margen izquierda, una franja definida por caminos existentes en las veredas de Quebradona Abajo y Las Faldas, hasta donde puede llegar el efecto de la disminución del caudal del río San Matías.

Para el Medio Socioeconómico, el AII corresponde al territorio conformado por los municipios de Cocorná y Granada, dado que constituyen los centros administrativos y las unidades socioculturales alrededor del proyecto hidroeléctrico El Molino.

### 3.2 MEDIO ABIÓTICO

Mediante oficio 47308 del 12 de diciembre de 2011, se solicitó ante CORNARE información sobre los usos del agua existentes en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino, que contestó mediante oficio 134-0241 del 21 de diciembre de 2011, y en el cual la entidad informa que sus bases de datos no se encuentran concesiones de agua otorgadas en la cuenca y sus drenajes.

En términos generales, para la calidad del agua, se puede afirmar que el sector evaluado del río San Matías presenta una buena calidad sanitaria del agua (categoría 4 de 5). Se observó que el 71% de las variables de interés, presentaron altos índices (>80), excepto los coliformes que presentan valores bajos en todos los sitios evaluados. Se resaltan los altos valores para OD, pH, T y nitratos, todas estas características importantes en la salud un río sano, y con capacidad para sostener una biota acuática diversa.


De acuerdo al estudio de calidad del aire realizado en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino, que incluyó estaciones de monitoreo en la vereda Los Mangos, Campo Alegre, La Playa y El Molino, se encontró que en la zona se presentan niveles de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO que cumplen con lo exigido por la legislación vigente, por lo tanto no representan ningún problema para la salud de las personas.

Las mediciones realizadas presentan zonas de incumplimiento de los estándares permisibles exigidos por la normatividad ambiental vigente para todos los puntos de muestreo en el horario nocturno, pero en horario diurno, se presenta cumplimiento en los puntos 2 y 4, ubicados en la vereda campo Alegre y El Molino respectivamente, solo durante los días festivos. Lo anterior se debe en su mayoría la presencia de fuentes que generan tonos a altas frecuencias e impulsos, tales como animales silvestres y domésticos, insectos, ruido generado por la corriente del río San Matías, actividades agropecuarias, vías veredales con tráfico de vehículos y personas, aumentando el LAeq final en 6 dB.

### 3.3 MEDIO BIÓTICO

En el Área de Influencia Indirecta predominan los pastos limpios (PL), seguidos de la vegetación secundaria baja (VSB), vegetación secundaria alta (VSA) y los pastos arbolados (PA), localizados en las veredas El Molino, Quebradona Abajo y Campo Alegre.

En el Área de Influencia Directa se conserva la tendencia en el uso del suelo descrita para el AII, lo que influye en el tipo de coberturas vegetales que se localizan en ambas. Para el AID son: predominio del pasto limpio (34,9%) y pasto arbolado (24,8%), seguidos por vegetación secundaria alta (11,2%) y vegetación secundaria baja (10,4%), pasto enmalezado (6,5%), bosque abierto (4,77%), cultivos permanentes herbáceos (1,50%) y bosque denso de guadua (1,32 %).

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

En la fauna terrestre, en cuanto a mamíferos se destaca que se identificaron tres especies endémicas *Saguinus leucopus* (Tití gris), *Proechimys magdalenae* (Rata espinosa) y *Microsciurus santanderiensis* (ardita cusca) y tres especies catalogadas como vulnerables *Saguinus leucopus* (Tití gris), *Aotus lemurinus* (marteja o mico de noche) *Lontralongicaudis* (Nutria) y *Leopardus wiedii* (Tigrillo).

En aves los muestreos de línea base señalan como sitios de mayor diversidad los de más conectividad y en los que se encuentran diversos estados sucesionales interconectados entre sí (vegetación secundaria baja, vegetación secundaria alta y bosque abierto); indicando la importancia de esta conexión para las poblaciones de avifauna. Se encontraron dos especies endémicas: *Capito hypoleucus* (torito capiblanco) y *Ortaliscolumbiana* (guacharaca colombiana)

Para anfibios la mayor parte de especies se reportan en las coberturas con mayor complejidad estructural, señalando una alta disponibilidad de refugio, alimento y áreas de apareamiento, condiciones que favorecen el mantenimiento de las poblaciones de este grupo.

Para peces fueron registrados 15 individuos agrupados en cinco especies: *Astroblepishomodon* (capitancito), *Hemibriconboquiae* (sardina), *Trichomycterus caliense* (briola), *Chaetostomaleucomelas* (cucho) y *Cordylancistrus* (cucho), ninguna de ellas migratoria.

### 3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

#### 3.4.1 Dimensión demográfica


Son nueve veredas en total las que se verán afectadas por el proyecto hidroeléctrico El Molino, donde el total de la población (según datos del trabajo de campo), son 1.722 personas. De estas, 1.452 del municipio de Cocorná, las cuales representan un 9,60% sobre el total de población del municipio, que son 15.119 personas. Por su parte, del municipio de Granada son 270 personas lo que corresponde a un 2,75% del total de la población del municipio (9.789 habitantes). Casi el 100% de la población de las veredas se encuentra en estado de pobreza, lo que refleja unas condiciones de vida muy precarias.

#### 3.4.2 Dimensión espacial

Los cascos urbanos tanto de Cocorná como de Granada, presentan un alto porcentaje de cobertura en servicios públicos; en cambio, en la zona rural, la cobertura es mucho más baja. Ello tiene su razón de ser en la dispersión de las viviendas, que dificulta el acceso a los servicios y el equipamiento colectivo de cada una de las veredas. La gran excepción es la energía eléctrica, pues casi el 100 % de los pobladores en el área de influencia Directa, al igual que en la zona rural de ambos municipios, cuentan con el servicio.

En lo que tiene que ver con servicios sociales, tales como salud y educación, el casco urbano tiene una mejor oferta que la zona rural; algunas veredas deben desplazarse hacia otros centros poblados o al casco urbano para acceder a dichos servicios y las que cuentan con los mismos, tienen carencias significativas en términos de dotación e infraestructura. Es de apuntar sin embargo, que en términos de educación, el número de alumnos matriculados en la zona rural de Cocorná resulta ser mayor que el número de alumnos en la zona urbana.



	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

En cuanto a la disposición de aguas servidas y basuras, las veredas no cuentan con el servicio, y este es muy precario en el casco urbano de Cocorná como en el de Granada.

En el municipio de Cocorná se cuenta con una infraestructura que en términos generales permite acceder a los servicios de salud y la población disfruta de todos los servicios básicos de un primer nivel de complejidad. Por su parte, en Granada es posible identificar un gran desconocimiento entre las comunidades acerca de la prestación de los servicios de salud, en especial los servicios superiores al primer nivel de complejidad, por lo cual los usuarios no demandan el servicio. En otros casos la ausencia de demanda tiene qué ver con las dificultades de libre locomoción y con la falta de recursos para cancelar el copago o la cuota moderadora según sea el caso.

### **3.4.3 Dimensión cultural**

Los pobladores del área de influencia son campesinos que en la actualidad, y después de un proceso de retorno, tras el desplazamiento forzado por el conflicto armado, continúan siendo cultivadores de caña, plátano, café, frijol, maíz, yuca y cítricos. En las veredas del municipio de Granada sobresalen los cultivos de tomate y pepino. Las prácticas culturales de los habitantes del área de influencia directa, están referidas a un contexto mucho más amplio de la cultura paisa o antioqueña, en donde la alimentación, las fiestas populares o a santos patronos, el trabajo y la productividad para alcanzar el sustento, la familia y la religión, son elementos capitales.


### **3.4.4 Dimensión económica**

Los procesos productivos de Granada y Cocorná están caracterizados por un predominio de la actividad agrícola, seguida por la producción pecuaria y el comercio. Los cultivos más representativos son el café, la caña panelera, el plátano. También se cuenta con cultivos transitorios (semestrales), como tomate chonto, maíz, frijol, papa, zanahoria, repollo y pepino. Además, se destaca el incremento relativo de frutales, cultivo de diversificación. En los municipios hay un desempleo significativo, lo que lleva a que buena parte de la población migre hacia otros municipios en busca de oportunidades laborales. Respecto a la tenencia en los municipios, predomina la pequeña propiedad, lo que se replica en las veredas del área de influencia con predios que oscilan entre media y tres hectáreas, aunque se presentan algunos casos de predios de 20 ha. Así mismo, prevalece la forma de tenencia propia pagada sobre las demás.

Poblaciones como Cocorná y Granada, en la actualidad buscan restablecer sus antiguas dinámicas socio- económicas y culturales, tras la supuesta culminación de una guerra que afectó actividades económicas por el desplazamiento y llevó al abandono de parcelas y con esto a la adopción de un nuevo de vida en contextos urbanos y extraños, generalmente en ciudades como Cali, Barranquilla y Bogotá

### **3.4.5 Dimensión político – administrativa**

Durante la década pasada, los municipios de Cocorná y Granada se vieron envueltos durante varios años en un drama humanitario de graves proporciones; una lucha territorial armada, en la cual llegaron a estar involucradas directamente tanto las fuerzas regulares de la ley como dos frentes del ELN, dos de las FARC y tres frentes paramilitares diferentes. Luego de la desmovilización paramilitar del 2006, la cual reconfiguró el escenario de la disputa entre la guerrilla y los paramilitares, y de haber permanecido parcialmente

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

desocupados los municipios, tanto los cascos urbanos como en las veredas, la gente ha comenzado desde hace unos cinco años a retornar, apoyados por el Departamento para la Prosperidad Social y otras instituciones a todos los niveles..

En la actualidad, tanto en Cocorná como en Granada, hay una relación más estrecha entre las instancias administrativas entre sí y con las comunidades, por fuera de las relaciones político - partidistas tradicionales. Con lo anterior no se quiere decir, sin embargo, que se hayan abandonado las prácticas de clientelismo y de apadrinamiento político a las organizaciones, ni que éstas dejen de lado la búsqueda de amparar sus acciones en el bipartidismo tradicional.

Frente a la credibilidad en las instituciones y la imagen que éstas proyectan, las percepciones varían de un municipio a otro, al igual que entre las diferentes entidades, ya sean del orden local, departamental o nacional. Esta situación depende en gran medida del grado de compromiso, desempeño y continuidad del funcionario de turno.

No obstante es necesario resaltar la fuerte tradición organizativa que existe entre las comunidades, el hecho de que aun cuando las veredas están todavía semi-despobladas, la gente ha vuelto a organizarse en Juntas de Acción comunal y otros grupos asociativos. Un caso paradigmático en este sentido es el de las cooperativas financieras, las cuales tienen amplia influencia tanto en un municipio como en otro, esto debido a la diáspora de comerciantes salidos de ambos municipios, que sin embargo conservan fuertes lazos con sus territorios de origen.


Según el actual Plan de Desarrollo de Cocorná, *“poco a poco este proceso se ha posicionado en el municipio y es reconocido por los diferentes actores sociales, políticos y gubernamentales, logrando aportarle al acercamiento de la Administración Municipal con la comunidad, con el impulso a actividades de fortalecimiento organizativo de los centros zonales, de control social a la gestión pública, o deliberaciones públicas sobre la participación como derecho y la gobernabilidad democrática como alternativa. Actualmente la asamblea articula gran parte de las fuerzas vivas del municipio, constituyendo el mayor escenario local donde se delibera sobre asuntos centrales de este territorio”*.

#### **4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS**

- En la evaluación cualitativa de los impactos que genera el proyecto hidroeléctrico El Molino se identificaron 30 impactos: siete en el Medio Abiótico, seis en el Medio Biótico y 17 en el Medio Socioeconómico, uno de ellos de carácter positivo y negativo
- De esos 30, cinco impactos son positivos, todos ellos se presentan en el Medio Socioeconómico, dos con calificación de Relevante: Cambios en los niveles de gobernabilidad y Modificación de las finanzas municipales y las corporaciones regionales, con calificaciones de 6,2 y 5,7, respectivamente

Los tres cuatro impactos positivos se clasifican en el rango de Moderados: Incremento en la demanda de bienes y servicios (3,4), Generación temporal de empleo (4,5) y Modificación de la movilidad local (4,4).

- Hay otro impacto en el Medio Socioeconómico que es positivo y negativo, Afectación del patrimonio arqueológico, el cual obtienen una calificación de Moderado (3,6). El efecto positivo se presenta por el cumplimiento de lo establecido en la Ley 163 de 1959 y el decreto reglamentario 264 de 1963, donde obligan a proyectos como el de El Molino, a

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

realizar un trabajo de arqueología preventiva, con lo cual se recupera parte del conocimiento de los primeros habitantes del área de influencia del Proyecto.

- El mayor efecto negativo que genera la construcción del proyecto hidroeléctrico El Molino, se presenta en el Medio Biótico: Aumento de la presión sobre los recursos naturales, el cual obtuvo una calificación negativa de 6,65, que lo cataloga como Relevante. El valor de este impacto está considerando la sinergia que puede ocurrir con otro que genera el proyecto, que es positivo: Modificación de la movilidad local, ya que la comunidad tendrá mayor facilidad de llegar a las zonas boscosas y explotadas.

Con la construcción de las vías de acceso a casa de máquinas y captación, la población del área de influencia podrá acceder más fácilmente a coberturas boscosas con especies maderables como: *Heliocarpus americanus* (Balso Blanco), *Cinnamomum triplinerve* (Laurel Perillo), *Nectandra* spp., *Jacaranda copaia* (Chingalé), *Aniba cf. muca* (Laurel Tuno), *Ficus popayanensis* (Sueldo), además de otras con diversos usos en la zona como la palma *Euterpe precatoria* (Palmiche).


Este efecto se mitigará con programas de educación ambiental dirigido a la población del área de influencia, y a un trabajo mancomunado del dueño del proyecto, con las administraciones municipales de Cocorná y Granada, así como con CORNARE.

- De los siete impactos negativos identificados en el Medio Abiótico, dos obtuvieron la calificación de Irrelevantes: Aumento en los niveles de la presión sonora (2,2) y Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo (1,7). Este último, en las zonas donde ocurre no se puede evitar, pues el suelo es reemplazado por una superficie dura, por lo que se puede compensar con los programas de reforestación y mitigar con un adecuado manejo de las excavaciones durante construcción; sin embargo, la calificación obtenida se explica porque el área afectada es menos del 2% del área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Molino.
- Los otros cinco impactos del Medio Abiótico se clasificaron en el rango de Moderados; cuatro de ellos se puede prevenir o mitigar: Aumento de la concentración de material particulado (3,1), Alteración de la dinámica fluvial (3,8), Cambios en la calidad del agua (3,3), Modificación del paisaje (4,1).

El otro impacto del Medio Abiótico es el de la Disminución de la disponibilidad del agua (4,5), que está relacionado con el posible efecto que pueda generar el túnel de conducción, en las corrientes superficiales localizadas a lo largo de su alineamiento. Para este efecto se planteó en el Plan de Manejo un programa de manejo para el abastecimiento de agua, de la población asentada a lo largo del trazado del túnel de conducción, el cual incluye estudios hidrogeológicos y el diseño y construcción de acueductos veredales.

- Los otros cinco impactos del Medio Biótico, que obtuvieron una calificación de Moderada, pueden ser mitigados o prevenidos. Los impactos Cambios en la comunidad íctica del río San Matías (3,3) y Cambios en la estructura del biotopo y biocenosis acuático (4,7), se mitiga con el establecimiento de un caudal ecológico que minimice los cambios que se pueden presentar en el tramo del río comprendido entre los sitios de captación y descarga.

Para el manejo de los otros tres impactos del Medio Biótico (Cambios en la cobertura vegetal (4,3), Pérdida o fragmentación de hábitats (4,9) y Muerte y desplazamiento de

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

fauna terrestre (3,4)) está muy relacionado con las medidas planteadas para mitigar el efecto relacionado con los cambios en la cobertura vegetal y con el programa de educación ambiental, que incluye un componente relacionado con el manejo de los recursos naturales.

- De los 11 impactos negativos identificados en el Medio Socioeconómico, los cuales son prevenibles o mitigables, dos obtuvieron una calificación de Relevante: Generación de expectativas (5,09) y Generación de molestias a la comunidad (5,95), que se explica por las condiciones vividas en la zona en épocas recientes, y por la posición de algunas organizaciones con respecto a los proyectos de generación de energía. Estos dos efectos pueden ser prevenidos con el desarrollo de un programa de información y participación comunitaria, acompañado de programas de educación ambiental, y un programa de contratación de mano de obra.

Otros cuatro impactos están en la categoría de Irrelevantes: Cambios en la dinámica poblacional (1,8), Presión sobre el mercado inmobiliario (0,8), Incrementos en los riesgos de accidentalidad (2,2) y Variación en los niveles de salubridad (1,0).

El resto, cinco, fue calificado como Moderado: Afectación d de las actividades económicas (2,8), Afectación del patrimonio cultural ((3,8), Potenciación de conflictos (2,6), Desplazamiento de infraestructura y viviendas (3,8) y Cambios en los usos del suelo (3,3)

- Para los impactos identificados en este Medio, así como en los Medios Abiótico y Biótico, se deberán ejecutar tres programas que servirán para prevenir o mitigar los efectos del Proyecto: un Programa de Información y Participación Comunitaria, y un Programa de Fortalecimiento Institucional y Comunitaria, y un Programa de Educación.
- Al analizar la matriz de identificación de impactos, se observa que la actividad Operación de la central modifica a 14 elementos del medio ambiente (tres del Medio Abiótico, dos del Medio Biótico y nueve del Medio Socioeconómico).

Le siguen: Excavaciones superficiales que modifica a 12 elementos (seis del Medio Abiótico, cuatro del Medio Biótico y dos del Medio Socioeconómico); igual número de modificaciones genera la Construcción y operación de campamentos y talleres, pero éste modifica más elementos del Medio Socioeconómico, nueve en total, por sólo tres del Medio Abiótico.

Además se realizó una evaluación de los impactos acumulativos que generarían los cuatro proyecto que HMV INGENIEROS ha estudiado en el oriente de Antioquia: proyecto hidroeléctrico El Popal (en construcción), proyecto hidroeléctrico San Miguel (licenciado), proyecto hidroeléctrico El Molino (en elaboración de EIA), y proyecto hidroeléctrico San Matías ( en elaboración de EIA).

También se realizó una evaluación económica de los impactos.

## 5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En la siguiente tabla se presenta un resumen del Plan de Manejo Ambiental y un resumen de sus costos


Plan de Manejo	Impactos a manejar	Costo (\$)
Grupo de Interventoría ambiental		418.500.000
Grupo de Gestión Ambiental		476.367.700

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

<b>Plan de Manejo</b>	<b>Impactos a manejar</b>	<b>Costo (\$)</b>
Manejo y disposición de materiales	Aumento de la concentración de material particulado y gases Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo Modificación del paisaje	Los costos de este proyecto se encuentran incluidos dentro de la obra civil
Manejo de fuentes de material particulado, gases y emisiones de ruido	Aumento de la concentración de material particulado y gases Aumento de los niveles de presión sonora Potenciación de conflictos Generación de expectativas	93.000.000
Manejo de residuos líquidos	Cambios en la calidad del agua Disminución de la disponibilidad del agua Alteración de la dinámica fluvial. Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo.	Los costos de este proyecto se encuentran incluidos dentro de la obra civil
Manejo de residuos sólidos, domésticos, industriales y peligrosos	Aumento de la concentración de material particulado y gases Cambios en la calidad del agua Disminución de la disponibilidad del agua Cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo Modificación del paisaje Potenciación de conflictos Generación de molestias a la comunidad Variación en los niveles de salubridad	109.000.000
Estimación del caudal de garantía ambiental	Alteración de la dinámica fluvial Cambios en la comunidad íctica del río San Matías Cambios en la estructura del biotopo y biocenosis acuática	Los costos están incluidos en el análisis económico del proyecto.
Abastecimiento de agua, a la población asentada a lo largo del trazado del túnel de conducción	Cambios en la calidad y disponibilidad del agua Potenciación de conflictos Generación de expectativas Generación de molestias a la comunidad	680.000.000
Manejo de cobertura vegetal y descapote		12.995.000
Rescate de flora	Cambios en la cobertura vegetal Aumento de la presión sobre los recursos naturales	77.088.430
Compensación por afectación a coberturas boscosas – conformación corredor biológico	Cambios en la cobertura vegetal Pérdida o fragmentación de hábitats Aumento de la presión sobre los recursos naturales	456.201.400
Estudio de fauna vertebrada terrestre	Pérdida o fragmentación de hábitats Muerte y desplazamiento de fauna terrestre Aumento de la presión sobre los recursos naturales	323.450.000
Estrategia de manejo de ecosistemas acuáticos	Alteración de la dinámica fluvial Cambio en la comunidad íctica del río San Matías Cambio en la estructura del biotopo y biocenosis acuática	92.775.000
Información y participación comunitaria	Todos los impactos identificados	61.070.000
Educación ambiental a los trabajadores	Afectación del patrimonio cultural Potenciación de conflictos	59.520.000

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

<b>Plan de Manejo</b>	<b>Impactos a manejar</b>	<b>Costo (\$)</b>
	Cambios en la dinámica poblacional Incremento en la demanda de bienes y servicios Variación en los niveles de salubridad	
Educación ambiental a la comunidad		
Proyecto de educación ambiental	Generación de expectativas Generación de molestias a la comunidad Potenciación de conflictos Aumento en la concentración de material particulado y gases Aumento en los niveles de presión sonora Cambios en la calidad del agua Cambios en la cobertura vegetal Muerte y desplazamiento de fauna terrestre Aumento en la presión sobre los recursos naturales	135.300.000
Proyecto de lecto escritura para adultos		32.400.000
Fortalecimiento institucional y comunitario	Generación de expectativas. Generación temporal de empleo. Modificación de la movilidad local. Incremento en la demanda de bienes y servicios Modificación de las finanzas municipales y de las corporaciones ambientales. Cambios en los niveles de gobernabilidad. Afectación del patrimonio cultural. Potenciación del conflicto Variación de los niveles de salubridad	40.000.000
Reubicación de infraestructura y viviendas	Desplazamiento de infraestructura y viviendas Cambios en la dinámica poblacional Generación de expectativas. Potenciación de conflictos. Afectación de las actividades económicas. Generación de molestias a la comunidad.	203.009.000
Contratación de mano de obra	Generación de expectativas Generación temporal de empleo Afectación a las actividades económicas Generación de molestias a la comunidad Potenciación de conflictos Desplazamiento de infraestructura y vivienda	Los costos están incluidos en los del Grupo de Gestión ambiental
Restablecimiento de las condiciones económicas	Generación de expectativas. Modificación de la movilidad local. Desplazamiento de la infraestructura y vivienda Afectación a las actividades económicas Generación de molestias a la comunidad Cambios en los usos del suelo	42.000.000
Empresarismo rural	Generación de expectativas. Potenciación de conflictos. Cambios en la dinámica poblacional. Incrementos en la demanda de bienes y servicios. Afectación de las actividades económicas. Cambios en el nivel de empleo.	359.500.000

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.:0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

Plan de Manejo	Impactos a manejar	Costo (\$)
	Desplazamiento de infraestructura y viviendas. Afectación del patrimonio cultural.	
Memoria y patrimonio cultural	Generación de expectativas. Afectación del patrimonio cultural. Modificación de la movilidad local. Desplazamiento de la infraestructura y viviendas. Cambios en la dinámica poblacional. Presión sobre el mercado inmobiliario. Generación de molestias a la comunidad. Afectación del patrimonio arqueológico.	37.200.000
Restitución de infraestructura afectada	Afectación del patrimonio cultural Potenciación de conflictos. Daños causados a terceros Generación de expectativas	Los costos se encuentran incluidos dentro del Grupo de Gestión Ambiental y de la obra civil
Rescate arqueológico y divulgación	Afectación al patrimonio arqueológico Afectación del patrimonio cultural	180.950.000
Plan de monitoreo y seguimiento		308.677.800
Plan de contingencia		303.570.000
<b>Total</b>		<b>4.502.574.330</b>

## 6 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

En la siguiente tabla se presentan programas de monitoreo y seguimiento y un resumen de los costos.


Programas	Costos (\$)
Monitoreo del manejo de aguas residuales	31.548.800
Monitoreo de aguas superficiales	64.545.600
Monitoreo de comunidades bénticas	25.200.000
Monitoreo de la calidad del aire y ruido	128.000.000
Monitoreo de fauna íctica	16.200.000
Monitoreo de hábitats terrestre	30.733.400
Monitoreo del medio social	12.450.000
<b>Total</b>	<b>308.677.800</b>

## 7 PLAN DE CONTINGENCIA

Los criterios generales del Plan de Contingencia que se presentan deberán ser precisados y detallados por el constructor y el dueño del proyecto, en las etapas de construcción y operación respectivamente, dependiendo de la forma como se organice para desarrollar las actividades de la centra

Para evaluar la contingencia se utilizan los criterios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los cuales se definen de la siguiente manera:

- **Amenaza.** Se entiende como la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, con una cierta intensidad y potencialmente nocivo para las personas, bienes, infraestructura o el medio

	<b>PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL MOLINO</b>	Doc.: 2148-04-EV-ST-020-01	
		Rev. No.: 0	2012-03-30
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			

ambiente, dentro de un período específico de tiempo y en un área delimitada geográficamente.

- Vulnerabilidad. Grado de pérdida o daño de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso.
- Riesgo. Destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la amenaza o probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas; matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio, en un cierto período.

Para la evaluación del riesgo se utilizó la metodología planteada por Arboleda y Zuluaga<sup>1</sup> que define el riesgo como:

$$R = A \times V = P \times I, \text{ donde}$$

- R = Valor cualitativo del riesgo.
- P = Probabilidad de ocurrencia de una amenaza = A.
- I = Intensidad o severidad de consecuencias potenciales V.

Y establece los siguientes rangos de clasificación:

- Riesgos aceptables (1-4), los cuales no representan una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias son menores.
- Riesgos tolerables (5-9), que son aquellos que pueden ocasionar daños más significativos al ambiente, por lo que requieren el diseño de planes de atención.
- Riesgos críticos (10-20), que pueden ocasionar daños graves sobre el ambiente y requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso.

En el proyecto hidroeléctrico San Miguel los eventos identificados se clasifican de la siguiente manera:

- Riesgos aceptables. En esta categoría se clasificaron las contingencias generadas por Inundación, Sismo, Falla del azud y Falla del túnel de conducción.
- Riesgos tolerables: Los eventos o contingencias generados por Incendio, Afectación de cuerpos de agua y suelo, Deslizamientos.
- Riesgos críticos: Son eventos asociados a Accidentes y Afectación del orden público

La anterior calificación sirvió para diseñar los programas para la atención de estos eventos.

<sup>1</sup> Arboleda, Jorge y Zuluaga, Julio. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Revista Empresas Públicas de Medellín, volumen 15, No. 3. Enero – Abril de 2005.