



**GreenLabUC**

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

# **Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado**

Estudio solicitado por la Superintendencia de Medio Ambiente

**INFORME Final**

**Santiago, 27 de Abril 2012**

## **Equipo de Trabajo**

### Riesgo Ambiental

**Luis Abdón Cifuentes**

**lac@ing.puc.cl**

Andrés Pica Téllez

andrespica@greenlabuc.cl

Pilar Lapuente Fuentes

Pilar.lapuente@greenlabuc.cl

Nicolás Borchers Arriagada

nicolasborchers@greenlabuc.cl

Mayo Rodríguez Baeza

mayorodriguez@greenlabuc.cl

### Ecología

**Fabián Jaksic**

**fjaksic@bio.puc.cl**

Ariel Farías

arielfariasp@gmail.com

### Patrimonio

**Piergiorgio Di Giminiani**

**pdigiminia@uc.cl**

Julián Moraga

jnmoraga.r@gmail.com

### Economía Ambiental

**Rodrigo Arriagada Cisternas**

**rarriagada@uc.cl**

Daniela Acuña Reyes

dacunae@uc.cl

### Derecho Ambiental

**Francisco Javier González**

**franciscogonzalezsilva@gmail.com**

Miguel Aylwin Fernández

mpaylwin@gmail.com

## Tabla de Contenidos

<b>DEFINICIONES RELEVANTES PARA LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑO .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>7</b>
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
<b>4. ANÁLISIS CONCEPTUAL DE DAÑO AMBIENTAL.....</b>	<b>8</b>
4.1 COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE.....	15
4.1.1 <i>Receptores</i> .....	15
4.1.2 <i>Subcomponentes</i> .....	15
4.1.3 <i>Medios</i> .....	16
4.2 DAÑO AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DE LA LEGISLACIÓN CHILENA .....	17
4.3 DAÑO AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DE LA ECOLOGÍA, BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES.....	23
4.3.1 <i>Perturbación y dinámica ecosistémica</i> .....	26
4.3.2 <i>Niveles de organización biológica, escala y perturbación</i> .....	29
4.3.3 <i>Funcionamiento y salud ecosistémica</i> .....	33
4.3.4 <i>Servicios Ecosistémicos al bienestar humano</i> .....	36
4.4 DAÑO AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DE LA SALUD DE LA POBLACIÓN .....	38
4.4.1 <i>Clasificación de efectos a la salud</i> .....	39
4.4.2 <i>Análisis de riesgo a la salud de una población</i> .....	42
4.4.3 <i>Aceptabilidad del riesgo a la salud humana</i> .....	45
4.4.4 <i>Aplicabilidad del riesgo a la salud humana como daño ambiental</i> .....	47
4.5 DAÑO AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DEL PATRIMONIO SOCIOCULTURAL.....	50
4.5.1 <i>Daño Ambiental en el contexto del Patrimonio Cultural Material</i> .....	50
4.5.2 <i>Daño ambiental en el contexto del Patrimonio Cultural Inmaterial</i> .....	57
4.6 OTROS COMPONENTES DEL DAÑO AMBIENTAL.....	60
4.6.1 <i>Bienestar humano</i> .....	60
4.6.2 <i>Visibilidad</i> .....	63
4.6.3 <i>Materiales</i> .....	64
<b>5. CONTEXTO DE DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DAÑO Y PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL .....</b>	<b>65</b>
5.1 SÍNTESIS DE ELEMENTOS CLAVES DE LAS METODOLOGÍAS REVISADAS .....	65
5.2 INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DAÑO Y PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL ..	69
<b>6. MANUAL METODOLÓGICO .....</b>	<b>73</b>
6.1 RECEPTORES.....	73
6.2 MEDIOS .....	73
6.3 ANÁLISIS DE LAS FUENTES Y RECEPTORES .....	74
6.3.1 <i>Identificación de las acciones/omisiones impactantes o potencialmente impactantes</i> .....	74
6.3.2 <i>Identificación de los receptores o bienes de protección potencialmente afectados</i> .....	74
6.3.3 <i>Identificación de las posibles consecuencias</i> .....	75
6.4 MANUAL DE LA PRIMERA ETAPA DE LA METODOLOGÍA: DETERMINACIÓN DEL DAÑO O PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL INMINENTE (ENTENDIDO COMO RIESGO).....	76
6.4.1 <i>Estimación de la Probabilidad de Ocurrencia</i> .....	76

6.4.2	<i>Estimación de la Magnitud de las consecuencias</i> .....	78
6.4.3	<i>Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&amp;RNR)</i> .....	81
6.4.4	<i>Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Componente Salud de la Población</i> .....	87
6.4.5	<i>Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Componente Patrimonio Sociocultural</i> .....	92
6.4.6	<i>Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Otros componentes</i> .....	96
6.4.7	<i>Cualificación de la magnitud de las Consecuencias de los Componentes</i> .....	98
6.4.8	<i>Determinación del Peligro de daño ambiental (entendido como riesgo)</i> .....	99
6.4.9	<i>Riesgo por Componente afectado</i> .....	100
6.4.10	<i>Riesgo Global</i> .....	101
6.5	<b>MANUAL DE LA SEGUNDA ETAPA DE LA METODOLOGÍA: CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO Y PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL (ENTENDIDO COMO RIESGO)</b> .....	102
6.5.1	<i>Caracterización del Daño ambiental</i> .....	102
6.5.2	<i>Significancia</i> .....	104
6.5.3	<i>Estimación de la Significancia del daño Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&amp;RNR)</i> .....	107
6.5.4	<i>Estimación de la Significancia del daño Componente Salud de la Población</i> .....	117
6.5.5	<i>Estimación de la Significancia del daño Componente Patrimonio Socio-cultural</i> .....	122
6.5.6	<i>Cualificación de la Significancia del Daño</i> .....	126
6.5.7	<i>Irreparabilidad</i> .....	128
6.5.8	<i>Cualificación de la Irreparabilidad del Daño</i> .....	131
6.5.9	<i>Estimación de la Importancia del Daño</i> .....	131
6.5.10	<i>Cualificación de la Importancia del Daño</i> .....	133
6.5.11	<i>Daño Global</i> .....	133
6.5.12	<i>Caracterización del Daño de los Otros Componentes del medio ambiente</i> .....	133
6.5.13	<i>Caracterización del Peligro de daño ambiental</i> .....	135
6.5.14	<i>Riesgo por Componente afectado</i> .....	140
6.5.15	<i>Riesgo Global</i> .....	141
<b>7.</b>	<b>GUÍA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA</b> .....	<b>142</b>
7.1	FICHAS DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES Y RECEPTORES: DÍA 1, EN TERRENO .....	142
7.2	FICHAS ETAPA 1: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO AMBIENTAL INMINENTE (DÍA 1, EN TERRENO) .....	144
7.3	FICHAS ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL (DÍA 15, CON MÁS ANTECEDENTES).....	151
7.4	FICHAS ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL (15 DÍAS, CON MÁS ANTECEDENTES).....	159
<b>8.</b>	<b>TALLER DE VALIDACIÓN Y DIFUSIÓN</b> .....	<b>161</b>
8.1	TALLER DE VALIDACIÓN .....	161
8.2	TALLER DE DIFUSIÓN (CAPACITACIÓN).....	162
<b>9.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE APOYO</b> .....	<b>164</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>166</b>
10.1	CONCLUSIONES.....	166
10.2	RECOMENDACIONES .....	168
10.2.1	<i>Revisión práctica de la Metodología</i> .....	168
10.2.2	<i>Apoyo en la parte Operacional de la Metodología</i> .....	168
10.2.3	<i>Revisión práctica de la Metodología</i> .....	169
10.2.4	<i>Valorización de los Recursos Ambientales</i> .....	169
<b>11.</b>	<b>ANEXO 1: CANTIDAD UMBRAL Y PELIGROSIDAD DE LOS CONTAMINANTES</b> .....	<b>170</b>
11.1.1	<i>Agentes de Riesgo emitidos a la atmósfera</i> .....	170
11.1.2	<i>Agentes de Riesgo liberados en el agua y alcantarillado</i> .....	172

11.1.3	Agentes de Riesgo desechados a los suelos.....	174
11.1.4	Criterios de Peligrosidad.....	175
<b>12.</b>	<b>ANEXO 2: PERSISTENCIA DE LOS CONTAMINANTES.....</b>	<b>176</b>
12.1	ORGÁNICOS PERSISTENTES: MUY PELIGROSOS.....	176
12.2	OTROS BIOACUMULATIVOS.....	178
<b>13.</b>	<b>ANEXO 3: TALLER DE VALIDACIÓN.....</b>	<b>179</b>
13.1	PRESENTACIÓN.....	179
13.2	EJERCICIO 1: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL.....	200
13.3	RESULTADOS EJERCICIO 1.....	201
13.4	EJERCICIO 2.1: CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL.....	202
13.5	RESULTADOS EJERCICIO 2.1.....	203
13.6	EJERCICIO 2.2: CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO DE DAÑO AMBIENTAL.....	204
13.7	RESULTADOS EJERCICIO 2.2.....	205
<b>14.</b>	<b>ANEXO 4: TALLER DE DIFUSIÓN (CAPACITACIÓN).....</b>	<b>206</b>
14.1	PRESENTACIÓN.....	206
14.2	RESULTADO EJERCICIO 1: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE DAÑO.....	229
14.3	RESULTADO EJERCICIO 2.1: CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO.....	230
14.4	RESULTADO EJERCICIO 2.2: CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO DE DAÑO.....	230
<b>15.</b>	<b>ANEXO 5: REVISIÓN DE EXPERIENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES.....</b>	<b>231</b>
15.1	NACIONAL.....	231
15.1.1	<i>Generación de Metodología para el Desarrollo de Análisis General del Impacto Económico y Social de Normas Secundarias de Calidad de Agua.....</i>	231
15.1.2	<i>Metodología para la Evaluación del Daño Ambiental (Maza and Cerda).....</i>	233
15.1.3	<i>Guía para la Elaboración de Planes de Emergencias y Desastres del Sector Salud (Ministerio de Salud 2011).....</i>	236
15.1.4	<i>Guía de Evaluación. Artículo 11 de la Ley 19.300, letra a, Riesgo para la Salud de la Población (Servicio de Evaluación Ambiental 2011).....</i>	237
15.2	INTERNACIONAL.....	239
15.2.1	<i>Estados Unidos.....</i>	239
15.2.2	<i>Unión Europea.....</i>	251
15.2.3	<i>Reino Unido.....</i>	261
15.2.4	<i>Colombia.....</i>	274
<b>16.</b>	<b>ANEXO 6: OTROS ARCHIVOS.....</b>	<b>290</b>
16.1	MANUAL DE LA METODOLOGÍA.....	290
16.2	GUÍA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	290
16.3	PRESENTACIONES DE LOS TALLERES DE VALIDACIÓN Y DIFUSIÓN.....	290
<b>17.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>291</b>

## Lista de Tablas

Tabla 2-1 Atribuciones de las nuevas instituciones ambientales .....	6
Tabla 4-1 Atribuciones de la SMA según situación de Daño Ambiental .....	11
Tabla 4-2 Relación entre las características de los efectos y la gravedad del daño .....	38
Tabla 4-3 Ejemplos de Categorías de efectos a la salud de la población .....	41
Tabla 4-4 Definición del Patrimonio Cultural.....	51
Tabla 5-1 Factores de determinación de daño común en las experiencias revisadas.....	67
Tabla 6-1 Ejemplo Identificación de las Consecuencias .....	75
Tabla 6-2 Estimación y Puntaje de la Probabilidad de Ocurrencia .....	77
Tabla 6-3 Definición de conceptos para la estimación de las consecuencias, modificado de la Norma UNE 150008:2008.....	80
Tabla 6-4 Resumen Metodología de Determinación del Peligro de daño, componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables .....	87
Tabla 6-5 Resumen Metodología de Determinación del Peligro de daño, componente Salud Humana .....	92
Tabla 6-6 Resumen Metodología de Determinación del Peligro de daño, componente Patrimonio Sociocultural .....	96
Tabla 6-7 Puntaje de Valoración Social (VS) de Otros componentes del medio ambiente .....	97
Tabla 6-8 Cualificación de las Consecuencias componentes Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, Salud humana y Patrimonio Cultural.....	98
Tabla 6-9 Cualificación de las Consecuencias Otros componentes .....	99
Tabla 6-10 Cualificación del Riesgo para el Componente B&RNR, Patrimonio Cultural y Otros .....	100
Tabla 6-11 Cualificación del Riesgo para el Componente Salud humana .....	101
Tabla 6-12 Definición de conceptos para la estimación de la significancia del daño .....	107
Tabla 6-13 Criterios para el Grado de Perturbación para el componente B&RNR .....	109
Tabla 6-14 Criterios de Extensión del daño para el componente B&RNR .....	111
Tabla 6-15 Criterios de Vulnerabilidad para el componente B&RNR .....	114
Tabla 6-16 Criterios para Pérdida de Valor Social y puntos, componente (B&RNR) .....	116
Tabla 6-17 Cualificación y puntos de la Significancia por Componentes.....	127
Tabla 6-18 Cualificación de la Importancia del Daño .....	132
Tabla 6-19 Cualificación del Riesgo a la Salud de la Población .....	139
Tabla 6-20 Puntaje del Riesgo para el Componente B&RNR y Patrimonio Cultural .....	140
Tabla 6-21 Puntaje del Riesgo para el Componente Salud de la Población.....	140
Tabla 7-1 Estimación y Puntaje de la Probabilidad de Ocurrencia .....	144
Tabla 7-2 Definición de conceptos para la estimación de las consecuencias sobre los receptores, modificado de la Norma UNE 150008:2008 .....	145
Tabla 7-3 Cualificación de las Consecuencias en los Receptores: B&RNR, Salud humana y Patrimonio .....	148
Tabla 7-4 Cualificación de las Consecuencias Otros componentes .....	149
Tabla 7-5 Cualificación del Riesgo para el Componente B&RNR, Patrimonio Sociocultural y Otros .....	150
Tabla 7-6 Cualificación del Riesgo para el Componente Salud humana.....	150
Tabla 7-7 Definición de conceptos para la estimación de la significancia del daño .....	152
Tabla 7-8 Cualificación y puntos de la Significancia por Componentes.....	156
Tabla 7-9 Cualificación de la Importancia del Daño Componentes .....	158
Tabla 7-10 Cualificación del Riesgo a la Salud de la Población .....	160
Tabla 8-1 Observaciones y sugerencias Taller de Validación metodología .....	162
Tabla 11-1 Peligrosidad y Umbral Emisiones al Aire.....	170
Tabla 11-2 Umbral de Descarga al Agua o Alcantarillado.....	172
Tabla 11-3 Umbral de Descarga al Suelo .....	174
Tabla 12-1 Contaminantes Persistentes Orgánico.....	176
Tabla 13-1 Comparación Resultados en Taller de Metodología de Determinación del Peligro Inminente.....	201
Tabla 13-2 Resultados Metodología de Determinación del Peligro Inminente Equipo Consultor .....	202

Tabla 13-3 Resumen Metodología para Daño Ambiental (Media Geométrica de factores) .....	203
Tabla 13-4 Resumen Metodología para Daño Ambiental (SUMA de factores) .....	204
Tabla 13-5 Resultados Caracterización del Peligro de daño a la Salud de la Población equipo Consultor .....	205
Tabla 14-1 Comparación de resultados Determinación de Peligro de daño ambiental .....	229
Tabla 14-2 Comparación de resultados Caracterización del Daño ambiental .....	230
Tabla 14-3 Comparación de resultados Caracterización del Peligro de daño a la Salud .....	230
Tabla 15-1 Ejemplo Determinación de Impactos Ambientales Relativos .....	232
Tabla 15-2 Ejemplo Matriz de Identificación de Daños .....	234
Tabla 15-3 Determinación Rango Intensidad .....	234
Tabla 15-4 Rango y Calificación Atributo Intensidad .....	235
Tabla 15-5 Rango y Calificación Atributo Extensión .....	235
Tabla 15-6 Rango y Calificación Atributo Duración .....	235
Tabla 15-7 Rango y Calificación Atributo Desarrollo .....	235
Tabla 15-8 Rango y Calificación Atributo Reversibilidad .....	236
Tabla 15-9 Débito total según métrica .....	260
Tabla 15-10 Crédito total por unidad de área según métrica .....	260
Tabla 15-11 Escalamiento de la remediación en hectárea según métrica .....	260
Tabla 15-12 Variables Consideradas en la Metodología Colombiana .....	277
Tabla 15-13 Atributos Metodología Colombiana Cualitativa Adaptada .....	281
Tabla 15-14 Clasificación de la importancia de la afectación .....	282
Tabla 15-15 Identificación de componentes sociales .....	284
Tabla 15-16 Magnitud Potencial de la Afectación .....	286
Tabla 15-17 Criterio y Calificación Probabilidad de Ocurrencia Afectación .....	287
Tabla 15-18 Valoración del riesgo afectación ambiental .....	288

## Lista de Figuras

Figura 4-1 Análisis Conceptual inicial de la determinación y caracterización del Daño Ambiental .....	9
Figura 4-2 Árbol secuencial Inferencia de Peligro de Daño ambiental (Ex –Ante) .....	13
Figura 4-3 Árbol secuencial Existencia de Daño o riesgo ambiental (Ex –Post) .....	14
Figura 4-4 Ámbito de competencia de la Ecología en el contexto medio ambiental .....	23
Figura 4-5 Esquema conceptual – Daño en el contexto de la Ecología .....	25
Figura 4-6 Hipótesis de Perturbación Intermedia– Asociación entre grado de perturbación y diversidad de especies .....	26
Figura 4-7 Naturaleza dinámica de los sistemas ecológicos – (a) Sucesión ecológica y posibles efectos de perturbaciones; (b) Dinámicas oscilatorias y algunos de los parámetros susceptibles de ser afectados por perturbaciones .....	28
Figura 4-8 Niveles de organización biológica relevantes y sus principales componentes .....	30
Figura 4-9 Propiedades emergentes de cada nivel de organización biológica .....	32
Figura 4-10 Niveles de organización biológica como primeros indicadores de intensidad de perturbación – Esquema de propagación asimétrica de perturbaciones entre niveles y diferencias en su sensibilidad .....	33
Figura 4-11 Indicadores secundarios de salud ecosistémica – Asociación proximal entre diversidad funcional y funcionamiento ecosistémico e importancia de distintas categorías de especies .....	34
Figura 4-12 Complejidad de la asociación entre subcomponentes de B&RNR y componentes del bienestar humano a través de los servicios ecosistémicos brindados .....	37
Figura 4-13 Secuencia Contaminación-Daño a la salud .....	39
Figura 4-14 Esquema del método de la función de daño .....	43
Figura 4-15 Riesgo Incremental en Cancerígenos .....	44
Figura 4-16 Riesgo Incremental en no-Cancerígenos .....	45
Figura 4-17 Nivel de Riesgo a la salud aceptable para USA en los 80's .....	46

Figura 4-18 Análisis secuencial para la determinación de Daño Ambiental por riesgo a la salud .....	48
Figura 4-19 Evolución de la meta de calidad Producto de un Plan de Descontaminación .....	49
Figura 4-20 Servicios de los ecosistemas y bienestar humano .....	61
Figura 4-21 Componentes del Medioambiente y Bienestar humano .....	62
Figura 5-1 Árbol secuencial primera y segunda etapa de la Metodología .....	70
Figura 5-2 Primera Aplicación Metodológica: análisis de riesgo inminente .....	71
Figura 5-3 Segunda Aplicación Metodológica: Caracterización del daño .....	72
Figura 6-1 Riesgo Absoluto componentes B&RNR, Patrimonio Sociocultural y Otros .....	99
Figura 6-2 Riesgo Absoluto Salud Humana .....	100
Figura 6-3 Importancia del Daño .....	132
Figura 6-4 Mapa conceptual Caracterización del Peligro de Daño (o Riesgo) por Componentes .....	135
Figura 6-5 Peligro de Daño .....	139
Figura 15-1 Resumen del proceso de NRDA bajo las regulaciones de CERCLA .....	241
Figura 15-2 Resumen del proceso de NRDA bajo las regulaciones de OPA .....	246
Figura 15-3 Etapas Selección de la Restauración OPA .....	249
Figura 15-4 Resumen del proceso de Evaluación de daño bajo las regulaciones de ELD .....	252
Figura 15-5 Línea Base desde 1994 hasta 2094 .....	258
Figura 15-6 Evolución de la Remediación Primaria desde 1994 hasta 2094 .....	259
Figura 15-7 Árbol de decisión para daño a especies y hábitats .....	267
Figura 15-8 Árbol de decisión para daño a agua .....	270
Figura 15-9 Árbol de decisión para daño al suelo .....	271

## Lista de Ecuaciones

Ecuación 4-1 Formulación para el caso Ex-Ante: Determinación del Riesgo .....	11
Ecuación 4-2 Formulación Caso Ex-Post: Caracterización del Daño o riesgo Ambiental .....	12
Ecuación 5-1 Determinación de la Multa .....	65
Ecuación 6-1 Estimación de las Consecuencias .....	98
Ecuación 6-2 Estimación del Peligro de daño, entendido como Riesgo .....	99
Ecuación 6-3 Vulnerabilidad Grupos Humanos .....	120
Ecuación 6-4 Estimación de la Significancia .....	126
Ecuación 6-5 Importancia del Daño por componente .....	131
Ecuación 6-6 Cálculo del Índice de peligrosidad para un máximo aceptable .....	137
Ecuación 6-7 Cálculo del Índice de peligrosidad para un mínimo aceptable .....	137
Ecuación 6-8 Importancia del Daño por componente .....	139
Ecuación 15-1 Cantidad de Remediación Necesaria según la Metodología de la UE .....	254
Ecuación 15-2 Cálculo de Débito y Crédito para el REA .....	255
Ecuación 15-3 Cálculo de Débito y Crédito para el HEA .....	256
Ecuación 15-4 Cálculo de Débito y Crédito para el VEA .....	256
Ecuación 15-5 Calificación Importancia de la afectación .....	282
Ecuación 15-6 Determinación del Riesgo .....	287
Ecuación 15-7 Valor del Riesgo .....	288

## Lista de Fichas Metodológicas

Ficha 1 Lista de las Fuentes .....	142
Ficha 2 Lista de los Posibles Receptores.....	143
Ficha 3 Identificación de las Consecuencias .....	143
Ficha 4 Puntaje Probabilidad de ocurrencia Inminente por Componentes.....	144
Ficha 5 Resumen Puntaje para la Estimación de las Consecuencias en Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables .....	146
Ficha 6 Resumen Puntaje para la Estimación de las Consecuencias en Salud de la Población .....	147
Ficha 7 Resumen Puntaje para la Estimación de las Consecuencias en el Patrimonio Sociocultural .....	148
Ficha 8 Puntaje magnitud de las consecuencias según Receptor.....	149
Ficha 9 Resumen Análisis de Peligro Inminente por componente .....	150
Ficha 10 Constatación de la afectación .....	151
Ficha 11 Resumen Puntajes Significancia del Daño en Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables .....	153
Ficha 12 Resumen Puntajes Significancia del Daño en Componente Salud de la Población .....	154
Ficha 13 Resumen Puntajes Significancia del Daño en Componente Patrimonio Sociocultural .....	155
Ficha 14 Puntaje y Cualificación Significancia del daño según Receptor .....	156
Ficha 15 Puntaje de la Irreparabilidad de la afectación en Receptor B&RNR .....	157
Ficha 16 Puntaje de la Irreparabilidad de la afectación en Componente Salud de la Población .....	157
Ficha 17 Puntaje de la Irreparabilidad de la afectación en Receptor Patrimonial .....	157
Ficha 18 Puntaje y Cualificación Irreparabilidad según Receptor.....	157
Ficha 19 Puntaje y Cualificación Importancia del Daño Ambiental según Receptor .....	158
Ficha 20 Señale el puntaje de la Extensión de la Población Expuesta .....	159
Ficha 21 Señale el puntaje del Riesgo Individual Componentes Salud de la Población .....	159
Ficha 22 Resumen Análisis de Peligro inminente por componente .....	160

## Acrónimos y Abreviaturas

### Instituciones

COE:	Comité Operativo de Emergencias
CONADI:	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
CONAF:	Corporación Nacional Forestal
CONAMA:	Comisión Nacional de Medio Ambiente
MMA:	Ministerio de Medio Ambiente
ONG:	Organización No Gubernamental
OMS:	Organización Mundial de la Salud
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
SEA:	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SMA:	Superintendencia de Medio Ambiente
UICN:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO:	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

### Programas y Estudios

CERCLA:	Ley de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental, por sus siglas en inglés <i>“Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act”</i>
OPA:	Ley de Contaminación por Petróleo, por sus siglas en inglés <i>“Oil Pollution Act”</i>
PED:	Planes de Emergencias y Desastres
EEM:	Evaluación de Ecosistemas del Milenio
ELD:	Directiva de Responsabilidad Ambiental de la UE, por sus siglas en inglés <i>“Environmental Liability Directive”</i>
H&WBD:	Directiva de Hábitats y Aves Salvajes, por sus siglas en inglés <i>“Habitats and Wild Birds Directive”</i>

## Abreviaturas

AGIES:	Análisis General del Impacto Económico y Social
B&RNR:	Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables
CAD:	Calificación Ambiental del Daño
EIA:	Estudio de Impacto Ambiental
EIS:	Evaluaciones de Impacto de Salud
EPRTTR:	Registro Europeo de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, por sus siglas en inglés “European Pollutant Release and Transfer Register”
HEA:	Análisis de Equivalencia de Hábitats, por su sigla en inglés de “Habitat Equivalency Analysis”
HIA:	Evaluación del Impacto a la Salud, por su sigla en inglés “Health Impact Assessment”
NOAEL:	Libre de cualquier tipo de Efectos Adversos, por su sigla en inglés “Non Observed Adverse Effects Level”
NRDA:	Evaluación de Daño a los Recursos Naturales, por sus siglas en inglés “ <i>Natural Resource Damage Assessment</i> ”
NSCA:	Normas Secundarias de Calidad del Agua
MP:	Material Particulado, tipología de contaminante atmosférico.
RCA:	Resolución de Calificación Ambiental
REA:	Análisis de Equivalencia de Recursos, por su sigla en inglés de “ <i>Resource Equivalency Analysis</i> ”
REM:	Método de Equivalencia de Recursos, por su sigla en inglés de “ <i>Resource Equivalency Method</i> ”
RfD:	Dosis de Referencia, por su sigla en inglés “Reference Dose”
SEIC:	Sitio de Especial Interés Científico en el Reino Unido
SMMLV:	Salario mínimo mensual legal vigente en Colombia
VEA:	Análisis de Equivalencia de Valor, por su sigla en inglés de “ <i>Value Equivalency Analysis</i> ”

## Países

EE.UU:	Estados Unidos de América
UE:	Unión Europea

## Monedas

CLP:	Pesos de Chile
€:	Euros
£:	Libras esterlinas
USD:	Dólares de Estados Unidos
UTA:	Unidad Tributaria Anual

## Prefijos

T:	Tera ( $10^{12}$ )
G:	Giga ( $10^9$ )
M:	Mega ( $10^6$ )
K:	Kilo ( $10^3$ )
m:	Mili ( $10^{-3}$ )
$\mu$ :	Micro ( $10^{-6}$ )
n:	Nano ( $10^{-9}$ )

## Unidades Básicas

m:	Metro (Longitud)
g:	Gramo (Masa)
$^{\circ}\text{C}$ :	Celsius (Temperatura)

## Unidades Derivadas

$\text{m}^2$ :	Metro cuadrado (Superficie o área)
$\text{Km}^2$ :	Kilómetro cuadrado (Superficie o área)
$\text{Km}^3$ :	Kilómetro cúbico (Volumen)
$\mu\text{g}/\text{m}^3$ :	Micrógramo por metro cúbico (Concentración)

## Definiciones Relevantes para la Metodología de Evaluación de Daño

**Acciones impactantes:** aquellas que tienen incidencia sobre el medio ambiente generando un cambio sobre el mismo o sobre algún bien de protección.

**Amenaza Inminente de Daño:** probabilidad alta de que se produzca daño ambiental en un futuro próximo.

**Benchmark:** corresponde a lo establecido por la norma de calidad o el plan de descontaminación, en cuanto a la concentración de los contaminantes tanto en suelo, aire y agua.

**Bien de Protección:** receptores o factores ambientales que justifican o merecen ser protegidos. También, son parte de los bienes de protección todos los procesos fundamentales de funcionamiento del medio ambiente.

**Bienestar Humano:** es el opuesto de una pobreza continua, entendida como la privación pronunciada del bienestar. De esta manera, el bienestar humano está constituido por múltiples componentes, tales como materiales básicos para la buena calidad de vida, la libertad de elección y acción, salud, buenas relaciones sociales y seguridad. Estos componentes de acuerdo a lo percibido y experimentado por las personas, depende de la geografía local y las circunstancias sociales, culturales y ecológicas.

**Biodiversidad:** toda la variabilidad observada en un sistema biológico desde los genes hasta los ecosistemas y paisajes.

**Cambios No Presupuestados:** variaciones en la estructura o el funcionamiento de los ecosistemas, el patrimonio socio cultural y la salud de la población por fuera de sus rangos habituales.

**Comunidad:** conjunto de poblaciones de distintas especies que coexisten e interactúan entre sí, en un área y tiempo determinados.

**Conjuntos Patrimoniales:** grupos de construcciones aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les da un valor universal excepcional, desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.

**Contaminante:** todo elemento, compuesto o sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueden constituir un riesgo para la salud

de las personas, la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

**Daño Ambiental contexto Legal:** toda pérdida, disminución o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o, a uno o más de sus componentes.

**Daño Ambiental contexto Técnico:** perturbación causada, acelerada y/o acentuada por agentes antrópicos o por su interacción con agentes naturales, cuyas consecuencias son negativas según los criterios valóricos resultantes del contexto socioeconómico y cultural en el que se produce.

**Daño Ex ante:** daño que se sabe ocurrirá, debido al desarrollo de proyectos, acciones u omisiones humanas que generan altos riesgos inminentes.

**Daño Ex post:** daños accidentales no previstos, que sólo se pueden evaluar una vez ocurridos.

**Duración:** tiempo que permanecería el efecto de la afectación, desde su aparición hasta que el bien de protección retorne a las condiciones previas a la acción. De esta manera, la afectación puede presentarse de manera instantánea (modo pulso o agudo) o puede persistir en el tiempo (modo presión o crónico).

**Ecosistema:** sistema constituido por comunidades locales (factores bióticos), factores abióticos, procesos de flujo de materia y energía asociados (ej. radiación solar, condiciones y procesos climáticos, ciclos del agua y biogeoquímicos, procesos geomorfológicos, etc.).

**Emisión:** liberación de sustancias, preparaciones, organismos o micro-organismos al medio ambiente como resultado de la actividad humana.

**Estado de Conservación de Especies:** corresponde a la suma de las influencias que actúan sobre las especies, las que pueden afectar su distribución en el territorio a largo plazo, así como a la abundancia de sus poblaciones en una escala espacial determinada.

**Estado de Conservación de Hábitats Naturales:** suma de las influencias que actúan sobre el hábitat natural y sus especies típicas. Éstas pueden afectar desde su distribución, estructura y funciones, así como la supervivencia a largo plazo en una escala espacial determinada.

**Extensión:** cantidad de recursos afectados por el daño o riesgo de daño, ya sea en número de casos, zona de amortiguación patrimonial, en área o en términos de pérdida de servicios ambientales.

**Grado de Perturbación:** amplitud de las modificaciones del elemento ambiental afectado, sea en sus características estructurales y/o funcionales.

**Impactos relevantes:** impactos que por sus características tienen una incidencia desfavorable importante sobre el recurso.

**Importancia de la afectación:** medida cualitativa de la determinación del daño ambiental. Esta, se obtiene a partir de la valoración de determinados factores y por medio de una función matemática establecida.

**Intensidad:** define el grado de incidencia de las consecuencias de la acción/omisión impactante sobre el bien de protección. Depende del grado de perturbación y de la valoración ambiental.

**Línea Base:** descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad en forma previa a su ejecución, la cual es estimada en base a la mejor información disponible.

**Lugares Patrimoniales:** obras del hombre u obras conjuntas de este último y la naturaleza, así como aquellas zonas arqueológicas que tengan un valor universal excepcional, desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.

**Medidas de Remediación:** cualquier acción o combinación de ellas que incluya mitigación, medidas interinas de restauración, rehabilitación, reemplazo de los recursos y/o servicios dañados, o suministro de hábitat equivalente a dichos recursos o servicios.

**Medidas Provisionales:** acciones tomadas en respuesta a un evento, acto u omisión que haya creado una amenaza inminente de daño al medioambiente. Esto, con el objetivo de prevenir o minimizar el daño.

**Medio Ambiente:** sistema global constituido, ya sea por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, así como elementos socioculturales y sus interacciones. Elementos que además, están en permanente modificación por la acción humana o natural y, que por tanto, rigen y condicionan la existencia, así como el desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.

**Monumentos:** corresponde a obras arquitectónicas de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, el arte o la ciencia.

**Paisaje:** concierne al arreglo espacial de distintos ecosistemas y hábitats, así como aquellos procesos de transporte e intercambio de materia, energía e individuos. En términos ecológicos, el paisaje no incorpora elementos escénicos ni subjetivos.

**Patrimonio Cultural Material:** patrimonio compuesto por Monumentos Nacionales (Arqueológico, Arquitectónico y Público) y el Patrimonio Indígena (Arquitectónico, Arqueológico cultural e histórico)

**Patrimonio Cultural Inmaterial:** expresiones culturales e históricas, relacionadas, tanto a las costumbres de los pueblos indígenas, así como a comunidades típicas de Chile.

**Peligro:** todo evento, situación, agente o elemento que tiene el potencial de producir efectos adversos y/o consecuencias indeseables sobre un receptor.

**Peligrosidad:** capacidad de una sustancia, producto o situación, de producir daños momentáneos o permanentes, tanto a la salud humana, animal o vegetal, así como a elementos materiales.

**Pérdidas Interinas:** corresponden a aquellas pérdidas que se producen entre el momento de ocurrencia del daño y en el instante de recuperación total del recurso y/o servicio a la línea de base.

**Perturbación:** cambio en las variables de estado que describen uno o más componentes o, subcomponentes ambientales por fuera de sus rangos naturales de variación, por la acción de un agente externo natural, antrópicos (p.e. asociados al ser humano y sus actividades) o producto de su interacción.

**Población:** conjunto de organismos de una misma especie que coexisten en un lugar y tiempo determinado.

**Recuperabilidad:** capacidad de recuperación del bien de protección, por medio de la implementación de medidas de gestión ambiental.

**Recursos Naturales:** componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano, tanto para la satisfacción de sus necesidades, así como sus intereses espirituales, culturales, sociales y económicos.

**Reparabilidad:** capacidad de restitución, ya sea natural (reversibilidad o resiliencia) o mediante medidas de remediación (recuperabilidad) de los rangos naturales de variabilidad, definidos en líneas de base, de las variables de estado de los componentes en que se constató daño. Esto, dentro de un plazo de tolerancia definido por criterios técnicos, legales y/o socioculturales.

**Reparación:** acción de reponer el medio ambiente, o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En caso de no ser posible, se busca restablecer sus propiedades básicas.

**Reversibilidad/Resiliencia:** corresponde a la capacidad del bien de protección ambiental afectado, de volver a sus condiciones anteriores a la afectación por medios naturales. Esto, una vez que se haya dejado de actuar sobre él.

**Riesgo:** combinación de la probabilidad de un suceso y sus consecuencias negativas. El contexto técnico general hace hincapié en las consecuencias, en términos de "pérdidas potenciales" para alguna causa particular, el lugar y período.

**Servicios Ecosistémicos:** beneficios materiales (bienes), económicos, de salud o culturales que los seres humanos obtienen del funcionamiento de los ecosistemas. Estos se clasifican en: Servicios de provisión, los que entregan bienes materiales útiles para el hombre, tales como provisión de agua y alimentos; Regulación, los que mantienen las condiciones ambientales y la provisión de bienes dentro de rangos tolerables para el hombre, por ejemplo regulación del CO<sub>2</sub> atmosférico mediante fijación fotosintética, control de erosión, control de plagas, etc.; Culturales, corresponde a los aspectos naturales de relevancia simbólica o para el quehacer humano, ejemplo de ello es el ambiente escénico; Soporte, el cual no genera beneficios directos, pero permite la acción de todos los anteriores: productividad, interacciones interespecíficas, etc.

**Significancia:** medida de la magnitud del daño que se determina a partir de cambios en una o más de las variables de estado de uno o más receptores por fuera de sus rangos de variación natural, sus connotaciones valóricas y la existencia de causas antrópicas.

**Sucesión Ecológica:** esquema continuo de cambio no estacional y direccional de los ecosistemas, el cual pasa por una serie de estadios ordenados (etapas serales), definidos por cambios estructurales y funcionales, producto del reemplazo sucesivo de especies y su interacción con el ambiente.

**Tasa de Colonización:** número de poblaciones locales viables, formadas a partir de la inmigración de individuos desde otras áreas por unidad de tiempo. Depende la tasa de inmigración y crecimiento poblacional, así como del tamaño poblacional mínimo viable.

**Tasa de Inmigración:** número de individuos que ingresan en una población local desde otras áreas, en una determinada unidad de tiempo.

**Tasa de Extinción:** número de extinciones de poblaciones locales por unidad de tiempo; es el inverso de la persistencia esperada de una población

**Valoración Ambiental Cualitativa:** importancia de una unidad territorial o elemento en su entorno. Se valora, utilizando una técnica de calificación, la cual evalúa las condiciones del recurso o bien de protección afectado, mediante una serie de cualidades o atributos.

**Variable de Estado:** magnitud medible en un sistema dado (componente o subcomponente medioambiental), cuyo desvío de los patrones normales de variación, definidos por las líneas de base, son indicativos de una perturbación actuando sobre dicho sistema.

**Zona de Amortiguamiento:** son aquellas áreas adyacentes a los límites de las Áreas Protegidas que conforman espacios de transición entre las zonas protegidas y el entorno.

## 1. Resumen Ejecutivo

Este informe final del Estudio interdisciplinario realizado por DICTUC S.A, cual presenta la creación de una Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado solicitado por la Superintendencia de Medio Ambiente

La creación de tal metodología se hace necesaria para apoyar la toma de decisiones de la Superintendencia del Medio Ambiente, complementando además, la labor de Fiscalización, Control y Sanción en torno proyectos que generen una infracción contemplada en el Artículo 35 de la LO-SMA y que por tanto, puedan causar daños ambientales inminentes y graves. Considerando la metodología de sanción, planteada por la Superintendencia del Medio Ambiente; en que la multa queda determinada por el Beneficio Económico, sumado al Componente Disuasivo y tomando en cuenta los factores relevantes de las experiencias internacionales, el equipo consultor desarrolla esta Metodología de Determinación y Caracterización del Daño y Peligro de Daño Ambiental como un insumo para el cálculo del Componente Disuasivo de la multa que se aplica en el momento de existir un indicio de afectación.

El objetivo del Estudio es determinar el peligro de existencia de daño, su caracterización y el nivel de reparabilidad. Específicamente, en este informe final se abordan tres grandes temas. Primero, identificación de los componentes y subcomponentes ambientales receptores de daño. Segundo, revisión de experiencias comparadas, nacionales e internacionales. Y finalmente, la estructuración de la metodología de caracterización y determinación del daño o peligro de daño, entendiendo que la legislación chilena trata peligro y riesgo de manera indistinta.

Como punto de partida de este estudio, se consideró un análisis conceptual de daño ambiental en el contexto de la Legislación chilena, la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, la Salud de la Población y el Patrimonio Sociocultural, entre otros temas de interés.

- Daño desde la perspectiva Legal:

El rápido desarrollo de nuestro país y su creciente internacionalización generó en los '90 la necesidad de abordar la problemática ambiental y su protección. Para estos efectos, la "Ley de Bases del Medio Ambiente" N°19.300, fijó normas sobre responsabilidad por daño ambiental en cuyo Artículo 2º letra e), definió expresamente daño ambiental como: *"Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes"*.

- Desde la perspectiva de la Ecología:

A partir de un enfoque ecológico, los términos relativos a daño sólo adquieren significado dentro de un contexto sociocultural, pues considera los intereses y necesidades del ser humano junto con los criterios valóricos y éticos que determinan el carácter positivo o

negativo de un determinado cambio ambiental. En efecto, el concepto de *daño ambiental*, carece de significado en ausencia de los criterios valóricos generados por un contexto socioeconómico y cultural determinado. De esta manera, es parte de nuestro desafío estandarizar criterios para la determinación y cuantificación del daño y el riesgo.

- Desde la perspectiva de la Salud de la Población:

La emisión de contaminantes a cualquiera de los componentes del medio ambiente (agua, suelo, aire) o la alteración directa de éstos puede traducirse en daño, causando diferentes efectos dependiendo del contaminante. Cuando el cambio en las concentraciones de los contaminantes no determina directamente la existencia de un efecto nocivo en la salud, aparece el concepto de riesgo aceptable, concepto clave, tanto para la determinación y cuantificación del daño en la salud de las personas, así como para la posterior determinación de la existencia y caracterización del daño ambiental en el contexto legal.

- Daño al Patrimonio Sociocultural:

Éste es quizás uno de los aspectos más difíciles de determinar, pues considera tanto el patrimonio material como los efectos al patrimonio inmaterial. Por tanto, su daño genera entre otras cosas, un menoscabo en la forma de vida de comunidades y la preservación de sus tradiciones.

En lo que respecta a la revisión nacional de experiencias comparadas, tenemos que los documentos nacionales revisados son: Metodología general para la evaluación del impacto económico y social de las Normas Secundarias de Calidad del Agua, con un ejemplo de Determinación de Impactos Ambientales Relativos; Metodología para la Evaluación de Daño Ambiental, la que proporciona un documento para la Calificación Ambiental de Daño y una Guía de Evaluación. Esta última, entrega una pauta que orienta la evaluación de riesgo a la salud de la población en el marco del SEIA.

La comparación internacional consistió en la revisión de documentos de los Estados Unidos, la Unión Europea, Reino Unido y Colombia, como se detalla a continuación.

- Metodología de Estados Unidos:

Esta, lleva a cabo una evaluación de Daño a los Recursos Naturales para así estimar el costo monetario de restauración de daños ambientales producto de la liberación de sustancias peligrosas o descargas de petróleo. Los daños son evaluados identificando las funciones o servicios que los recursos naturales proveen a partir de la línea base. Cabe señalar, que esta metodología se enfoca en las fases de restauración, a partir del juicio de los administradores y de un análisis de equivalencia de recursos, que generalmente son mucho más largos que el tiempo que dispone la SMA para tomar las medidas. Otro factor relevante de mencionar y que difiere del objetivo de este estudio es que esta metodología no aborda el riesgo.

- Metodología de la Unión Europea:

La UE, también se ha comprometido con el esfuerzo de generar un esquema de responsabilidad de los daños a los recursos naturales mediante un Método de Equivalencia de Recursos para evaluar el daño ambiental. Esta Metodología, consiste en la determinación del daño en unidades de los recursos/hábitats o el valor perdido (el débito), la determinación de los créditos por la remediación complementaria y el escalamiento de la remediación compensatoria necesaria, que involucra la pérdida de recursos/servicios en el tiempo. Se presenta un ejemplo en que se aplica la metodología usando distintas métricas de recursos y hábitats.

- Metodología del Reino Unido:

Esta metodología persigue prevenir y remediar daños reforzando el principio de que el “contaminador paga”. Esto, a partir de la asignación de responsabilidad financiera a los privados, tanto por amenaza de daño o daño actual. De esta manera, existe responsabilidad sin necesidad de demostrar falta en las actividades descritas en la lista de responsabilidad estricta. A diferencia de lo que ocurre en Chile.

- Metodología Colombiana:

Se constituye como un modelo matemático, destinado a determinar la multa a aplicar en caso de infracción a la normativa ambiental. Esta metodología, incluye además, una serie de factores y ponderados que determinarán el daño o peligro de daño. Es imprescindible destacar, que dada la similitud de los sistemas jurídicos de Colombia y Chile, es posible rescatar y aplicar varios de los elementos contenidos en la metodología colombiana al estudio solicitado por SMA.

Es importante subrayar que la revisión comparada permitió realizar una síntesis de los factores más relevantes de las metodologías estudiadas, lo que además, permitió proponer factores comunes en la determinación del daño y peligro de daño. Éstos son: Naturaleza de la descarga (cantidad y peligrosidad), Intensidad (grado de perturbación), Duración (tiempo de desarrollo y persistencia de los contaminantes), Extensión (ya sea en área o en cantidad de receptores afectados), Vulnerabilidad, Recuperabilidad y Valor Social del receptor. Factores que finalmente, permiten evaluar la perturbación de la Línea Base.

Para finalizar, en este estudio se integraron otras áreas de valoración ambiental que no necesariamente se contemplan en las metodologías de daño ambiental revisadas, estas son: riesgo a la salud de la población, el grado de afectación a las distintas actividades económicas, el deterioro del patrimonio sociocultural y Otros componentes que si bien no son receptores de daño, son necesarios proteger, debido a que tienen una gran valoración social como por ejemplo, los glaciares.

En lo que respecta a la Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado (MEDAM), ésta consta de dos etapas metodológicas de acuerdo a tres niveles de decisión de los procesos administrativos de la

SMA (fiscalización, antes del proceso sancionatorio y antes del dictamen). La primera: etapa ex ante (*checklist*), en la cual se determina el peligro de daño ambiental inminente. La segunda: etapa ex post, donde se caracteriza el daño o peligro de daño ambiental, profundizando si es necesario obtener un nivel de certeza mayor antes del dictamen.

La primera etapa de la metodología, ex ante (*checklist*), corresponde a la determinación del peligro ambiental inminente, la cual se desarrolla a partir de la información entregada por el fiscalizador en terreno (plazo 1 día) y, se enfoca en el peligro de las fuentes y las acciones analizadas. El fiscalizador asigna una probabilidad de ocurrencia en función de la inminencia de peligro. Luego, debe establecer puntuaciones para los factores que permitan la estimación de las consecuencias: Cantidad, Peligrosidad, Extensión, Vulnerabilidad y Valor de los servicios ecosistémicos. A cada uno de estos factores se le debe asignar una calificación según el componente Ecología, Salud y Patrimonio. De esta manera, la metodología desarrollada en esta etapa es sencilla en su aplicación y, cumple con el objetivo de entregar resultados de determinación del riesgo en un breve plazo.

La segunda etapa de la metodología, ex post, comprende dos niveles de decisión del proceso administrativo. El primer nivel de decisión del proceso, ex post a), con un período de aplicación de 15 días, corresponde a la caracterización del daño o peligro de daño ambiental con el cual se da inicio al proceso sancionatorio. En esta etapa del proceso, se utiliza una metodología más completa que el *checklist* anterior, la cual se enfoca en los receptores, aunando los antecedentes necesarios en el plazo. El nivel de convicción acá debe ser al menos medio, ya que la caracterización del daño o peligro será el insumo para la formulación de cargos. Los factores de cualificación de la importancia del daño en el marco legal son: la significancia (definida por el Grado de Perturbación, la Duración, la Extensión, la Vulnerabilidad y la pérdida de Valor Social), y la irreparabilidad de los efectos, según los receptores.

El segundo nivel de decisión, ex post b), de la segunda etapa metodológica, puede tardar hasta 5 meses (justo antes del dictamen) y, corresponde a la caracterización del daño con el apoyo de expertos, idealmente, aunando la mayor cantidad de antecedentes posibles. El nivel de convicción acá debe ser alto, ya que la caracterización del daño será un insumo para definir la sanción en los Tribunales Ambientales. Los factores de cualificación son los mismos que en el caso ex post a).

Esta metodología generará 8 indicadores: Nivel de daño y riesgo a la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, Nivel de daño y riesgo a la Salud a la población, Nivel de daño y riesgo al Patrimonio Sociocultural, Nivel de daño y riesgo para los Otros componentes. Para calificar el daño y el peligro de daño, se debe considerar el máximo de los indicadores de daño y el máximo de los indicadores de riesgo. El resto deben ser considerados, a criterio de la SMA, como elementos agravantes para la definición de la sanción. Labor que además, se debe realizar caso a caso, dado que el consultor considera que cualquier estadígrafo utilizado es imperfecto para representar el daño ambiental total, pero el máximo es un punto de partida.

Para validar la metodología se realizó un taller con 25 expertos invitados, quienes la aplicaron a un caso ficticio. Esto facilitó el intercambio de opinión, con lo que mejoró la metodología. El nivel de aprobación del taller, fue de un 88% y, a partir de ello, se diseñaron manuales que permitieron comunicar y facilitar su aplicación en forma de Guías Metodológicas.

Como segundo paso de difusión de la metodología, se realizó un taller a los profesionales de los distintos servicios relacionados al área ambiental. En esa instancia, se hicieron tres ejercicios aplicados a casos ficticios, utilizando tanto el manual como la guía de aplicación. Entre los usuarios, el 96% demostró conformidad con la Metodología, afirmando que le parece, ya sea excelente, o funcional con detalles a mejorar.

Es importante destacar, que si bien la metodología ha demostrado funcionar bastante bien a nivel teórico, resulta necesario perfeccionarla. Esto, por medio de su aplicación a más casos reales, lo que en definitiva, permitiría mejorar el instrumento de manera notable o al menos, para corroborar su utilidad. A partir de lo anterior, se propone en esta línea al Mandante los siguientes pasos de validación puesta en marcha y complemento de la Metodología: 1) Aplicación de la Metodología a casos históricos; 2) Revisión Teórica de la Metodología, luego de la aplicación; 3) Apoyo en la parte Operacional de la Metodología; 4) Estudios para determinar el Valor Social de los componentes del medio ambiente que no son considerados directamente como “Receptores” en la metodología general.

Finalmente y con respecto a otras líneas de estudios asociadas directamente a la metodología propuesta, no se puede dejar de mencionar que, si bien el estudio tiene por objetivo la caracterización del daño y peligro de daño, será trascendental realizar una Metodología de determinación del plan de reparación de los daños ambientales. Además, se sugiere estructurar mejores líneas de base, georeferenciación y espacialización de las zonas de los proyectos, de manera de comparar la situación antes y después del daño.

## 2. Antecedentes

En enero del año 2010 y, con el objetivo de complementar y mejorar la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente N° 19.300, se publica en el Diario Oficial la Ley N°20.417. En esta última, se crea la nueva institucionalidad ambiental que incorpora al Ministerio del Medio Ambiente (MMA); al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente. La SMA tiene a su cargo la ejecución, la organización y coordinación de la fiscalización y seguimiento de los instrumentos de gestión ambiental que establece la ley, así como la imposición de sanciones en caso de que se constaten infracciones que sean de su competencia.

En el marco de dicha fiscalización y seguimiento, así como en la aplicación de sanciones, la SMA cuenta con una serie de atribuciones que se vinculan directamente con la determinación del daño ambiental.

Esta nueva institucionalidad ambiental, será además complementada con los Tribunales Ambientales, que dependerán del Ministerio de Justicia.

El siguiente cuadro resume las atribuciones de interés del presente Estudio, correspondiente a los Tribunales Ambientales y la SMA:

**Tabla 2-1 Atribuciones de las nuevas instituciones ambientales**

Organismo	Atribución	Fuente Legal
<b>Tribunales Ambientales</b>	Conocer de la acción de reparación del medio ambiente dañado	Art. 53 Ley N° 19.300
<b>SMA</b>	Calificación de infracción	Art. 53 Ley N° 19.300
	Determinación de sanciones	Art. 36 N° 1 y N° 2 letras a) LO- SMA
	Adopción de medidas urgentes y transitorias	Art. 3 letras g) y h) LO-SMA

Fuente: Elaboración Propia

Actualmente, en Chile no existe una metodología para la determinación del daño ambiental, por lo que la responsabilidad, hasta el momento, depende de los tribunales ordinarios de justicia, quienes si bien, se han pronunciado sobre la existencia y caracterización de daño ambiental, no poseen metodología alguna. De esta manera, su labor se ha limitado a validar criterios entregados por los organismos fiscalizadores.

En la actualidad y, dada las responsabilidades con que cuenta la SMA, es que en el presente informe se muestra el desarrollo de una metodología que permite determinar y caracterizar de forma objetiva y fundamentada el peligro y daño ambiental.

### 3. Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio es proponer una metodología para la determinación y caracterización del peligro y daño ambiental, generado a partir de una infracción o efecto no previsto contemplado en el artículo 35 de la LO-SMA, para la aplicación en la toma de decisiones de la SMA.

#### 3.1 Objetivos específicos

Para realizar el objetivo general de este estudio, se trabaja con los siguientes objetivos específicos.

- Análisis conceptual, integral y multidisciplinario de daño ambiental. Identificando, en cada caso, la totalidad de componentes y subcomponentes ambientales, así como las relaciones entre ellos que pudieran resultar afectadas.
- Revisión de experiencias comparadas nacionales e internacionales relevantes para la determinación de la existencia de daño ambiental, su cuantificación, su reparabilidad y otros aspectos asociados a su caracterización, así como la determinación y cuantificación del peligro de daño ambiental.
- Propuesta de una metodología para determinar de manera objetiva y sistemática la existencia de daño ambiental real o inminente, y su cuantificación; su reparabilidad y otros aspectos asociados a su caracterización, así como la determinación y cuantificación del peligro de daño ambiental, para ser aplicada en el proceso de toma de decisiones de la SMA.
- Validación de la metodología propuesta, así como el diseño de productos que permitan comunicar y facilitar su aplicación.

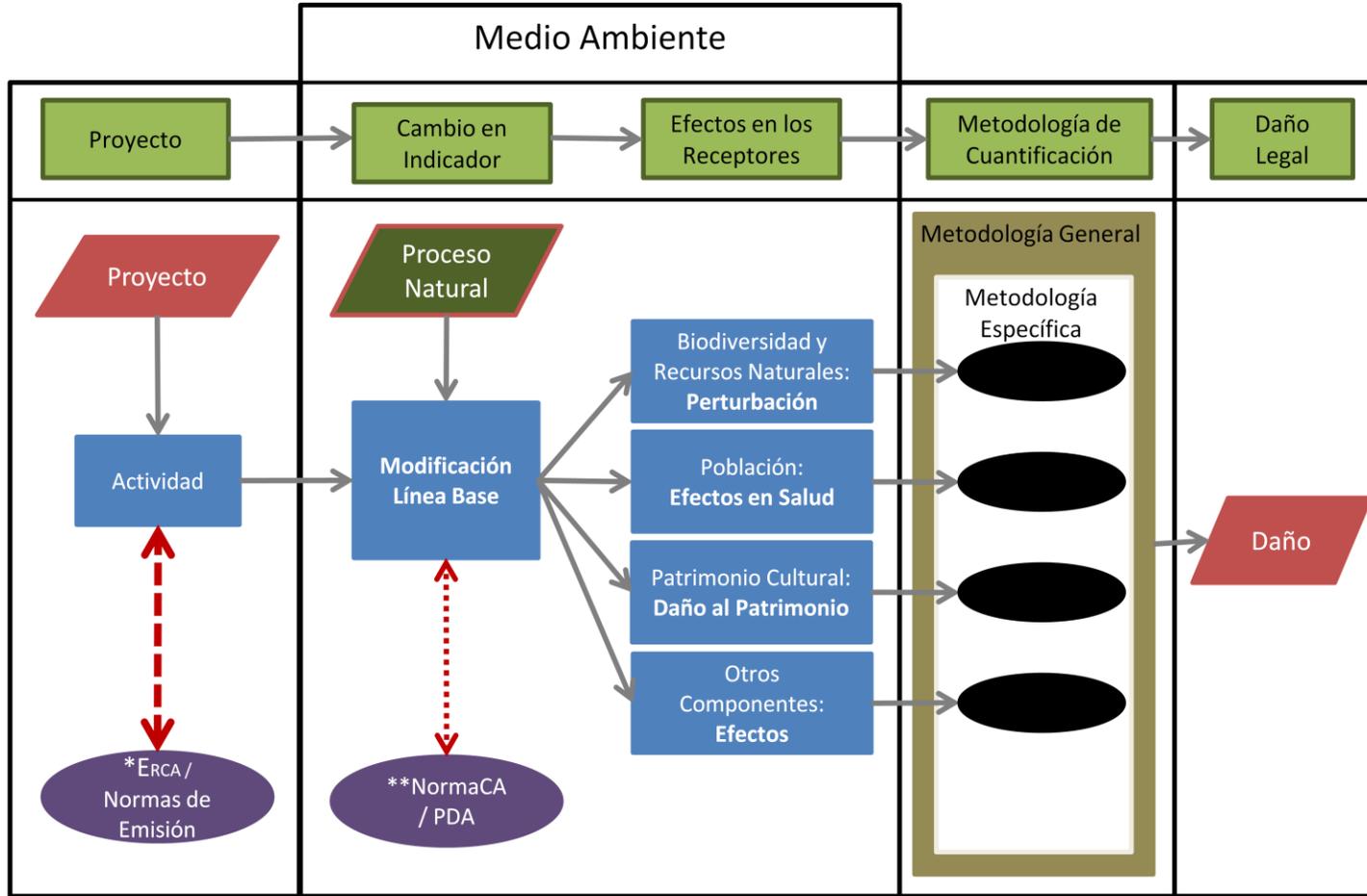
El presente informe, corresponde al cumplimiento de todos los objetivos mencionados anteriormente.

#### 4. Análisis Conceptual de Daño Ambiental

Para realizar un análisis conceptual, integral y multidisciplinario del daño ambiental es necesario considerar, en primera instancia, el marco legal que regula el concepto de daño y los componentes del medio ambiente afectados.

Un análisis conceptual inicial se presenta en la **Figura 4-1**. Como se puede apreciar, y tal como se explica en las siguientes secciones, el daño ambiental como lo establece la legislación chilena, no posee una clara relación con la definición de daño para cada uno de los componentes ambientales que se deben considerar. Es por ello necesario establecer una metodología con factores de daño específico para cada uno de estos componentes y, así caracterizar el daño ambiental, tal como se entiende legalmente.

**Figura 4-1 Análisis Conceptual inicial de la determinación y caracterización del Daño Ambiental**



←→ Responsabilidad Legal del Emisor por la violación de alguna norma

\* Fácil detección a nivel administrativo

\*\* Difícil definición de los responsables

Fuente: Elaboración Propia

Se pueden identificar los siguientes alcances para la definición conceptual de daño ambiental que aborda la legislación:

- ✓ **Daño ambiental en el contexto de la legislación chilena**
  - Daño ambiental en el contexto de la ecología
  - Daño ambiental en el contexto de la salud de la población
  - Daño ambiental en el contexto del patrimonio sociocultural
  - Daño ambiental en el contexto de otros componentes que pudieran ser considerados

Es imprescindible comprender que, en estricto rigor, el daño ambiental desde la perspectiva de la legislación chilena debe ser significativo. Es por ello importante, distinguir y diferenciar, los conceptos de perturbación o impacto de daño como tal. En efecto, en cada ámbito, expertos del área determinarán si existió un impacto o perturbación, luego podrán determinar si este fue significativo. Sólo cuando esto ocurre, podemos hablar de daño ambiental.

Cabe destacar, que para que ocurra daño ambiental debe existir un origen antropogénico, ya que de otra forma no sería daño, sino una perturbación debido a la línea base natural dinámica. Por ejemplo, si un volcán hace erupción, se emitirá una nube tóxica y se verán afectados muchos receptores, sin embargo, no se considera daño ambiental desde la perspectiva legal.

En la actualidad, la legislación chilena le otorga a la SMA atribuciones que le permiten fiscalizar y sancionar conductas que podrían conllevar a un daño del medio ambiente. En la **Tabla 4-1** se muestran las situaciones de daño ambiental que se busca controlar.

**Tabla 4-1 Atribuciones de la SMA según situación de Daño Ambiental**

Contexto	Situación de Daño Ambiental	Atribuciones de la SMA
<b>Ex -Ante</b>	1) <b>Inferencia</b> de la existencia de un <b>peligro de daño</b> ambiental inminente	Medidas cautelares transitorias para el resguardo del medio ambiente, en caso de ser necesario. En algunos casos se cuenta con indicadores asociados a variables ambientales críticas, por tipología de proyecto/actividad (Ej. RCAs)
<b>Ex -Post</b>	2.a) <b>Inferencia</b> de existencia de <b>daño o peligro ambiental</b>	Formulación de cargos y estimación del nivel de sanción a aplicar, a partir de la información disponible durante la tramitación de un procedimiento administrativo sancionatorio.
	2.b) <b>Convicción</b> de la existencia de <b>daño o peligro ambiental</b>	Determinación de la sanción correspondiente y defensa en caso de una eventual impugnación ante los Tribunales Ambientales.

Fuente: Elaboración propia

La formulación para el caso 1) Ex-Ante en que hay inferencia de peligro de daño (técnicamente hablando, riesgo), debido a la actividad del sujeto regulado  $i$ , es la siguiente:

**Ecuaación 4-1 Formulación para el caso Ex-Ante: Determinación del Riesgo**

$$RiesgoAmbiental_i = Mag * P(Ocurrencia / Sujeto_i)$$

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- $i$ : Sujeto Regulado  $i$ .
- Mag: Magnitud de daño ambiental, si se produjera.
- $P(Ocurrencia/Sujeto_i)$ : Probabilidad de que ocurra el incidente, dado que existen indicios de incumplimiento o efecto no previsto.

En este caso hay que notar que el daño ambiental *esperado*, será el riesgo que corre el receptor en una primera instancia, pues no se tiene convicción de las consecuencias. De esta manera, se multiplica la probabilidad de ocurrencia de una consecuencia indeseada por la magnitud de la pérdida. Por lo tanto, a mayor probabilidad y/o magnitud mayor riesgo.

El proceso de determinación del riesgo (o daño si se constató la afectación efectiva) se realiza mediante una metodología corta, vale decir, de un día en terreno. Esto, con objetivo de poder tomar medidas provisionales. Cabe destacar, que el nivel de certeza que se va a obtener en esta etapa del procedimiento administrativo es bajo

Ejemplo: El riesgo ambiental de contaminación con ácido sulfúrico en una carretera, donde se transporta ácido, depende tanto de la probabilidad de derrame (por choque, por apertura compuerta, etc.) como de la magnitud del derrame (por pequeña filtración, por descarga en compuerta rota, por fisura en camión, etc.). A partir del ejemplo anterior, es imprescindible disponer de las RCAs y documentos relacionados al proyecto, para así poder listar las actividades que son peligrosas, pues aunque la probabilidad de ocurrencia de un incidente sea mínima, puede existir gran peligro de daño ambiental debido a la magnitud del eventual incidente.

Cabe destacar que la SMA, tiene la facultad de actuar cuando el riesgo es inminente, es decir, cuando el daño se puede desencadenar en cualquier momento próximo. Para esta salvedad, la probabilidad está enfocada en la cercanía de ocurrencia del evento, teniendo una puntuación menor si se espera que el evento no ocurra dentro de un plazo de un año, y teniendo las puntuaciones más altas, si el evento está ocurriendo o ya ocurrió.

La formulación para el caso 2.a) y 2.b) Ex-Post en que hay inferencia y convicción de daño o riesgo ambiental, respectivamente, es la siguiente:

#### **Ecuación 4-2 Formulación Caso Ex-Post: Caracterización del Daño o riesgo Ambiental**

$$DañoAmbiental = Mag * P(Ocurrencia) * P(Antro / Ocurrencia)$$

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- Mag: Magnitud del daño ambiental.
- P (Ocurrencia): Probabilidad de que ocurra el incidente que causa el daño.
- P (Antro/Ocurrencia): Probabilidad de que la causa sea antropogénica, dado que ocurrió el incidente.

Ejemplo: Ocurre un incendio forestal y se sospecha que es debido a instalaciones de tendido eléctrico en mal estado.

En el caso 2) se *caracteriza* el daño ambiental mediante una metodología extendida, determinando si la Importancia del daño es irrelevante, baja, media, alta o crítica.

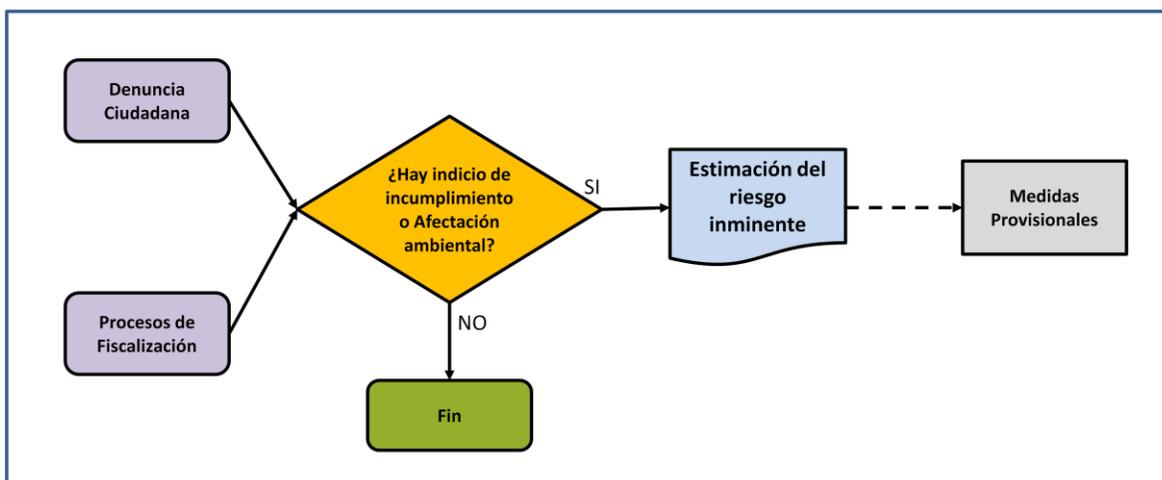
Esta etapa finaliza con el levantamiento de cargos por la infracción ambiental (caso ex post 2.a) antes del proceso sancionatorio, en un plazo de 15 días. El caso ex post 2.b) puede o no llevarse a cabo, ya que depende de la profundidad del análisis específico requerido que se puede extender hasta 5 meses antes del dictamen.

Cabe destacar, que lo que se entiende por “determinación” del daño se debe a un análisis corto, efectuado cuando existen indicios de afectación o riesgo ambiental en un lapso de uno o dos días, con el fin de tomar medidas provisionales. Por otra parte, la

“caracterización” tiene que ver con un estudio más profundo del evento, y su objetivo es la formulación de los cargos al responsable.

A continuación se expresan los arboles secuenciales para los contextos Ex–Ante y Ex–Post:

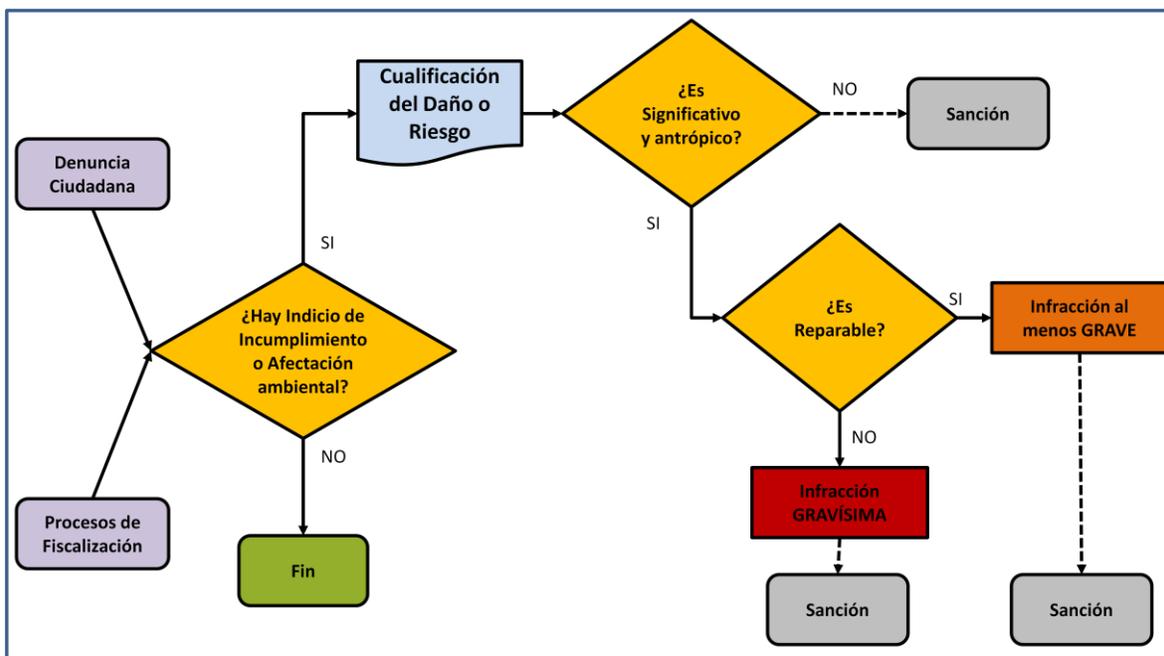
**Figura 4-2** Árbol secuencial Inferencia de Peligro de Daño ambiental (Ex –Ante)



Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 4-2**, se muestra que con un mínimo nivel de convicción, es decir “indicio” de incumplimiento o “peligro” de daño se puede determinar el riesgo inminente y, con ello tomar Medidas Provisionales que son, en principio, transitorias y que apuntan al resguardo del bien de protección.

**Figura 4-3** Árbol secuencial Existencia de Daño o riesgo ambiental (Ex –Post)



Fuente: Elaboración propia

La **Figura 4-3** muestra la caracterización del daño (o riesgo), vale decir, si éste es significativo o no y, que en caso de serlo, si es reparable o no. Si no es significativo, de todas maneras puede tener una sanción (por lo que se señala con línea segmentada), la que dependerá de otros factores, tales como el comportamiento del sujeto regulado.

Esta etapa dura entre 15 días y 5 meses, dependiendo del grado de convicción necesario, tanto para dar inicio al proceso sancionatorio como para la instancia previa al dictamen.

## 4.1 Componentes del Medio Ambiente

Los componentes del medio ambiente son todos aquellos elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones.

Entre los receptores de daño, distinguiremos los componentes y subcomponentes del medio ambiente que merecen ser protegidos. Además, se mencionarán los medios por los cuales se transmiten los impactos:

### 4.1.1 Receptores

Son los únicos componentes del medio ambiente susceptibles de daño ambiental.

Se pueden clasificar en tres **componentes**:

1. Salud humana
2. Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)
3. Patrimonio Sociocultural

En el contexto de este Estudio los receptores son bienes de protección ambiental, ya que justifican o merecen ser protegidos, también, son parte de los bienes de protección todos los procesos fundamentales del funcionamiento del medio ambiente.

De todas maneras, hay que considerar que ni los medios ni los recursos naturales No renovables son receptores de daño (aunque se modifique su estado), puesto que su carencia/exceso o falla en la calidad, afectará finalmente a los receptores, y sobre ellos se evalúa el daño.

### 4.1.2 Subcomponentes

Los receptores se pueden clasificar en subcomponentes de medio ambiente, que según la numeración anterior son:

1. Salud Humana:
  - 1.1 Personas
2. B&RNR:
  - 2.1 Poblaciones
  - 2.2 Comunidades
  - 2.3 Ecosistemas
  - 2.4 Paisaje
  - 2.5 Servicios ecosistémicos

3. Patrimonio sociocultural:
  - 3.1 Patrimonio Cultural Material
  - 3.2 Patrimonio Cultural Inmaterial
  - 3.3 Servicios socioculturales y económicos asociados

#### 4.1.3 Medios

Existen además los medios, que son aquellos componentes del medio ambiente a través de los cuales se transmiten los impactos desde los hechos, acciones u omisiones, hasta los receptores finales, ellos son:

- Abiota
  - Aire
  - Agua
  - Suelo
- Biota

Hay que recordar que los medios no son sujetos de daño, pues éste se produce en los receptores. Sin embargo, esto no implica que en ciertos casos, los medios sean a su vez receptores, como puede ocurrir muchas veces con la biota o en ciertos casos, en que su valoración social sea particularmente alta.

Por ejemplo, entre los medios abióticos se puede ver afectado el suelo, el cual servía para una actividad económica agrícola, por tanto, su daño afectará al bien Patrimonial. Otro ejemplo ocurre con el medio biótico, donde se puede ver afectado el último receptor de la cadena alimenticia, que podría ser el humano.

## 4.2 Daño Ambiental en el contexto de la Legislación Chilena

El rápido desarrollo de nuestro país y su creciente internacionalización, generó en la década de los 90 la necesidad de abordar la problemática ambiental y su protección desde una perspectiva más específica y eficaz, que la mera aplicación de las normas sobre responsabilidad extra contractual de nuestro Derecho Civil.

Para estos efectos, la “Ley de Bases del Medio Ambiente” N°19.300, publicada en el D.O. el día 9 de marzo de 1994, fijó normas sobre responsabilidad por daño ambiental. Si bien es cierto, esta ley no consagró un delito penal ecológico general, al estilo de la mayoría de los países de Europa y América Latina, sí avanzó en la consagración de un ilícito ambiental de carácter civil, que naturalmente va más allá del sistema de responsabilidad clásico. El cual comprende simplemente la obligación de una persona de indemnizar el daño sufrido por otro, es decir, que sólo equipara una disparidad que se produjo en los patrimonios de dos personas, sea por un problema de daño material o moral.

Nuestra Ley recogió el principio general de responsabilidad por daño ambiental, otorgándole un carácter subjetivo toda vez que sea necesaria la existencia de la culpabilidad del autor, la cual podrá ser de tipo dolosa o culposa.

En efecto, el Artículo 3 del Título III de esta Ley, establece que: *“Sin perjuicio de las sanciones que señale la ley, todo el que culposa o dolosamente cause daño al medio ambiente, estará obligado a repararlo materialmente, a su costo, si ello fuere posible, e indemnizarlo en conformidad a la ley”*.

Lo anterior, se reafirma en el Artículo 51 del Título III de la Ley que establece que: *“Todo el que culposa o dolosamente cause daño ambiental responderá del mismo en conformidad a la presente ley”*.

Así también, debe existir entre el hecho y el daño una relación de causa efecto, según el Artículo 52, inciso 2º de la Ley que establece que: *“Con todo, sólo habrá lugar a la indemnización, en este evento, si se acreditaré relación de causa - efecto entre la infracción y el daño producido”*.

En consecuencia, para que un hecho o una omisión que causa daño al medio ambiente originen responsabilidad por daño ambiental, es indispensable que el hecho o la omisión hayan sido ejecutados con dolo o culpa. Esto, porque dentro del sistema de nuestro ordenamiento jurídico, recogido por la Ley de Bases del Medio Ambiente, son los elementos esenciales de la responsabilidad, y si faltan, ellas no existen.

De la lectura de las disposiciones anteriores y de la aplicación de las reglas generales en materia de responsabilidad civil, tenemos, que son elementos de la responsabilidad por daño ambiental, los siguientes:

a) Que exista una acción u omisión

Este requisito no resiste mayor análisis, pues su contenido en nada se distingue de los conceptos tradicionales de acción u omisión que establece la Ley común. A este respecto, se siguen las reglas generales de la responsabilidad civil, en el sentido que ella puede generarse tanto por una conducta activa o pasiva.

b) Culpa o dolo de parte del autor

Como ya se señaló, para que un hecho o una omisión que causa daño al medio ambiente originen responsabilidad por daño ambiental, es indispensable que el hecho o la omisión hayan sido ejecutados con dolo o culpa. En este sentido, son aplicables a la responsabilidad por daño ambiental los conceptos dados por nuestro Código Civil. En consecuencia, debe entenderse por dolo, en materia ambiental: *“Aquella intención positiva de inferir injuria a la persona o propiedad de otra”* (Artículo 44, inciso final del Código Civil). Asimismo, en debe entenderse por culpa, en materia ambiental: *“Aquella falta de diligencia o cuidado que los hombres prudentes emplean ordinariamente en sus actividades o negocios propios”* (Artículo 44, inciso final del Código Civil).

En materia ambiental, tanto el dolo como la culpa pueden ser positivos o negativos según consistan en un hecho o en una abstención.

c) Daño Ambiental.

En materia civil, daño es: *“Todo detrimento o menoscabo que por causa de otro, sufre un individuo en su persona o bienes”*.

En materia ambiental, la Ley de Bases del Medio Ambiente en su Artículo 2º letra e), definió expresamente daño ambiental como: *“Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes”*. Para esto, la misma Ley en su Artículo 2º letra II), definió medio ambiente como: *“Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”*.

En consecuencia, un daño, para ser calificado como daño ambiental, debe cumplir una exigencia específica relativa a su significancia o magnitud, sea en cuanto a la alteración del medio ambiente o de uno o más de sus componentes. El alcance de este concepto, por no estar especificado por la ley, se ha ido definiendo y unificando, caso a caso, con el avance de la Jurisprudencia.

d) Relación de causalidad entre la infracción y el daño.

Si bien es cierto que la relación de causalidad se exige en todas las especies de responsabilidad, en materia ambiental este requisito cobra especial importancia, pues de no exigirse la búsqueda de consecuencias perjudiciales, podría prolongarse con arbitrariedad e injusticia hasta el infinito. Por esto, se hace necesario que el daño ambiental sea consecuencia primera, cierta y necesaria de la acción u omisión. En todo caso, la determinación de la relación de causalidad, entre la acción u omisión, es una cuestión de hecho que queda entregada a la apreciación de los tribunales de justicia.

En otro orden de ideas, y como ya se estableció, de acuerdo con el sistema de responsabilidad subjetiva que adopta nuestro ordenamiento jurídico, para que ésta opere es necesario probar la culpa o dolo del autor del daño.

Lo anterior, se relaciona con el problema de quiénes deben asumir los costos de la prueba en materia ambiental. Esto, porque el sistema tradicional de responsabilidad hace que los montos, en la práctica, deban ser cubiertos por las víctimas. Lo anterior, dado lo complejo que resulta probar responsabilidades ambientales, además de lo costosa que resulta ser la prueba, complejiza aun más la tarea ambiental.

Es por esta razón que hay casos en que el legislador, a fin de favorecer a la víctima y de atenuar en parte los inconvenientes de este sistema, y por tanto, de hacer más expedita la acción que supone o presume; con criterios de responsabilidad objetivos la responsabilidad por daño ambiental. Cuando así ocurre, el que sufre el daño sólo debe probar los hechos de donde la ley deriva la presunción, sin que tenga necesidad de probar culpa o dolo; y será el demandado, la persona sobre la cual pesa la presunción de responsabilidad, la que deberá probar que no tiene culpa o dolo. Mientras este último no pruebe su inocencia, aduciendo que el hecho se produjo, ya sea por caso fortuito, por culpa de la víctima o de un tercero, subsiste su responsabilidad, y si no se opone a la presunción, será condenado a reparar los daños.

Así, en el Artículo 52 de la Ley de Bases del Medio Ambiente, se: *“Presume legalmente la responsabilidad del autor del daño ambiental si existe, de parte de este último, infracción a las siguientes normas”*:

- Normas de calidad ambiental
- Normas de emisión
- Planes de prevención o descontaminación
- Regulaciones especiales para los casos de emergencia ambiental
- Normas sobre protección, preservación o conservación ambiental, establecidas en la Ley de Bases del Medio Ambiente o en otras disposiciones legales o reglamentarias.

Otro aspecto a destacar, consiste en que el sistema de responsabilidad clásico comprende simplemente la obligación de una persona de indemnizar el daño sufrido por otro, es decir, equipara una disparidad que se produjo en los patrimonios de dos personas, sea por un problema de daño material o moral. Sin embargo, en materia ambiental, no estamos en una relación interpatrimonial, pues existe un sentido y objetivo de prevención general y especial.

El alcance específico del sistema de responsabilidad chileno está regulado en el Artículo 53 de la Ley N°19.300 que indica como regla general: *“Producido daño ambiental, se concede acción para obtener la reparación del medio ambiente dañado, lo que no obsta al ejercicio de la acción indemnizatoria ordinaria por el directamente afectado”*.

En consecuencia, la regla general es que, producido un daño ambiental, existen dos acciones a seguir:

- Acción ambiental
- Acción civil indemnizatoria ordinaria

La excepción es muy específica y establece que: *“No procederá la acción para obtener la reparación del medio ambiente dañado cuando quien cometió el daño ejecutó satisfactoriamente un plan de reparación aprobado por la Superintendencia del Medio Ambiente”* (art. 53 Ley de Bases del Medio Ambiente) . Es decir, en este caso sólo podrá entablarse acción civil indemnizatoria ordinaria.

A partir de lo anterior, podemos resumir que la acción ambiental tiene como objetivo la reparación del medio ambiente dañado, vale decir, su actuar supera los ámbitos de lo que se llama "responsabilidad civil", creando una figura nueva que podemos llamar "Responsabilidad por daño ambiental". Para este efecto, la Ley de Bases del medio Ambiente en su Artículo 2º letra s) define reparación como: *“Aquella acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas”*.

Finalmente, en el Artículo 63 de la misma ley se establece que: *“La acción ambiental y las acciones civiles emanadas del daño ambiental prescribirán en el plazo de cinco años, contado desde la manifestación evidente del daño”*.

En el presente informe, y a fin de otorgar una justificación al énfasis entregado al análisis de la responsabilidad civil por daño ambiental debemos señalar que, si bien serán los Tribunales Ambientales los llamados a conocer la acción de reparación del medio ambiente, la Superintendencia, en el marco de su función de fiscalización, seguimiento y aplicación de sanciones, cuenta con una serie de atribuciones que se vinculan

directamente con la "determinación del daño ambiental". En efecto, la Superintendencia, facultada para suspender transitoriamente las autorizaciones de funcionamiento, contenidas en las resoluciones de calificación ambiental, puede además adoptar otras medidas urgentes y transitorias para el resguardo del medio ambiente. Esto, cuando la ejecución u operación de un proyecto o actividad genere un "daño grave e inminente para el medio ambiente" a consecuencia del incumplimiento grave de las normas, medidas y condiciones previstas en dichas resoluciones; o también cuando genere efectos no previstos en evaluación que pueda generar "daño inminente y grave para el medio ambiente".

En resumen, la Superintendencia, para ejercer sus facultades punitivas y preventivas que le otorga la Ley, deberá tener en algún momento indicios o inferencias avanzadas (que en ningún caso constituyen un prejuizgamiento, para no invadir competencias que serán del Tribunal Ambiental) que le permitan afirmar la existencia de un daño ambiental o peligro del mismo, sea para calificar la infracción, para determinar sanciones o para establecer medidas urgentes y transitorias recién aludidas.

Cabe señalar, que estos indicios o inferencias no pueden estar contruidos sino mirando de cerca los requisitos del daño ambiental, especialmente la "significancia" o magnitud del mismo, que es lo que distingue y diferencia sustancialmente de daño civil. Esto, sin dejar de considerar, y aplicar también, criterios de sentido común al mirar los demás requisitos que exige la responsabilidad civil por daño ambiental. A saber, la acción u omisión, el dolo o la culpa y la relación de causalidad.

Si bien analizar la "significancia" o magnitud del daño aparece como una cosa obvia de hacer por parte de la Superintendencia, estimamos que también resulta útil una mirada a los demás elementos recién mencionados para evitar situaciones, como por ejemplo, la aplicación de una sanción por un daño ambiental en el cual no medió una acción u omisión de una persona o ente determinado (hipótesis posible, por ejemplo, en una acción de la naturaleza), o habiendo existido aquella, lo fue sin intencionalidad o negligencia alguna (hipótesis posible en caso de fuerza mayor o caso fortuito evidente) o en fin, construida en base a un nexo causal muy lejano e indirecto.

Respecto de lo establecido en el párrafo anterior, creemos oportuno hacer una salvedad en cuanto a la profundidad dada a la "significancia" del daño, como a los demás elementos recién mencionados. Ciertamente, si lo que está en juego en la aplicación por parte de la Superintendencia de las denominadas medidas urgentes y transitorias para el resguardo del medio ambiente, creemos que el umbral acerca de la mirada de estos elementos, especialmente aquel referido a la significancia del daño, es mucho menos estricta, dada la velocidad con la que la Superintendencia debe actuar, ya que el bien superior a proteger, es nada menos que el medio ambiente. Es más, dado el carácter temporal de estas medidas, es posible aceptar un margen de sobre reacción que pueda incluso corregirse voluntaria o jurisdiccionalmente. Lo importante es haber actuado

oportunamente en proteger al medio ambiente de un daño o peligro del mismo. Sin embargo, creemos que el enfoque a adoptar en la función punitiva de la Superintendencia, al aplicar sanciones debe ser un poco distinta, para lo cual postulamos que el umbral acerca de la mirada de estos elementos, especialmente aquel referido a la significancia del daño, sea mucho menos estricta. Esto, para evitar, por ejemplo, que se apliquen multas por una infracción gravísima, fundadas en un incumplimiento a una norma y, alternativamente, en un daño ambiental que finalmente no fue declarado como tal por el Tribunal Ambiental al no acoger una acción de reparación ambiental, o que, declarado como tal, fue finalmente susceptible de reparación.

El fundamento de lo anteriormente expuesto, se basa en el hecho de que la ilicitud de una conducta, para cada una de las distintas ramas encargadas de la tutela jurídica del medio ambiente (administrativa, civil y/o penal, en el caso de los países donde existe el delito ambiental ecológico), lo es para todo el ordenamiento jurídico.

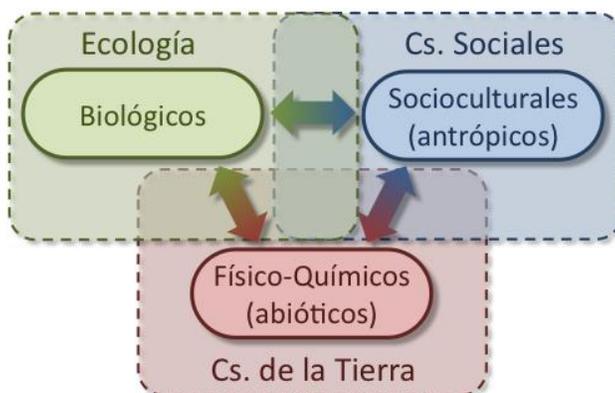
En otras palabras, si una conducta ocasiona un daño ambiental, ese daño será "ambiental" para todos los ámbitos descritos con la única diferencia de que, mientras el Tribunal Ambiental resolverá después de sustanciar un proceso declarativo, sumario o de largo conocimiento en su caso y, en base a la sana crítica, adquirirá la íntima "convicción procesal" para acoger o rechazar la acción de reparación presentada. Por su parte, la Superintendencia necesitará indicios o inferencias importantes para afirmar (en un proceso en sede administrativa, mucho más corto y en la mayoría de los casos previo) ese mismo daño ambiental o peligro del mismo, puerta de entrada para ejercer la función punitivas y preventivas ya mencionadas. Los elementos del daño son los mismos, tanto para el tribunal como para la Superintendencia, lo único que difiere es que uno actúa en base a "convicción procesal" y la otra en base a indicios o inferencias.

### 4.3 Daño Ambiental en el contexto de la Ecología, Biodiversidad y Recursos Naturales

La Ley 19.300, sobre bases generales del medio ambiente, en su Artículo 2 (letra *II*), reconoce como **medio ambiente**: “Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”.

La amplitud de la definición anterior requiere abordar la problemática ambiental desde una aproximación multidisciplinaria (**Figura 4-4**). En este contexto, son los componentes biológicos del medio ambiente, su dinámica e interacción con los elementos físicos, químicos y socioculturales (incluyendo el impacto humano) los que competen a la Ecología como disciplina científica. En particular, son las subdisciplinas de la Ecología de Ecosistemas y del Paisaje las que brindan un marco teórico comprensivo que considera todos estos elementos en su conjunto, así como los flujos de materia y energía entre ellos. Por su parte, las subdisciplinas de la Ecofisiología y Ecología Conductual de poblaciones y de comunidades las que entregan información de los mecanismos subyacentes al comportamiento de los ecosistemas (ver más abajo).

**Figura 4-4** Ámbito de competencia de la Ecología en el contexto medio ambiental



Fuente: Elaboración Propia

Sobre este marco, el Artículo 2 (letra *e*) de la Ley 19.300 define el **daño ambiental** como: “Toda pérdida, disminución, o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes”. Sin embargo, esta definición resulta incierta, pues involucra una serie de términos de connotación valórica negativa (subrayados), que además carecen de un significado técnico preciso en Ecología como disciplina científica. En efecto, estos términos sólo adquieren significado dentro de un contexto sociocultural, al momento que se consideran los intereses y necesidades del ser humano, junto con los criterios valóricos y éticos derivados que determinan el carácter positivo o negativo de un determinado cambio ambiental (**Figura 4-5**).

A modo de ejemplificar lo anteriormente expuesto, una reducción (p.e., pérdida, disminución) repentina en el tamaño poblacional de una especie silvestre puede ser considerada negativa si ésta suministra bienes o servicios ecosistémicos, sean estos recursos económicos, sanitarios, simbólicos, etc. (Díaz, Fargione et al. 2006; Duffy, Srivastava et al. 2009; Naeem, Bunker et al. 2009) En cambio, la misma caída poblacional podría tener una connotación positiva si la especie en consideración representa una plaga o un vector de enfermedades. A partir de lo anterior, y desde el punto de vista de la Ecología, lo que puede identificarse es el cambio ocurrido junto con las causas subyacentes, pero no la connotación valórica del mismo. Por todo esto, el concepto de *daño ambiental* carece también de significado en Ecología, en ausencia de los criterios valóricos generados por un contexto socioeconómico y cultural determinado.

En resumen, podemos establecer que la teoría ecológica no basta para determinar la existencia de daño ambiental, pero sí, como paso previo, para contextualizar y analizar los cambios ocurridos en un sistema natural de interés. A partir de ello, el concepto más adecuado sería el de ***perturbación ecológica***, el cual representa un cambio “no presupuestado” en un sistema natural, por la acción de un agente externo sobre sus componentes o, los flujos de materia y energía que determinan las interacciones entre éstos (**Figura 4-5**). Por tanto, las perturbaciones pueden ser producidas por agentes naturales, antrópicos (p.e. asociados al ser humano y sus actividades) o su interacción (**Figura 4-5**).

A partir del concepto anteriormente señalado, se incluyen fenómenos propios de las dinámicas ecológicas, como los incendios forestales naturales, el vulcanismo y anomalías climáticas (p.e. ocurrencia de eventos El Niño), los cuales pueden afectar profundamente las comunidades naturales y los procesos ecosistémicos (Connell 1978; Shea, Roxburgh et al. 2004; Hobbs, Arico et al. 2006; Holmgren, Stapp et al. 2006; Turner 2010). Al mismo tiempo que son consideradas perturbaciones los cambios atribuibles al impacto humano como la caza y la pesca, la introducción de especies, la eutroficación por fertilización artificial, la polución, los cambios en la estructura del hábitat por deforestación, etc. (Shea, Roxburgh et al. 2004; Díaz, Fargione et al. 2006; Hobbs, Arico et al. 2006; Turner 2010).

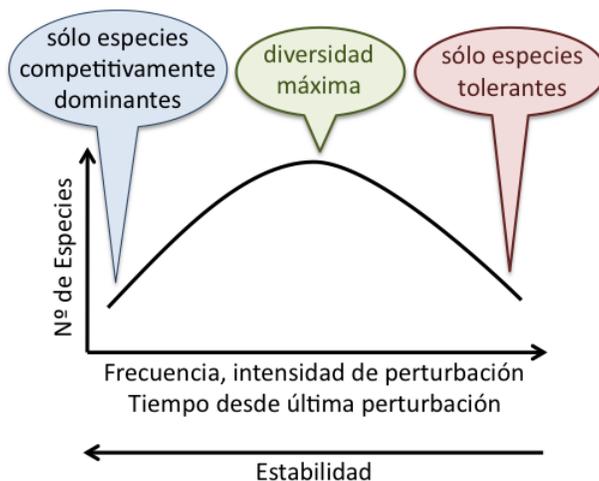
**Figura 4-5 Esquema conceptual – Daño en el contexto de la Ecología**



Fuente: Elaboración Propia

Entonces, teniendo en cuenta las definiciones en el Artículo 2 de la Ley 19.300, resulta claro que las perturbaciones naturales no se ajustan a la definición de **daño ambiental**; por el contrario, una modificación en su régimen temporal o espacial, debido a agentes antrópicos, caería perfectamente en esa categoría. De hecho, las perturbaciones naturales pueden constituir un componente fundamental de la dinámica de los ecosistemas (Shea, Roxburgh et al. 2004; Turner 2010). Por ejemplo, la **Hipótesis de Perturbación Intermedia**, sugiere una relación directa entre el régimen de perturbación y la diversidad de especies, esperándose una menor riqueza de especies en los extremos del gradiente, debido al predominio de especies competitivamente dominantes (p.e. exclusión competitiva) o tolerantes al estrés (p.e. especies fundadoras), respectivamente (Connell 1978; Shea, Roxburgh et al. 2004). En cambio, los mayores niveles de diversidad se darían bajo regímenes intermedios de perturbación, ya sea debido a la coexistencia local de especies con distintos atributos o al mantenimiento de la heterogeneidad espacial a nivel del paisaje (Connell 1978, Shea et al. 2004, Turner 2010). En este escenario, cambios en la frecuencia e intensidad de las perturbaciones naturales tendría efectos marcados sobre la diversidad local y regional, y subsiguientemente sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

**Figura 4-6 Hipótesis de Perturbación Intermedia– Asociación entre grado de perturbación y diversidad de especies**



Fuente: (Connell 1978)

En definitiva, con todo lo anterior en consideración, el **daño ambiental** podría definirse, ahora, en una forma operativa, vale decir, como: una perturbación causada, acelerada y/o acentuada por agentes antrópicos o por su interacción con agentes naturales, cuyas consecuencias son negativas según los criterios valóricos resultantes del contexto socioeconómico y cultural en el que se produce.

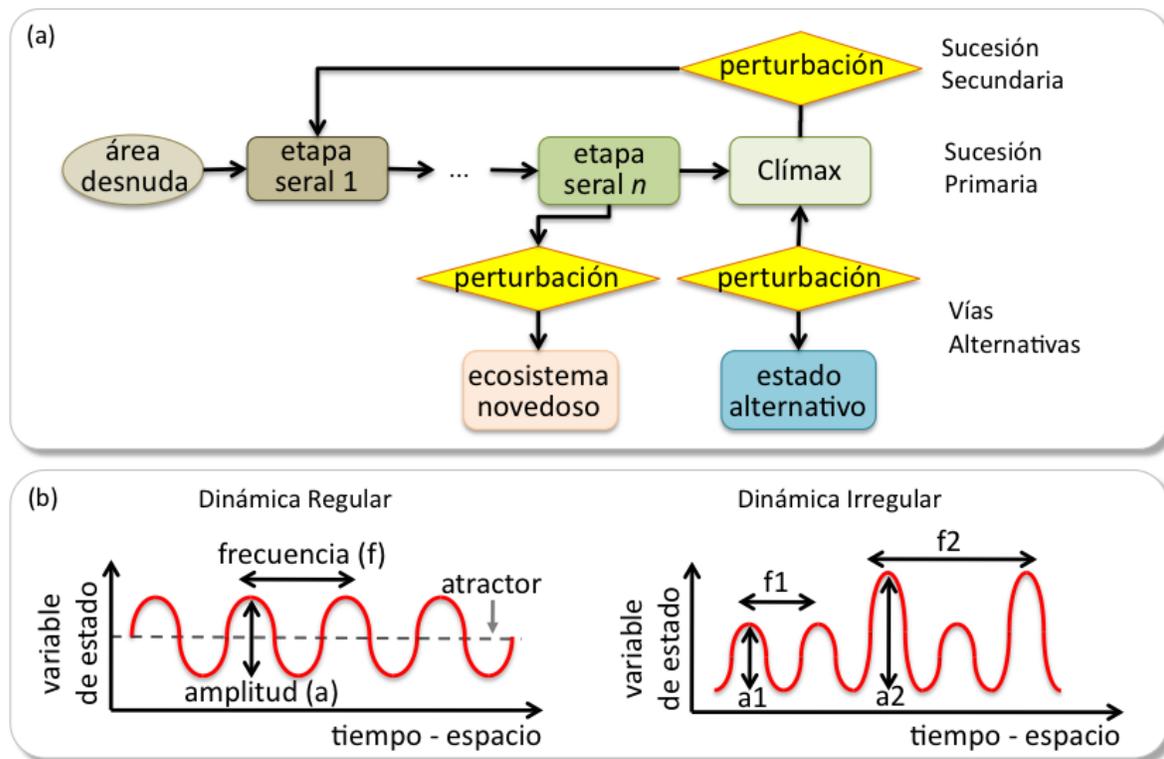
### 4.3.1 Perturbación y dinámica ecosistémica

Los cambios “no presupuestados” mencionados en la definición operativa de daño ambiental, entregada en la sección anterior, corresponden a variaciones en la estructura o el funcionamiento de los ecosistemas por fuera de sus rangos habituales. En este sentido, resulta imprescindible hacer hincapié en su naturaleza dinámica (Royama 1992; Berryman 1999; Maurer 1999; Drake, Fuller et al. 2007; Yodzis and McCann 2007; Loreau 2010). En efecto, los ecosistemas muestran patrones naturales de cambio en tiempo y espacio, por lo que la identificación de perturbaciones (y de eventual daño ambiental) implica la detección de variaciones en uno o más parámetros ecosistémicos que difieran cualitativamente (p.e. direccionalidad) o cuantitativamente (p.e. frecuencia e intensidad) de los esperado a partir de su dinámica natural. Es decir, la ocurrencia de perturbaciones debe establecerse no contra un patrón basal estático (p.e. líneas de base fundamentadas en listas de especies), sino contra un patrón dinámico que considere los procesos naturales.

En primer lugar, existen patrones de cambio a largo plazo, como las **sucesiones ecológicas** (Odum 1969; Pickett, Collins et al. 1987; Maurer 1999). Estas últimas son esquemas continuos de cambio no estacional y direccional de los ecosistemas, pasando por una serie

de estadios ordenados (etapas serales) definidos por cambios estructurales y funcionales, producto del reemplazo sucesivo de especies (**Figura 4-7 (a)**). Las primeras etapas serales están dominadas por especies con alta tolerancia al estrés, y siguen a la formación de un nuevo hábitat (sucesión primaria; por ejemplo tras la formación de nuevo sustrato luego de una erupción volcánica) o a una perturbación que remueve una porción importante de las especies originales (sucesión secundaria; p.e. tras un incendio forestal) (**Figura 4-7 (a)**) (Odum 1969; Pickett, Collins et al. 1987). Las especies iniciales mejoran las condiciones locales y son gradualmente reemplazadas por otras competitivamente dominantes, que pasan a dominar el sistema en las etapas más maduras (clímax). Variaciones más complejas sobre este patrón también existen, destacándose en muchos casos la existencia de dos o más **estados alternativos** de equilibrio estable (Beisner, Haydon et al. 2003; Holmgren, Stapp et al. 2006) y cualitativamente distintos para un determinado ecosistema. La transición entre los cuales puede verse favorecida por la ocurrencia de perturbaciones naturales o antrópicas, como así también la aparición de **ecosistemas novedosos** (Hobbs, Arico et al. 2006) sin análogos en la historia evolutiva previa del sistema (p.e. tras la introducción de especies exóticas; **Figura 4-7 (b)**).

**Figura 4-7 Naturaleza dinámica de los sistemas ecológicos – (a) Sucesión ecológica y posibles efectos de perturbaciones; (b) Dinámicas oscilatorias y algunos de los parámetros susceptibles de ser afectados por perturbaciones**



Fuente: Elaboración Propia basada en: a) (Odum 1969; Pickett, Collins et al. 1987);

b) (Royama 1992; Berryman 1999; Maurer 1999; Yodzis and McCann 2007)

En este contexto, la interrupción o aceleración del cambio sucesional, el regreso a etapas serales previas o la aparición de etapas nuevas (p.e. ecosistemas novedosos o estados alternativos) son indicadores diagnósticos de la ocurrencia de perturbaciones (Connell 1978; Maurer 1999; Beisner, Haydon et al. 2003; Shea, Roxburgh et al. 2004; Turner 2010).

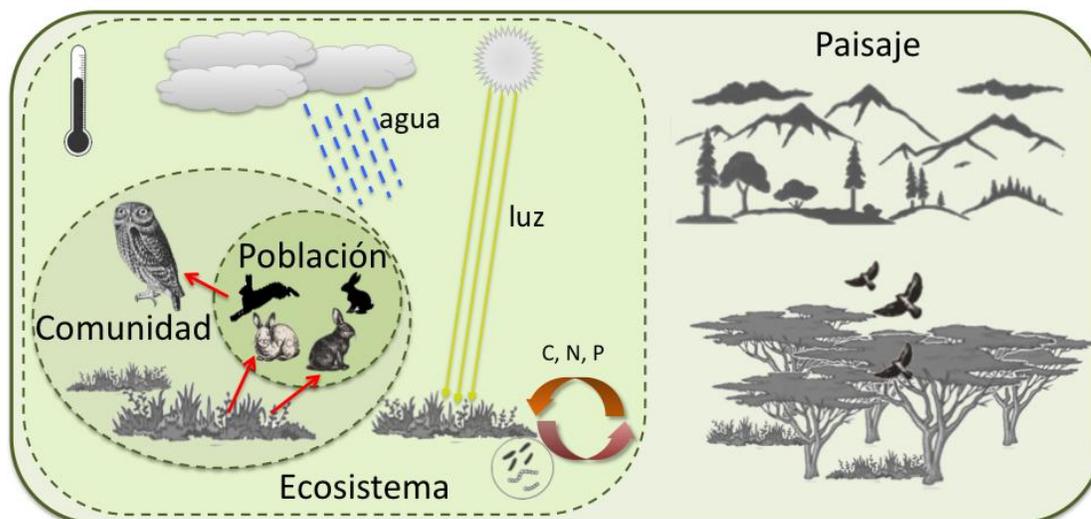
Por ejemplo, la interrupción de los procesos naturales de sedimentación en humedales, que normalmente conducen a su transformación última en praderas, implica la acción frecuente de perturbaciones naturales (p.e. marejadas) o antrópicas (p.e. dragado). Alternativamente, perturbaciones asociadas al manejo agrícola pueden incrementar la erosión en la cuenca asociada, acelerando la sedimentación al tiempo que incrementa la turbidez del espejo de agua, y junto al vertido de fertilizantes promueve el salto de un sistema inicialmente oligotrófico (p.e. agua clara con predominio de macrófitas) a un estado alternativo eutrófico (p.e. agua turbia con predominio de algas unicelulares) (Holmgren, Stapp et al. 2006; Delgado, Marín et al. 2009; Marín, Tironi et al. 2009). Por último, la introducción de organismos exóticos con rasgos novedosos pueden dar origen a

asociaciones faunísticas y/o vegetales sin análogo previo, estructural y funcionalmente únicas (p.e. ecosistemas novedosos, como montes de coníferas, eucaliptos y acacias; (Hobbs, Arico et al. 2006; Marris 2009) ).

Sobrepuestos a las dinámicas de largo plazo, existen en segundo lugar, patrones de variación a menor escala (**Figura 4-7 (b)**). Algunos presentan regularidades, debidas al efecto de factores extrínsecos (p.e. estacionalidad) (Oksanen 1990; Schwinning, Sala et al. 2004) o intrínsecos (p.e. ciclos poblacionales guiados por interacciones intra e inter-específicas) (Royama 1992; Berryman 1999; Loreau 2010) y, por lo tanto, muestran algún grado de predicción. Este tipo de dinámicas, aunque no muestran necesariamente una direccionalidad definida, posee propiedades de variabilidad (p.e. frecuencia, amplitud) y equilibrio (p.e. estabilidad, atractores) que pueden ser cuantificadas para su caracterización (**Figura 4-7 (b)**); (Royama 1992; Berryman 1999; Yodzis and McCann 2007; Loreau 2010). Incluso, dinámicas que no presentan regularidades perceptibles pueden ser caracterizadas de acuerdo a sus propiedades espectrales; p.e. la frecuencia promedio de las fluctuaciones en función de su amplitud o intensidad (**Figura 4-7 (b)**) (Royama 1992; Berryman 1999; Maurer 1999; Yodzis and McCann 2007). El mismo tipo de propiedades puede ser utilizado para caracterizar los patrones especiales de variación en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Todas estas propiedades brindan un marco de referencia contra el cual contrastar los cambios observados, al momento de determinar la ocurrencia de perturbaciones (y eventual daño ambiental), como desvíos del mismo.

#### 4.3.2 Niveles de organización biológica, escala y perturbación

Los sistemas naturales son complejos y se caracterizan por presentar una organización jerárquica, con un conjunto de elementos en un nivel de organización biológica determinado, conformando el nivel subsiguiente (Maurer 1999; Hillebrand and Matthiessen 2009; Loreau 2010). De esta manera, un conjunto de **organismos** de una misma especie, que coexisten en un lugar y momento determinados, constituyen una **población**. A su vez, un conjunto de poblaciones de distintas especies que coexisten e interactúan entre sí en un área determinada, conforman una **comunidad**. Mientras que dichas comunidades (factores bióticos), sumadas a los factores abióticos y los procesos de flujo de materia y energía asociados (p.e. irradiación solar, condiciones y procesos climáticos, ciclos del agua y biogeoquímicos, procesos geomorfológicos), dan lugar a un **ecosistema**. Por último, el arreglo espacial de distintos ecosistemas, junto con los procesos de transporte e intercambio de materia, energía e individuos, conforman el **paisaje (Figura 4-8)**.

**Figura 4-8 Niveles de organización biológica relevantes y sus principales componentes**

Fuente: Elaboración Propia basada en (Levin 1992; Maurer 1999; Drake, Fuller et al. 2007)

Dentro de este marco conceptual, las poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes constituyen subcomponentes de la **Biodiversidad** a distintos niveles de organización biológica (Purvis & Hector 2000, Díaz et al. 2006). Cada nivel de organización biológica muestra una serie de propiedades emergentes no presentes en los niveles inferiores, y que involucran, tanto variables de estado como procesos característicos que determinan sus dinámicas internas y cómo interactúan entre sí (**Figura 4-8**) (Levin 1992; Maurer 1999; Drake, Fuller et al. 2007). Los seres humanos hacen uso directo, o se benefician directa o indirectamente, de muchos de estos procesos y los productos derivados de ellos. Dichos beneficios materiales, económicos, de salud o culturales que los seres humanos obtienen del funcionamiento de los ecosistemas, se denominan *servicios ecosistémicos* (Díaz et al. 2006, 2011, Carpenter et al. 2009), y pueden ser clasificados como de provisión (p.e. los que entregan bienes materiales útiles para el hombre; p.e. provisión de agua y alimento), regulación (p.e. los que mantienen las condiciones ambientales y la provisión de bienes dentro de rangos tolerables para el hombre y sus actividades; p.e. regulación del CO<sub>2</sub> atmosférico mediante fijación fotosintética, control de erosión, control de plagas), culturales (p.e. aspectos naturales de relevancia simbólica o para el quehacer humano; p.e. ambiente escénico) y de soporte (p.e. aquellos que no generan un beneficio directo pero permiten la acción de todos los anteriores; p.e. productividad, interacciones interespecíficas, etc.).

En este contexto, los servicios ecosistémicos entregados por cada nivel de organización biológica conforman, en definitiva, los **Recursos Naturales Renovables** de los que depende el bienestar humano en sus múltiples dimensiones (de Salud, Sociocultural, Económico, etc.). De esta forma, el daño ambiental sobre los recursos naturales, implica necesariamente daños sobre alguno de los componentes de la biodiversidad involucrados en los servicios ecosistémicos que determinan su disponibilidad.

Las propiedades de cada nivel dependen del comportamiento e interacción de los elementos en el nivel inferior y de las restricciones impuestas por los procesos en el nivel superior (Maurer 1999). Así, la abundancia, estructura de edades y tasa de crecimiento intrínseca de una población son propiedades no presentes en los organismos que en conjunto con las de otras poblaciones dan origen a las propiedades emergentes de las comunidades (p.e. diversidad de especies, distribuciones de abundancia, etc.), dentro de las restricciones impuestas por las características del ecosistema (p.e. concentración de nutrientes, fisonomía del hábitat) que determinan la forma y el resultado de sus interacciones (Maurer 1999). Al mismo tiempo, como resultado de la agregación de elementos y procesos presentes en niveles inferiores, la escala espaciotemporal a la que se manifiestan las propiedades emergentes, tenderá a ser mayor en niveles de organización biológica superiores (Wiens 1989; Levin 1992; Ricklefs and D. Schluter 1993; Maurer 1999; Drake, Fuller et al. 2007; du Toit 2010; Loreau 2010). Como consecuencia, perturbaciones sobre un nivel de organización biológica dado podrán propagarse hacia arriba y abajo en la estructura jerárquica, y a través de escalas espaciales y temporales.

Sin embargo, los componentes en un nivel de organización dado pueden mostrar cierto grado de redundancia, siendo los cambios en su abundancia u ocurrencia compensados por respuestas contrarias de otros componentes (Walker 1992; Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Díaz, Fargione et al. 2006; Petchey and Gaston 2006; Petchey, Evans et al. 2007; Hillebrand and Matthiessen 2009; Wright, Symstad et al. 2009; Loreau 2010). Estas respuestas compensatorias, sugieren que la propagación de los efectos de una perturbación entre niveles de organización biológica no sería simétrica. Por un lado, perturbaciones en niveles superiores tenderán a generar una cascada de efectos sobre niveles inferiores al cambiar las restricciones impuestas sobre las propiedades de estos últimos (Maurer 1999; Drake, Fuller et al. 2007). En cambio, los efectos de una perturbación sobre las propiedades en un nivel inferior, pueden ser compensados por cambios en componentes o procesos redundantes, atenuando su impacto sobre las propiedades del nivel superior (Walker 1992; Naeem and Wright 2003; Loreau 2010). Así, la diversidad total y el grado de redundancia tenderá a aumentar hacia los niveles de organización biológica superiores, a medida que éstos agregan la diversidad de componentes y procesos en niveles inferiores (**Figura 4-9 y Figura 4-10**).

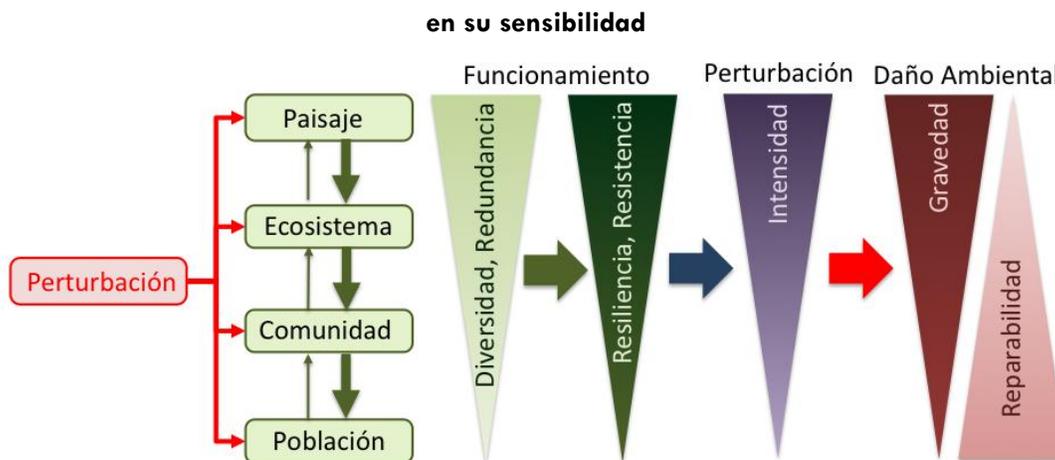
**Figura 4-9 Propiedades emergentes de cada nivel de organización biológica**

Fuente: Elaboración Propia basada en (Walker 1992; Naeem and Wright 2003; Maurer 1999; Drake, Fuller et al. 2007)

A partir de lo anterior, es de esperarse que las propiedades en los niveles superiores de organización biológica se vean menos afectadas o se recuperen con mayor facilidad ante una perturbación dada, siendo comparativamente más resistentes o resilientes (Berryman 1999; Beisner, Haydon et al. 2003; Loreau 2010), respectivamente (**Figura 4-10**). Dicho de otro modo, la intensidad promedio de la perturbación necesaria para generar un impacto sobre una variable de estado o proceso, será mayor en los niveles de organización biológica superiores.

Como consecuencia, el nivel de organización biológica en el cual se detecta daño ambiental es un indicador de su **gravedad relativa** (**Figura 4-10**). De forma similar, debido a la cantidad esperada de componentes involucrados en un daño ambiental en los distintos niveles de organización, la **reparabilidad relativa** del mismo debería ser mayor en los más bajos (p.e., es de esperarse que los daños en una única población sean reparados más fácilmente que aquellos que se expresan a nivel de todo el ecosistema e implican efectos sobre diversas poblaciones, sus interacciones y los procesos asociados). Del mismo modo, la cantidad de componentes y procesos afectados en dicho nivel de organización podría brindar mayor detalle en la determinación de la intensidad de un disturbio determinado, de la gravedad y reparabilidad de un eventual daño ambiental.

**Figura 4-10 Niveles de organización biológica como primeros indicadores de intensidad de perturbación – Esquema de propagación asimétrica de perturbaciones entre niveles y diferencias en su sensibilidad**



Fuente: Elaboración Propia en base a (Berryman 1999; Beisner, Haydon et al. 2003; Loreau 2010)

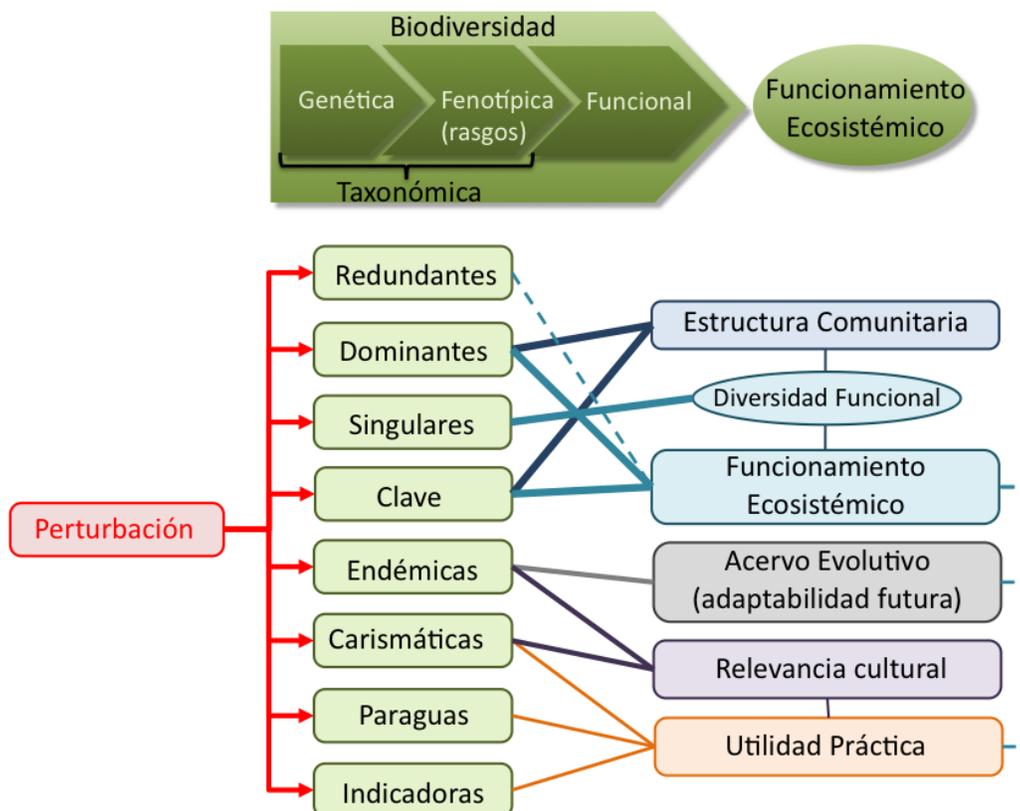
### 4.3.3 Funcionamiento y salud ecosistémica

La detección de cambios no presupuestados, en las propiedades de un determinado nivel de organización biológica, nos brinda información relativa acerca de la ocurrencia e intensidad de una perturbación, así como de la gravedad relativa de un eventual daño ambiental. Esto es particularmente útil cuando la propiedad o el nivel de organización biológica de interés son conocidos de antemano. Sin embargo, la complejidad inherente a muchos sistemas naturales, y la consiguiente dificultad logística de realizar un monitoreo exhaustivo en cada nivel, determina la necesidad de utilizar indicadores de la “salud” general del ecosistema cuando la ocurrencia de perturbaciones o sus posibles efectos no son conocidos de antemano (Maurer 1999; Carignan and Villard 2002).

Del mismo modo en que la salud de un organismo no se sustenta sólo en la presencia de órganos, sino también en el mantenimiento de sus funciones fisiológicas, la salud de los ecosistemas depende necesariamente del funcionamiento ecosistémico; es decir, del conjunto de procesos que determina el flujo total de materia y energía en el sistema (Lawton 1994; Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Díaz, Fargione et al. 2006; Naeem, Bunker et al. 2009; Díaz, Quétiera et al. 2011). La contribución de las especies al funcionamiento ecosistémico está determinada por sus rasgos funcionales; atributos morfológicos, fisiológicos y de comportamiento que determinan su impacto sobre procesos ecosistémicos e interacciones (Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Petchey and Gaston 2006; Duffy, Srivastava et al. 2009; Hillebrand and Matthiessen 2009; Naeem, Bunker et al. 2009). Existe un consenso creciente en que la diversidad de rasgos funcionales (p.e. diversidad funcional) en un sistema ecológico es un determinante de su funcionamiento y sirve de nexo entre este último y la diversidad taxonómica (**Figura 4-11**)

(Lawton 1994; Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Díaz, Fargione et al. 2006; Petchey and Gaston 2006; Hillebrand and Matthiessen 2009; Naeem, Bunker et al. 2009; Wright, Symstad et al. 2009; Loreau 2010; Díaz, Quétiera et al. 2011). De esta manera, la diversidad funcional constituye un indicador particularmente importante de la salud ecosistémica.

**Figura 4-11 Indicadores secundarios de salud ecosistémica – Asociación proximal entre diversidad funcional y funcionamiento ecosistémico e importancia de distintas categorías de especies**



Fuente: Elaboración Propia basada en (Lawton 1994; Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Díaz, Fargione et al. 2006; Petchey and Gaston 2006; Hillebrand and Matthiessen 2009; Naeem, Bunker et al. 2009; Wright, Symstad et al. 2009; Loreau 2010; Díaz, Quétiera et al. 2011)

Sin embargo, aunque todas las especies contribuyen en algún grado al funcionamiento ecosistémico, no lo hacen de igual forma (Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Petchey and Gaston 2006; Duffy, Srivastava et al. 2009; Hillebrand and Matthiessen 2009; Naeem, Bunker et al. 2009). Por esta razón, el monitoreo de determinados grupos de especies puede brindar información relevante sobre el estado general del ecosistema y la ocurrencia de perturbaciones. En este sentido, entre las especies presentes en una comunidad pueden identificarse las siguientes categorías (no necesariamente

excluyentes), importantes desde un punto de vista operativo al momento de evaluar la salud ecosistémica (**Figura 4-11**):

**Especies redundantes:** aquellas con rasgos funcionales similares y, que pueden presentar respuestas compensatorias ante eventuales perturbaciones; poseen una baja o nula contribución a la diversidad funcional y el funcionamiento ecosistémico y, aunque podrían favorecer su estabilidad en el largo plazo, su desaparición local no actuaría en detrimento inmediato de la salud ecosistémica (Walker 1992; Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003; Petchey, Evans et al. 2007; Hillebrand and Matthiessen 2009; Loreau 2010).

**Especies dominantes:** representan gran parte de la biomasa total del sistema y tienen un impacto marcado sobre su estructura; contribuyen fuertemente al funcionamiento ecosistémico en forma proporcional a su abundancia (Hillebrand, Bennett et al. 2008).

**Especies funcionalmente singulares:** poseen atributos funcionales únicos y distintivos; contribuyen indirectamente al funcionamiento ecosistémico a través de un aporte desproporcionadamente grande a la diversidad funcional (Díaz and Cabido 2001; Naeem and Wright 2003).

**Especies clave:** poseen efectos desproporcionadamente altos sobre la estructura comunitaria, y consiguientemente sobre el funcionamiento ecosistémico, en relación con los esperado a partir de su abundancia (Paine 1966; Lawton 1994; Power, Tilman et al. 1996; Carignan and Villard 2002); cuando afectan las variables abióticas permitiendo el establecimiento de otras especies, se las denomina **especies ingenieras, ingenieros ecosistémicos** o **especies facilitadoras** (Jones, Lawton et al. 1994; Lawton 1994; Bruno, Stachowicz et al. 2003).

Al mismo tiempo, muchas especies pueden ser asignadas a categorías no fundamentadas en su impacto directo sobre los procesos ecosistémicos, pero sin embargo, podrían afectarlos indirectamente (**Figura 4-11**).

**Especies endémicas:** poseen una distribución muy restringida, por lo que su desaparición a escala local compromete severamente su persistencia regional; son especies relevantes en términos de la preservación del acervo evolutivo y patrimonio genético, dado que favorecen la adaptabilidad futura de los ecosistemas a cambios naturales o de origen antrópico.

**Especies carismáticas:** por sus características físicas, de comportamiento o simbólicas, provocan una gran empatía en la población; son de importancia cultural, a la vez que resultan útiles para la implementación y promoción de planes de manejo (**especies insignia**), pudiendo indirectamente favorecer el mantenimiento del funcionamiento

ecosistémico; sin embargo, su conservación puede ocasionalmente entrar en conflicto con la de especies funcionalmente más importantes (Carignan and Villard 2002).

**Especies paraguas:** por sus altos requerimientos de espacios y recursos, su preservación conlleva secundariamente a la protección de especies con menores requisitos de subsistencia; conllevan beneficios directos sobre el funcionamiento ecosistémico al promover la protección de gran parte de los componentes en los distintos niveles de organización biológica y los procesos en que estos intervienen (Possingham, Andelman et al. 2001; Carignan and Villard 2002).

**Especies indicadoras:** especies particularmente sensibles a determinados tipos de perturbaciones, cuya respuesta se correlaciona directamente con el estado general del sistema o de alguna propiedad relevante; cuando están disponibles, son muy útiles en términos logísticos, ya que permiten relevar la salud del ecosistema sin necesidad de cuantificar grandes cantidades de variables de estado o procesos en cada nivel de organización biológica (Possingham, Andelman et al. 2001; Carignan and Villard 2002).

En síntesis, el análisis de la dinámica de la diversidad funcional y taxonómica de un ecosistema, junto con la respuesta de una o más de estas categorías de especies, permitiría una primera evaluación de la salud ecosistémica para determinar la ocurrencia de perturbaciones y (según el contexto sociocultural) la existencia de un eventual daño ambiental. Luego, un análisis dirigido a las propiedades de cada nivel de organización biológica que se consideren relevantes, permitiría establecer su intensidad, gravedad y reparabilidad relativas.

#### 4.3.4 Servicios Ecosistémicos al bienestar humano

Cada subcomponente (Poblaciones, Comunidades, Ecosistemas y Paisaje) afecta distintas dimensiones del bienestar humano a través de diversos servicios ecosistémicos, dando lugar a una trama compleja de relaciones directas e indirectas entre éstos (**Figura 4-12**).

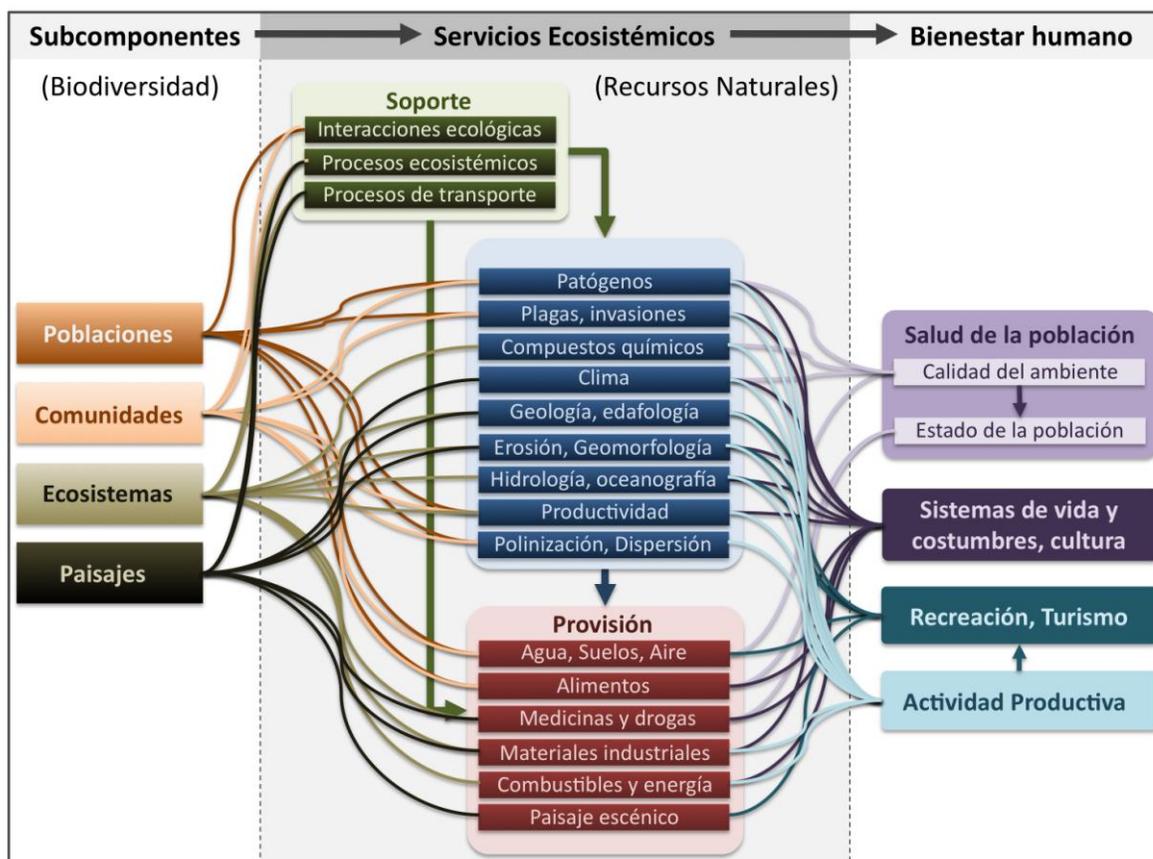
Dado que es imposible realizar un análisis expedito de todas estas relaciones, deben utilizarse rasgos integradores que permitan detectar indicios de daño. La estructura jerárquica inherente a los subcomponentes permite un acercamiento secuencial, desde el paisaje hasta las poblaciones donde, una vez detectados indicios, se supondrá riesgo de daño para el nivel correspondiente y los inferiores. De esta manera, se buscarán secuencialmente, y en este orden, indicios de:

0. Contravención a alguna norma ambiental o de emisiones.
1. Cambios en la abundancia y/o distribución de especies dominantes, clave/ingenieras, funcionalmente singulares o indicadoras que sugieran efectos a nivel del paisaje, de ecosistemas o de comunidades.

2. Cambios en la diversidad (número o cobertura relativa), composición, disposición y/o fragmentación de hábitats o ecosistemas que conforman el paisaje.
3. Cambios en el estado de al menos un reservorio (ej. N disponible en suelo) o la tasa de al menos un proceso ecosistémico (ej. fijación de N<sub>2</sub>).
4. Cambios en la diversidad o composición de las comunidades; alternatively, cambios evidentes en la tasa, detención o reversión de procesos de sucesión o saltos a estados estables alternativos (ej. eutroficación).
5. Cambios en la ocurrencia, abundancia y/o distribución espacial de al menos una población.

Una vez encontrado un indicio se supone riesgo de daño en ese nivel y los inferiores, y no se prosigue con el cuestionario.

**Figura 4-12 Complejidad de la asociación entre subcomponentes de B&RNR y componentes del bienestar humano a través de los servicios ecosistémicos brindados.**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Daño Ambiental en el contexto de la Salud de la Población

La emisión de contaminantes y el transporte de éstos a través de los componentes del medio ambiente (agua, suelo, aire, biota, etc.), pueden traducirse en daño a la salud de la población, causando diferentes efectos que dependen del contaminante, la concentración de este, el tiempo de exposición de la población, la vulnerabilidad de población y eventualmente de otros factores ambientales.

La gravedad del daño a la salud humana dependerá de diversos elementos que caracterizan al efecto generado:

- Significancia del efecto: Se refiere a la magnitud del efecto asociado al tipo de enfermedad o malestar que genera. La mayor gravedad está asociada a muertes;
- Reversibilidad del efecto producido, ya sea a nivel de individuo o de población, por medios naturales o por intervención médica;
- Duración del efecto producido: Por cuánto tiempo se produjo la exposición y cuál es la persistencia del contaminante en el cuerpo;
- Extensión: Tamaño de la población de las personas expuestas al agente de riesgo;
- Composición de la población: Se refiere a la distinción de los grupos expuestos a la contaminación, entendiendo que la población de infantes, ancianos y los pobladores de zonas con historia de conflictos ambientales son más vulnerables, pues necesitan mayor protección;
- Controlabilidad: Se refiere al nivel de control que puede ejercer la población para evitar la exposición.

La **Tabla 4-2** muestra la dependencia entre la gravedad del daño y las distintas características del efecto.

**Tabla 4-2 Relación entre las características de los efectos y la gravedad del daño**

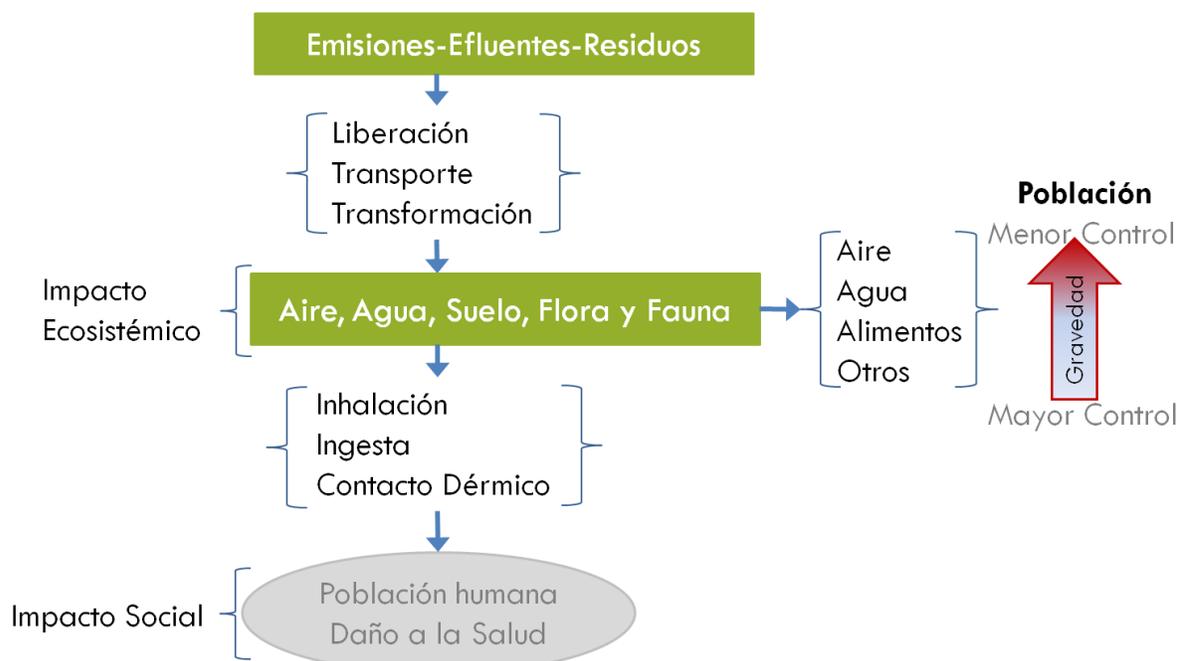
Características del Efecto	Gravedad del Daño
Significancia del efecto	Aumenta junto a la magnitud del efecto
Reversibilidad del efecto	Es mayor cuando el efecto es irreversible
Duración del efecto	Aumenta a mayor desarrollo temporal y persistencia
Extensión	Aumenta cuando la población expuesta es mayor
Composición de la población	Aumenta cuando la población expuesta necesita mayor protección
Control sobre la exposición	Aumenta cuando la población tiene menor control de la vía de exposición

Fuente: Elaboración Propia

Es importante entender la secuencia entre la generación de contaminación y el efecto negativo que, puede conllevar al establecimiento de un daño a la salud de la población.

Entendiendo que la importancia del daño será mayor, a medida que afecta a más personas.

**Figura 4-13 Secuencia Contaminación-Daño a la salud**



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente sección se ahonda en la clasificación de los efectos a la salud de la población.

#### 4.4.1 Clasificación de efectos a la salud

La contaminación puede generar perturbaciones en la salud humana de diferentes tipos. En base a esto, se pueden construir categorías de efectos, las cuales deben ser abordadas de manera diferente a la hora de determinar la existencia de un daño a la salud de la población, tanto desde una perspectiva técnica como desde la legislación nacional. Los tipos de efectos se pueden clasificar de las siguientes formas:

Según temporalidad

- **Efectos Agudos:** Son aquellos efectos que resultan de la exposición a un contaminante por un período corto de tiempo. Los efectos agudos se podrían detectar de manera inmediata. Ejemplo: Reacción alérgica a sustancia química.
- **Efectos Crónicos:** Son aquellos efectos que resultan de la exposición prolongada a un contaminante. Estos efectos son más difíciles de detectar de manera inmediata, ya que tiene un período de desarrollo largo, incluso décadas, durante

o después de la exposición. Tienen a ser de carácter irreversible. Ejemplo: Bronquitis Crónica producto de la exposición prolongada a Material Particulado (MP).

#### Según reversibilidad

- Efectos Reversibles: Son aquellos efectos que desaparecen luego de un período acotado después que ha cesado la exposición al contaminante. Ejemplo: Disminución de la capacidad respiratoria por exposición aguda a Material Particulado.
- Efectos irreversibles: Son aquellos efectos que permanecen aun después de cesar la exposición al contaminante, incluso recurriendo a medidas reparatorias.

#### Según observabilidad

- Efectos Observables: Son los efectos que son posibles de identificar la causalidad, producto de la exposición a un contaminante de manera inmediata. Estos efectos son siempre de carácter agudo.
- Efectos No Observables: Son los efectos que no es posible determinar una causalidad a nivel individual, siendo sólo posible, por medio de la epidemiología y el análisis de riesgo establecer una causalidad a nivel poblacional. Los efectos más graves en este punto son de carácter crónico (ej. Bronquitis crónica, mortalidad cardiopulmonar, etc.), mientras que los agudos no tienen un efecto significativo (ej. disminución leve de la capacidad pulmonar de la población).

#### Según grado de perturbación del efecto en el cuerpo humano

- Efectos Locales: Son acotados al punto de exposición a la sustancia. Son de carácter agudo exclusivamente. Ejemplo: Quemadura en la piel por exposición a sustancia corrosiva.
- Efectos Sistémicos: Se manifiestan en partes del organismo, distantes del punto de contacto. Ejemplo: Falla renal, por ingesta de sustancia tóxica.

A continuación se presenta la **Tabla 4-3**, que genera categorías de efectos a la salud en base a los tipos detallados anteriormente y da ejemplos para cada categoría:

Tabla 4-3 Ejemplos de Categorías de efectos a la salud de la población

Temporalidad	Reversibilidad	Observabilidad	Grado de Perturbación	Ejemplo
Agudo	Reversible	Observable	Local	Picazón Ojos, por SO <sub>2</sub>
Agudo	Reversible	Observable	Sistémico	Dolor de Cabeza, por CO
Agudo	Reversible	No observable	Sistémico	Disminución Capacidad pulmonar, por MP
Agudo	Irreversible	Observable	Local	Quemadura por ácido sulfúrico
Agudo	Irreversible	Observable	Sistémico	Muerte por irradiación de calor. Muerte por inhalación de CO
Crónico	Irreversible	No Observable	Sistémico	Mortalidad prematura por MP, Cáncer pulmonar por Arsénico, Todo tipo de efectos que están asociados a un aumento del riesgo a la salud que se presentan a posterioridad.

Fuente: Elaboración propia

Evidentemente los efectos no observables, asociados al incremento en el riesgo a la salud de la población, representan una dificultad adicional a la hora de determinar la causalidad. Afortunadamente la experiencia empírica, producto del análisis de poblaciones ha permitido detectar causalidades, entre la exposición a ciertos contaminantes y los efectos asociados a éstos, incluso estas relaciones han sido cuantificadas por medio de funciones dosis-respuesta. Gracias a la creciente disponibilidad de estadísticas de salud, se han realizado varios estudios que han evaluado el Impacto a la Salud, EIS (Health Impact Assessment, HIA en inglés) que han mostrado la magnitud de los impactos. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha demostrado en una reciente publicación (WHO 2009) a nivel mundial que, aproximadamente el 8% de la mortalidad por cáncer pulmonar, el 5% de la mortalidad cardiopulmonar y alrededor del 3% de la mortalidad por infecciones respiratorias agudas, son atribuibles a los niveles actuales de contaminación atmosférica urbana.

En la **sección 4.4.2** se aborda la manera en que se deben tratar los efectos asociados a un incremento en el riesgo a la salud humana. Mientras que el daño a la salud de carácter observable, es fácil de tratar y se pueden utilizar los elementos definidos en la **sección 4.4**.

#### **4.4.2 Análisis de riesgo a la salud de una población**

El Análisis de riesgo a la salud de una población, es una metodología que requiere insumos desde distintos ámbitos técnicos, incluyendo la química, la toxicología, la epidemiología, la ingeniería e incluso la economía en su etapa final.

La conceptualización del problema se inicia con la emisión de contaminantes o sustancias peligrosas al medio ambiente. Esto se materializa en un cambio en las concentraciones de dichas sustancias respecto a la línea de base en los componentes del medio ambiente, los cuales podrían provocar algún efecto en la salud de la población, dado el contacto de ésta con los componentes y la dosis ingerida de contaminantes (por las distintas rutas de exposición).

Es importante destacar que la experiencia técnica ha determinado funciones dosis-respuesta por métodos estadísticos. Sin embargo, no es posible determinar que un evento de muerte se deba exclusivamente a un problema de contaminación específico. La experiencia técnica, por tanto, sólo nos permite establecer relaciones causales a nivel de población y, siempre desde un enfoque estadístico, en específico desde la epidemiología. Vale decir, cuando se habla de daño a la salud humana, desde un punto de vista técnico, siempre estamos hablando de un incremento en el riesgo (ya sea en forma de morbilidad<sup>1</sup> o mortalidad<sup>2</sup>).

El procedimiento para cuantificar el riesgo se formaliza por medio del método de la función de daño, el cual se presenta en la **Figura 4-14**.

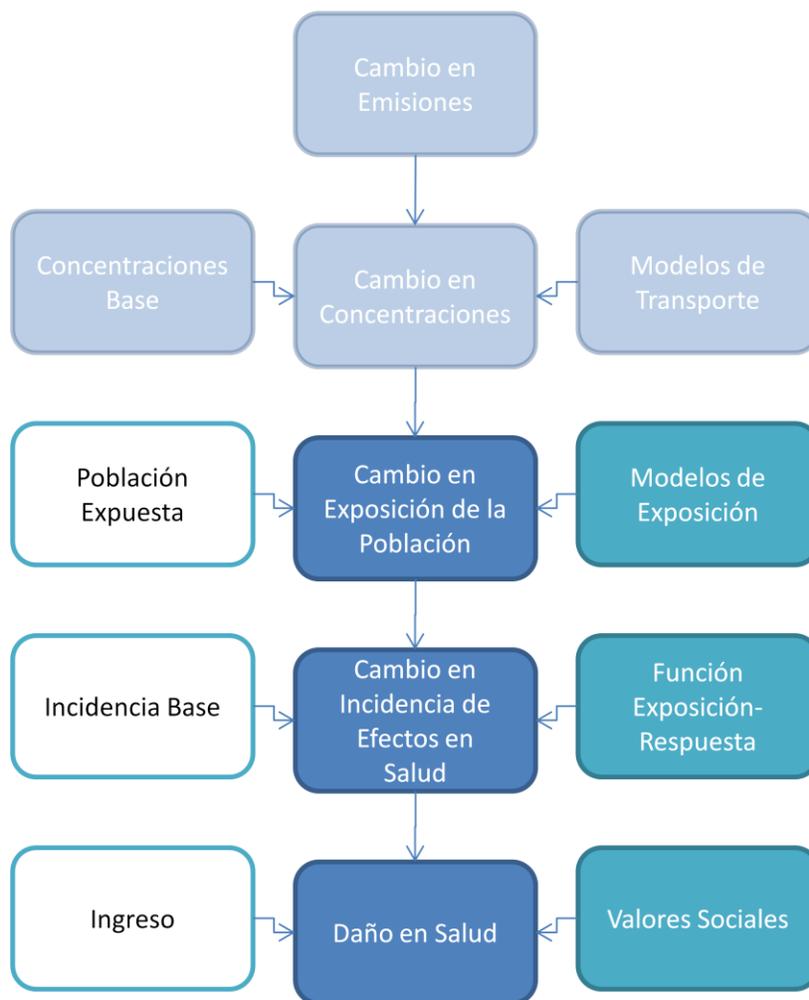
---

<sup>1</sup> Morbilidad: Proporción de personas que enferman en un lugar, durante un período de tiempo determinado, en relación con la población total de ese lugar.

<sup>2</sup> Mortalidad: Número proporcional de defunciones en población o tiempo determinados.

Ambos, son medidos con estadígrafos homónimos. Los cuales deben ser estudiados a la hora de cuantificar el impacto de un problema de contaminación.

**Figura 4-14 Esquema del método de la función de daño**



Fuente: Elaboración propia en base a (DICTUC 2011)

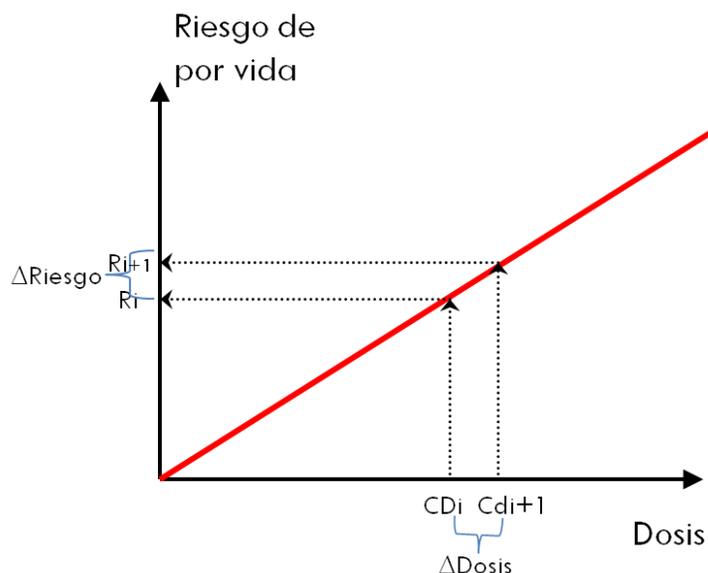
El método de la función de daño comprende una secuencia de modelos interrelacionados (o datos de monitoreo) en evaluaciones sitio específicas. En primer lugar, se dispone de un modelo que estima los cambios en emisiones producto de la actividad de un sujeto regulado. En segundo lugar, se establece un modelo que estima el cambio en concentraciones ambientales para cada componente (Aire, agua, suelo, biota, etc.), lo que resulta en los cambios en emisiones. En tercer lugar y, dependiendo de la caracterización de la población expuesta (demografía) y el uso de modelos de exposición (caracterizan la exposición y la dosis ingerida para cada vía), se determina el cambio en la exposición. En cuarto lugar, se vinculan los cambios en la exposición con los cambios en la incidencia de efectos nocivos sobre la salud de la población. Finalmente, de manera opcional, se puede valorizar el cambio en la incidencia de los efectos usando valores sociales.

#### 4.4.2.1 Caracterización del Riesgo

A la hora de determinar el riesgo asociado a la exposición a un contaminante, la aproximación cambia según la naturaleza de éste. Esto se debe a que ciertas sustancias, en ciertos niveles, no generan ningún efecto adverso a la salud humana (incluso pueden ser beneficiosos o necesarios) y, sólo a partir de cierto umbral empiezan a generar efectos adversos, esto ocurre para muchas sustancias no-cancerígenas. Por otro lado, hay sustancias para las cuales no existe un umbral y cualquier cantidad aumenta la probabilidad de ocurrencia del efecto adverso. Por ejemplo, el riesgo de cáncer se trata de esta manera, así como también el incremento en la mortalidad o morbilidad por enfermedades cardiopulmonares. Estos ejemplos puntuales de identificación de riesgo no tienen un umbral de concentración inofensivo.

El riesgo cancerígeno (o de manera más general, sin umbral) se aborda desde una perspectiva de riesgo incremental ( $\Delta$  riesgo), donde se determina el aumento en la probabilidad de ocurrencia de este tipo de efectos (cáncer) en la población expuesta, producto de una elevación en el nivel de contaminación. Para este tipo de contaminantes no existe una dosis libre de riesgo (por eso se dice que no hay umbral), por ello cualquier incremento en la dosis conlleva un aumento directo en el riesgo de por vida, como se aprecia en la **Figura 4-15**. Es por esto que se haría necesario definir un riesgo incremental aceptable, pero esta es una decisión de carácter social y político principalmente.

**Figura 4-15 Riesgo Incremental en Cancerígenos**

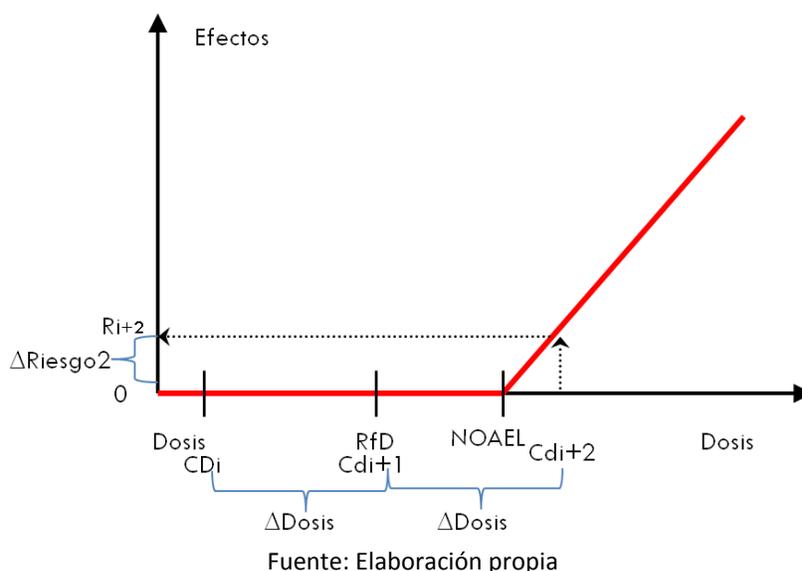


Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para el riesgo no-cancerígeno (o con umbral), el enfoque cambia radicalmente, ya que la toxicología, por medio de experimentación define una dosis libre

de cualquier tipo de efectos adversos, NOAEL (acrónimo en inglés de *Non Observed Adverse Effects Level*). En base a este nivel se establece una dosis de referencia precautoria, RfD (acrónimo en inglés de *Reference Dose*), asumiendo que podrían existir efectos no determinados a dosis menores. La **Figura 4-16** muestra que a diferencia de los cancerígenos, para los contaminantes sin umbral, el riesgo incremental depende de la situación base ( $CD_i$  o  $CD_{i+1}$ ) de la población afectada. Por ello, dos incrementos equivalentes en la dosis pueden implicar que el aumento en el riesgo (o efecto) para uno sea nulo, y para otro exista un alza en el riesgo (o efecto). De esta manera, para estos contaminantes la superación de la RfD implica un incremento inaceptable (incluso si a nivel técnico, podría no existir ningún efecto). En efecto, este tipo de contaminantes, son vigilados de cerca por la autoridad sanitaria en Chile, quien establece las RfD en base a la experiencia internacional.

**Figura 4-16 Riesgo Incremental en no-Cancerígenos**

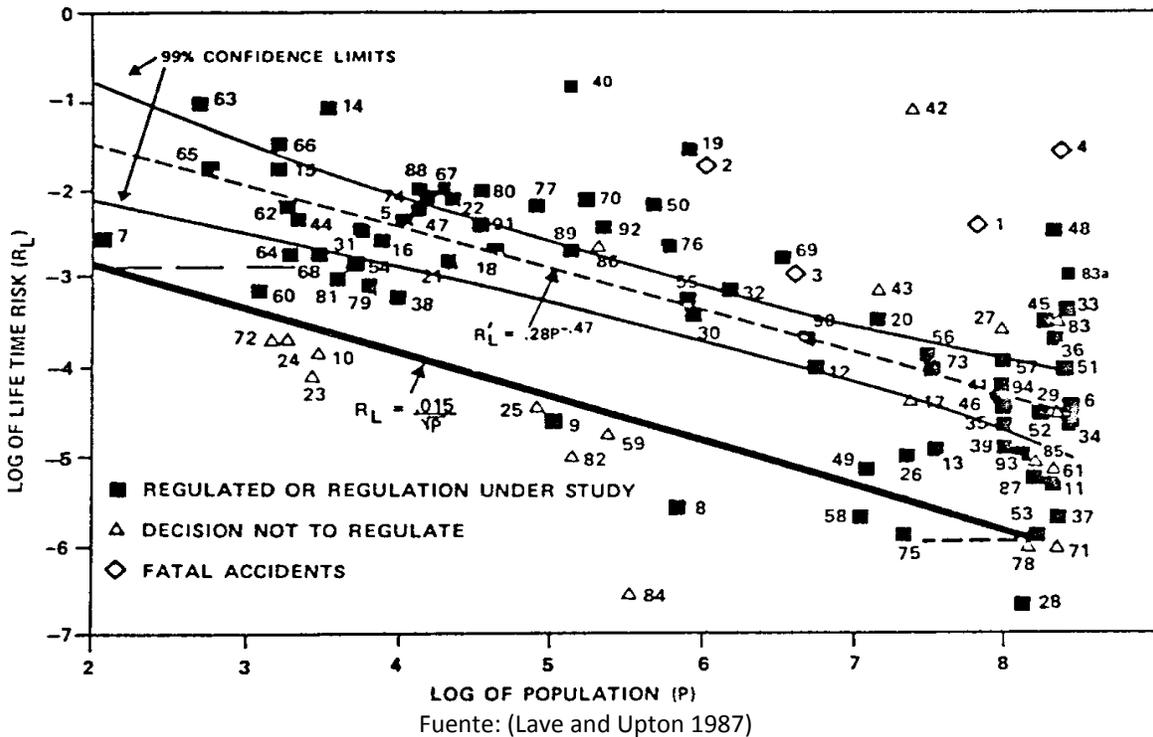


#### 4.4.3 Aceptabilidad del riesgo a la salud humana

La discusión sobre la aceptabilidad del riesgo a la salud humana es un asunto delicado desde el punto de vista político. Esto se debe a que no es socialmente aceptado explicitar un nivel de riesgo tolerable. Si bien, para los contaminantes no-cancerígenos (o sin umbral) se podría definir un nivel sin riesgo, lamentablemente esto no ocurre para el resto de los contaminantes (Especialmente cancerígenos, MP, etc.). En efecto, desde un punto de vista técnico nunca existe un riesgo a la salud nulo, sólo se puede buscar minimizarlo. Pero no es posible determinar desde un punto de vista técnico cuanto riesgo es aceptable, sino que esta es una decisión social que se hace día a día, ya sea de manera explícita, como de manera implícita.

En Chile no existe un riesgo a la salud humana explícitamente aceptado. Pero de manera implícita, este riesgo ha sido revelado en distintas resoluciones sanitarias y ambientales, donde se ha definido un nivel de contaminación aceptable, por ejemplo. En los 80's este hecho fue representado por investigadores americanos en la **Figura 4-17**.

**Figura 4-17 Nivel de Riesgo a la salud aceptable para USA en los 80's**



Es importante reconocer que el riesgo incremental aceptable es un asunto complejo, dado que no es estático ni objetivo. El nivel de riesgo aceptable, tiende a disminuir en la medida que un país alcanza un nivel mayor de desarrollo. Por otro lado, el regulador puede aceptar riesgos altos para ciertos casos e imponer normativas muy exigentes en otros ámbitos (como se puede apreciar en la **Figura 4-17**).

Es por esto que no se puede determinar un riesgo aceptable desde una perspectiva técnica, dado que la aceptabilidad es un juicio. Si bien muchas agencias regulatorias (Health Canada, U.S. EPA, U.S. FDA, etc.) concuerdan que niveles de riesgo a la salud incrementales por debajo de  $10^{-7}$  (una muerte en 10 millones), no es posible traer estos valores a Chile y sólo nos pueden indicar una referencia. Afortunadamente, la legislación ambiental chilena nos indica cómo abordar la temática del riesgo a la salud, esto se ahonda en la **sección 4.4.4**.

#### 4.4.4 Aplicabilidad del riesgo a la salud humana como daño ambiental

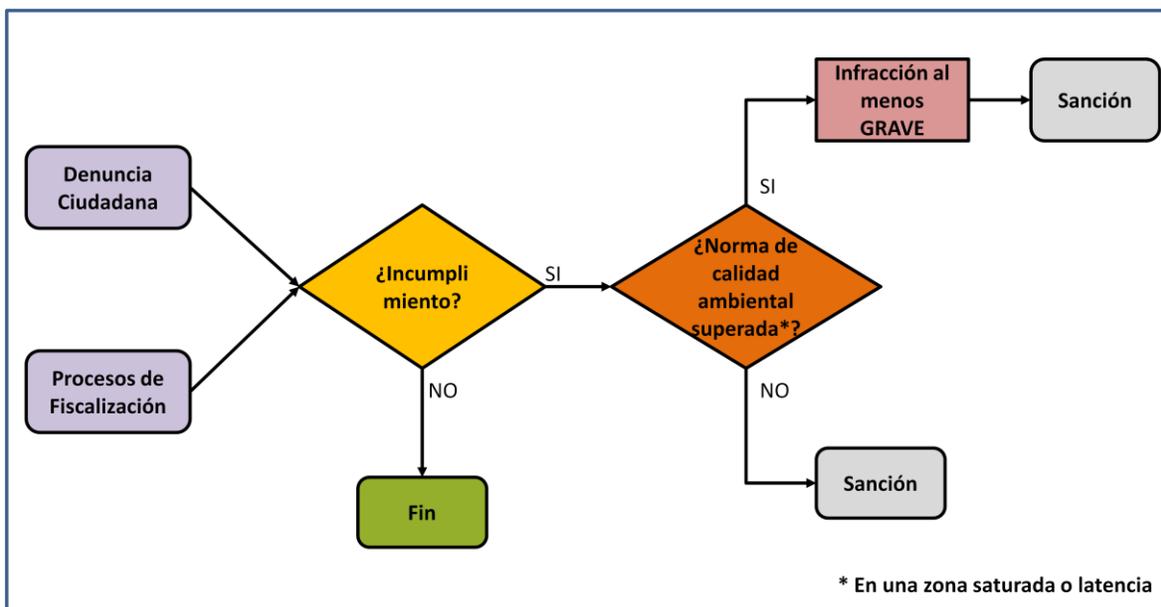
Como se desprende de las secciones anteriores, a nivel técnico resulta sumamente complejo determinar un nivel de riesgo a la salud aceptable. Es por esto, que acudimos a la Ley para estudiar el concepto de riesgo a la salud de las personas.

La legislación chilena, letra a) del Artículo 11 de la Ley N°19.300, entiende como riesgo a la salud humana: *“Aquel riesgo asociado a la exposición a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos”*. Es decir, el riesgo se produce producto de la exposición a contaminantes. En términos generales, una sustancia tóxica o una mezcla de agentes tóxicos pueden representar un peligro y generar un riesgo a la salud si existe ruta de exposición. Por tanto, la sola presencia de contaminantes en el ambiente, no constituye necesariamente un riesgo para la salud de las personas. Esto, porque para poder establecer la existencia de riesgo a la salud de la población, deben existir cada uno de los siguientes elementos:

- Una fuente contaminante
- Un receptor (población humana)
- La posibilidad de migración del contaminante hasta un punto de contacto con el receptor, es decir una ruta de exposición

Además, el Artículo 11 de la ley 19.300 establece que para evaluar la existencia de riesgo a la salud de la población, se considerará lo establecido en las normas primarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. Por otro lado, la letra b) del inciso 2 del Artículo 36 de la Ley 20.417 establece que se considerará una infracción grave, cuando exista un riesgo significativo a la población. A partir de estos elementos podemos determinar que existirá una infracción grave de daño ambiental, por riesgo a la salud de la población, cuando un sujeto regulado viole una norma de emisión de un contaminante; no cumpla con la RCA; con un Plan de Descontaminación (o Prevención) o existan efectos no previstos que afecten una norma de calidad y que se encuentre en estado de saturación o latencia en la zona de influencia de esta emisión. La **Figura 4-18** resume el análisis secuencial que se debe realizar para la determinación del daño ambiental, producto de riesgo a la salud.

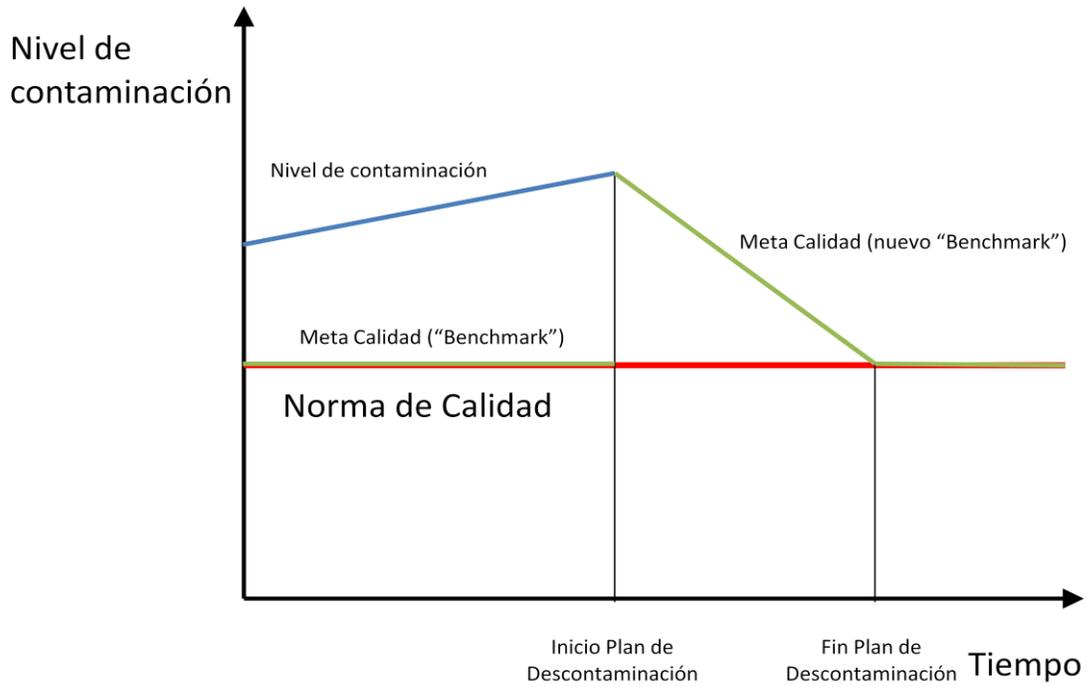
Figura 4-18 Análisis secuencial para la determinación de Daño Ambiental por riesgo a la salud



Fuente: Elaboración propia

Es importante, además, reconocer la existencia de los planes de descontaminación cuando se supera una norma de calidad primaria. Aquí, la autoridad puede establecer Planes de Descontaminación, los que tiene por objetivo alcanzar en un plazo definido el nivel de calidad establecido por la norma. No obstante, lo que ocurre cuando se implementan estos planes, es que también se acepta provisionalmente un nuevo nivel de calidad ambiental aceptable. Lo que en definitiva, genera un cambio en el *Benchmark* de referencia, cambio que se puede observar en la **Figura 4-19**.

**Figura 4-19 Evolución de la meta de calidad Producto de un Plan de Descontaminación**



Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Daño Ambiental en el contexto del Patrimonio Sociocultural

El medio ambiente es un sistema global que puede ser dañado en sus múltiples dimensiones, incluso en su dimensión sociocultural. De acuerdo al Artículo 11 de la Ley N°19.300 (2004), *Sobre Bases generales del Medio Ambiente*, el componente sociocultural del medio ambiente puede verse afectado desde el Patrimonio Cultural Material (en adelante PCM) y también, los modos y los sistemas de vida, que pueden entenderse como Patrimonio Cultural Inmaterial (PCIM). Esta amplitud conceptual que reúne los aspectos tangibles e intangibles del Patrimonio es tan vasta como el concepto de Cultura.

Respecto al Patrimonio Cultural Material, el literal f. del Artículo 11 de la Ley N°19.300 especifica que: *“Los proyectos o actividades... requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), si generan o presentan... alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural”*. De acuerdo con la prescripción de este artículo, es necesario revisar qué prescribe la Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales respecto el Patrimonio Cultural y qué reglamenta en caso de daños.

Por otro lado, el literal c. del Artículo 11 de la Ley N°19.300 afirma que: *“Los proyectos o actividades... requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan... reasentamientos de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos”*. De esta manera, el presente artículo de la Ley N°19.300 genera la necesidad de revisar la Ley indígena, tal como ya lo ha realizado el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), acerca de la evaluación de la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

A continuación revisaremos las especificaciones legislativas, teóricas y metodologías de estos dos aspectos del componente sociocultural del medio ambiente y, los riesgos y daños que los acompañan.

### 4.5.1 Daño Ambiental en el contexto del Patrimonio Cultural Material

Un primer antecedente sobre el significado del Patrimonio Cultural, fue establecido por la UNESCO en la *Convención sobre la protección del Patrimonio Mundial (1972)*. En dicho documento, se establecen varios elementos sobre el Patrimonio Cultural, entre los cuales nos encontramos con la definición de Patrimonio Cultural y el valor universal que sus elementos representan. La definición de Patrimonio Cultural que la UNESCO estableció en la convención, agrupó tres tipos de elementos: los monumentos, los conjuntos de construcciones y los lugares producidos por obra del hombre.

Tabla 4-4 Definición del Patrimonio Cultural

<p><b>Monumentos:</b> obras arquitectónicas, de escultura o de pinturas monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.</p>	<p><b>Conjuntos:</b> grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.</p>	<p><b>Lugares:</b> obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.</p>
--	---	---

Fuente: "Convención para la protección del patrimonio mundial cultural y natural" (1972)

De esta manera, la definición de la UNESCO hace referencia explícita a la producción material de la cultura humana, la cual posee un valor excepcional para la humanidad y las disciplinas que estudia dicha producción. Esta relevancia, dada por la Convención, tiene su justificación en que el Patrimonio Cultural está: *"Cada vez más amenazado de destrucción, no sólo por las causas tradicionales del deterioro sino también por la evolución de la vida social y económica que las agrava con fenómenos de alteraciones o de destrucción aún más terribles"* (UNESCO 1972). En este sentido, la UNESCO asevera que el patrimonio es susceptible de ser dañado por causa antrópica y, que por tanto, puede constituir un *"empobrecimiento nefasto del patrimonio de todos los pueblos de mundo"* (UNESCO 1972). En resumen, la valoración del Patrimonio Cultural Material hace referencia al legado histórico-cultural de los pueblos de la humanidad.

A nivel nacional, el Patrimonio Cultural, según la definición entregada por la UNESCO es protegido principalmente por la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales. Según la definición de esta ley, el Patrimonio Cultural es definido como Monumento en el Artículo1:

Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes, las piezas u objetos antro-po-arqueológicos, paleontológicos o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la historia, al arte o a la ciencia; los santuarios de la naturaleza; los monumentos, estatuas, columnas, pirámides, fuentes, placas, coronas, inscripciones y, en general, los objetos que estén destinados a permanecer en un sitio público, con carácter conmemorativo.

A partir de la definición establecida en la ley anteriormente mencionada, el Patrimonio Cultural puede clasificarse en **Monumentos Históricos** (artículo 9), en **Monumentos Públicos** (artículo 17) y en **Monumentos Arqueológicos** (artículo 21). Según la Ley N°17.288, los Monumentos Históricos son: *“Los lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, sean declarados tales por decreto supremo...”*.

Por otro lado, los Monumentos Públicos son: *“Las estatuas, columnas, fuentes, pirámides, placas, coronas, inscripciones y, en general, todos los objetos que estuvieren colocados o se colocaren para perpetuar la memoria en campos, calles, plazas y paseos o lugares públicos”*. (Artículo 1 de la Ley de Monumentos Nacionales)

Por último, según la Ley N°17.288 (art. 21) los Monumentos Arqueológicos son: *“Los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antro-po-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional. Para los efectos de la presente ley quedan comprometidas también las piezas paleontológicas y los lugares donde se hallaren”*.

A partir de esta clasificación, es posible obtener los primeros sub-componentes del Patrimonio Cultural y las líneas generales que permiten determinar los bienes de protección constitutivos del Patrimonio Cultural. Sin embargo, en la página del Consejo de Monumentos Nacionales existe un criterio mucho más útil, pues permite clasificar los distintos elementos del Patrimonio en tres áreas: Patrimonio Arqueológico, Patrimonio Arquitectónico y Urbano y, Patrimonio Histórico. A continuación revisaremos cada una de estas categorías, determinando los bienes de protección que las constituyen y la manera cómo se pueden ver afectadas por causas u omisiones antrópicas.

#### **a. Patrimonio Arqueológico**

De acuerdo a la definición que entrega el Consejo de Monumentos Nacionales, un monumento arqueológico es: *“Un lugar en el que se encuentra evidencia de ocupación o actividad humana de un período pasado y que actualmente no tiene valor de uso”*. Un aspecto interesante es que los sitios arqueológicos: *“Entregan información sobre el pasado... que no es posible obtener de otra forma”*. De esta manera, cada sitio arqueológico es único, porque la información que puede entregar puede contener: *“Evidencias arqueológicas de la más alta relevancia, y que son por definición irreparables”* (González Carvajal 2004) para la ciencia arqueológica y la re-construcción del pasado. De acuerdo a la ley, todos los bienes arqueológicos son propiedad del Estado y, por sólo ministerio de la ley son declarados Monumentos. Además, el Consejo de Monumentos Nacionales hace referencia a los Monumentos Paleontológicos, estos pueden definirse como: *“Los vestigios de seres que se encuentran en estado fósil, es decir, petrificados, lo cual incluyen las huellas petrificadas dejadas por esos seres vivos. Su propiedad corresponde también al Estado”* (Barraza 2003).

De acuerdo al trabajo del arqueólogo Álvaro Romero Guevara, es posible distinguir dos tipos de sitios arqueológicos. Primero, yacimientos de Baja Densidad que corresponden a: “Conjunto de sitios tales como paskanas o refugios, campos agrícolas, caminos, talleres, estancias, etc. Yacimientos ocupados por un corto tiempo, con escasas evidencias, de baja visibilidad”. Segundo, yacimientos de alta densidad que corresponde al: “Grupo donde encontramos a los conocidos Pukarás o poblados, conchales, aleros y campamentos abiertos, etc. Se trata de yacimientos de ocupación relativamente prolongada, con alta densidad de materiales arqueológicos” (Romero 2003) . El argumento de Romero es que ambos sitios son importantes para entender sin sesgos las formas de vida del pasado, ya que equivaldría a estudiar los procesos micro y macro sociales de períodos antiguos.

### **Bienes de Protección en Arqueología y su alteración:**

De acuerdo al catastro realizado por Monumentos Nacionales y por la documentación arqueológica, en Chile existen diversos tipos de sitios arqueológicos, los cuales pueden ser identificables a partir de los criterios mencionados más arriba por el trabajo de Romero. Sin embargo, también podemos clasificarlos siguiendo el modo de la ficha *Estándares de Registros de Patrimonio Arqueológico para el sistema nacional de coordinación de información territorial* (SNIT 2010). A continuación se listará los tipos de bienes arqueológicos que podemos encontrar en el territorio nacional.

- a. **Sitios arqueológicos (Evidencia inmueble):** según esta ficha, los sitios arqueológicos corresponden a una evidencia cultural que cuenta con más de 5 elementos en un diámetro aproximado de 20 metros. Una particularidad de los sitios arqueológicos es que al ser removidas o reposicionadas pierden las características que las definen. Dentro de esta categoría podemos encontrar:
  - i. **arte rupestre:** son expresiones gráficas sobre un soporte rocoso o directamente sobre la tierra, tales como los petroglifos o los geoglifos.
  - ii. **conchales:** depósito compuesto por material conquiológico.
  - iii. **estructuras:** Corresponde a estructuras administrativas, estructuras defensivas, demarcatorias, funerarias, habitacionales, productivas, rituales, vial o transporte.
  - iv. **piedra tácita:** corresponde a bloques rocosos con horadaciones sin salida.
  - v. **rasgos discretos:** corresponde a otras evidencias, tales como: fogones, basurales, pisos ocupacionales, etc.
  
- b. **Hallazgos aislados (Evidencia mueble):** según esta ficha, los hallazgos aislados corresponden a una evidencia cultural mínima (1 a 5 elementos) en un diámetro aproximado de 20 metros sin asociación con otros materiales. En términos

concretos, este tipo de evidencia corresponde a objetos discretos y portátiles hechos por el hombre. Dentro de esta categoría podemos encontrar:

- i. **Artefactos elaborados en material orgánico:** tales como; cucharas de madera, tubos insuflatorios en hueso o madera, anzuelos de concha, etc.
- ii. **Cerámica:** corresponde a artefactos elaborados en base a arcilla cocida.
- iii. **Lítico:** Corresponde a artefactos elaboradas con piedra.
- iv. **Materialidad histórica/subactual:** incluye todos aquellos materiales registrados en contextos históricos, tales como vidrio, papel, loza, etc.
- v. **Metal:** artefactos o partes de artefactos de cualquier metal realizado con tecnologías prehispánicas o posthispánicas.
- vi. **Restos de animales vertebrados:** incluye ecofactos de origen animal. Se consideran en este ítem, tanto los restos óseos como restos de fibras, pieles, plumas, etc.
- vii. **Restos de animales invertebrados:** incluye restos ecofactuales tanto de macroinvertebrados de aguas salinas, salobres y dulces, como también de macroinvertebrados terrestres.
- viii. **Restos bioantropológicos:** incluye restos esqueléticos y también con tejido blando de origen humano.
- ix. **Restos vegetales:** corresponde a restos ecofactuales de origen vegetal (semillas, restos de plantas, fragmentos de madera, etc.), incluyendo restos de carbón vegetal.
- x. **Tejido vegetal y/o animal:** considera todo tipo de indumentaria, ornamentos u otro tipo de artefactos elaborados con fibra textil de origen animal o vegetal, incluyendo piezas de cestería.

Estos tipos de bienes arqueológicos protegidos, suelen ser altamente vulnerables desde el punto de vista de las ciencias arqueológicas, ya que una pequeña alteración en un sitio puede desencadenar la pérdida de una gran cantidad de información arqueológica que es imposible obtener de otra manera. Los agentes que pueden alterar los bienes arqueológicos pueden ser de origen natural y de origen antrópico. Las causas naturales suelen ser el viento, el agua, eventos sísmicos, la temperatura, etc. Las causas antrópicas pueden ser de dos tipos: intencional e incidental. Por un lado, las causas incidentales se deben principalmente al uso del suelo para fines, tales como agricultura, construcción de carreteras, turismo, etc. Y por otro, las causas intencionales que se deben principalmente a hechos de vandalismo, suceso que afecta directamente al bien arqueológico protegido. Las maneras de llevar a cabo este vandalismo son múltiples, algunas de ellas son: excavaciones, extracción de material de las estructuras, incendio, grafitis, etc.

Según lo abordado y elaborado por la ficha *“Estándares de Registros de Patrimonio Arqueológico para el sistema nacional de coordinación de información territorial”*, podemos identificar en el punto 2.7.2 que las alteraciones pueden provenir de tres fuentes: 1. Antrópicas por saqueo, 2. Naturales, 3. Otras actividades antrópicas que afectan al suelo. Debido a la fragilidad de los bienes arqueológicos, siempre se toma un radio de amortiguación o buffer, en caso de que no sea posible estimar los límites perimetrales del bien con certeza. Con esto, se puede asegurar el resguardo de depósitos y material no visible. Según esta ficha, sólo se puede establecer como radio un campo numérico de hasta tres dígitos (999 metros). Ahora bien, los criterios para determinar dicho espacio corresponden a la distribución, la forma, la dimensión, las dificultades y facilidades para establecer un límite perimetral. Además, se puede estimar también en base a los tamaños máximos de sitios tipológicamente similares en una región determinada.

Por último, es importante destacar que el monumento arqueológico no es posible de restaurar, sino que sólo se puede conservar y monitorear. Un sitio arqueológico es importante en su completitud y la imposibilidad de restaurar los objetos dañados, por lo que las alteraciones provocadas por acciones antrópicas podrían considerarse altamente significativas e irreparables. Sin embargo, una vez que sucede la irreparabilidad del sitio, se realiza un rescate para salvaguardar el patrimonio, y se restauran los objetos de manera aislada para llevarlos a Museos.

### **b. Patrimonio Arquitectónico y Público**

Dentro de esta categoría se contemplan todo el Patrimonio que corresponde a construcciones arquitectónicas declaradas como patrimonio histórico, monumentos públicos y zonas típicas. Están bajo la tuición del Consejo de Monumentos Nacionales, las estatuas, columnas, fuentes, pirámides, placas, coronas, inscripciones y, en general, todos los objetos que estuvieren colocados o se colocaren para perpetuar memoria en campos, calles, plazas y paseos o lugares públicos. Por otro lado, las Zonas Típicas o Pintorescas son, conjuntos inmuebles urbanos o rurales, de valor urbanístico, paisajístico y ambiental. Muchas corresponden al entorno de un Monumento Histórico. Pueden ser grupos de construcciones, parques, lugares agrestes, etc. (UNESCO 2003).

Asimismo, existen otras dos categorías a considerar en la definición de Patrimonio Arquitectónico y Público: Inmuebles de conservación histórica y Zonas de conservación histórica.

Por un lado, los Inmuebles de conservación histórica son aquellas edificaciones con valoración simbólica para la localidad donde se encuentra edificada. Se contempla la construcción misma, su historia y su memoria colectiva, aspectos dotados de contenido y simbolismo para la comunidad que merecen ser conservadas, producto de ciertas particularidades relevantes en su expresión formal exterior. Asimismo, se considera que el

bien inmueble debe ser un hito urbano que contribuye a crear una relación armónica con el resto de la comunidad y que contempla los aspectos estético-arquitectónicos. Por último, caben dentro de esta categoría, las edificaciones que representan un valor patrimonial económico para la comuna.

Por otro lado, las Zonas de conservación histórica consideran zonas consolidadas centrales, tales como poblaciones tradicionales, barrios antiguos con características morfológicas especiales, donde se ha mantenido su traza urbana en correspondencia con la original (damero), o donde la forma de agrupación de los inmuebles representa un ejemplo de un importante momento del desarrollo de la comuna, o corriente urbanística. Asimismo, se consideran las zonas que contienen espacios públicos de interés general, con características ambientales de buena calidad paisajística y armonía de sus espacios libres o soporte geográfico, lo que en conjunto con el patrimonio edificado determina un área de valor singular. Por último, se consideran las zonas que pueden contener insertas dentro de sus límites, a inmuebles declarados como Inmuebles de Conservación Histórica, atendidos sus atributos especiales que se distinguen dentro de la zona, como también a un Monumento Histórico, o conjuntos declarados como Zonas Típicas, lo que las refuerza en su significado de Patrimonio Cultural.

### *Bienes de Protección Arquitectónicos y Públicos*

El subcomponente de los bienes arquitectónicos y públicos, son un legado histórico que está conformado por dos aspectos (Bonilla and Teran 2004; Fernández García 2008):

*La materia física o sea el conjunto de materiales constructivos que lo constituyen y, el segundo, al espacio arquitectónico (con todos los valores que implican: el valor histórico, el estético su antigüedad o modernidad, su estilo, el simbólico, el valor que tiene para la comunidad en que está inmerso, el arquitectónico, etc.), mismo que está delimitado por dichos materiales constructivos, y teniendo en cuenta que la interrelación de dichos espacios es la que le dará el carácter o sentido a cada género arquitectónico*

En este subcomponente, cabe destacar que los bienes patrimoniales más usados por las personas son los más susceptibles de ser transformados e incluso dañados. La alteración de este subcomponente puede verse en sus aspectos estéticos (visual y conceptual), la degradación física o química, biológica y humana, generando una pérdida de la propiedad útil. Las causas de alteración a este subcomponente del patrimonio cultural se pueden clasificar en intrínsecas y extrínsecas. Las causas intrínsecas, corresponden a la posición del inmueble, inherentes a su estructura y fábrica. Por otro lado, las causas extrínsecas corresponden a las acciones prolongadas sobre el inmueble (acción eólica, lumínica, climatológica, hídricas, contaminantes atmosféricos, asentamientos del edificio, entre otros) y las acciones ocasionales (presencias de sales, sismos, inundaciones, incendios, etc.).

Respecto de la reparabilidad es importante identificar la causa de alteración, evaluar si ésta se encuentra activa (continua o eventual) o ha desaparecido. Según Terán: *“El conocimiento de la fuente de deterioro permitirá saber si ésta se puede eliminar o únicamente se puede controlar”*. Además, recomiendan averiguar el tipo de daños sufridos en el monumento, reconociendo si existe una alteración física o química en la materia del inmueble, así como el grado de deterioro y su gravedad. Por último, este autor recomienda cuantificar el área afectada del bien de protección, el elemento constructivo y los tipos de materiales dañados.

Finalmente, en lo que respecta a la reparabilidad es importante considerar la información sobre las alteraciones, el conocimiento integral de los materiales y sistemas constructivos históricos que conforman el monumento a intervenir. Además, se debe considerar la discusión de si es posible restaurar mediante técnicas y materiales tradicionales, es decir, las que corresponden a las propiedades del mismo edificio, o usar materiales y técnicas contemporáneas, que ha sido una tendencia que se ha dado en los últimos años.

### **c. Patrimonio Cultural Material Indígena**

Otra ley que incide en el Patrimonio Cultural Material es la Ley Indígena (Ley Nº 19.253 1998). Específicamente, en esta Ley se contemplan los bienes culturales de naturaleza arqueológica, histórica y etnográfica. Dentro de los aspectos que se considerarán en este sub-componente se encuentran los cementerios indígenas, rewes, artesanías y la cultura material en general de los pueblos indígenas.

## **4.5.2 Daño ambiental en el contexto del Patrimonio Cultural Inmaterial**

El Patrimonio Cultural Inmaterial es entendido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO 2003) como Patrimonio Viviente que se caracteriza por:

*Las prácticas, representaciones, expresiones, conocimientos y habilidades - así como los instrumentos, los objetos y artefactos, los espacios culturales asociados con los mismos que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconocen como parte de su legado cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, transmitido de generación a generación, es constantemente recreado por comunidades y grupos en respuesta a su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, y les proporciona un sentido de identidad y continuidad, promoviendo de este modo el respeto por la diversidad cultural y la creatividad humana. Para los fines de esta Convención, la consideración se concederá únicamente al patrimonio cultural inmaterial en tanto sea compatible con los vigentes instrumentos humanos de derecho, así como con los requerimientos de mutuo respeto entre comunidades, grupos e individuos, y a un desarrollo sostenible.*

Una primera aproximación en el contexto nacional, fue llevada a cabo por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) a través de un documento que lleva por nombre, *Guía de Criterios para Evaluar la Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos en Proyectos o Actividades que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental* (2006). Esta guía es una primera aproximación para la identificación de daño en el caso de Patrimonio Cultural Inmaterial.

De acuerdo al marco conceptual presentado por el SEIA, es posible comprender el fundamento del Patrimonio Cultural Inmaterial a partir de las relaciones aglutinadas en la definición de grupo humano, que es: *“Todo conjunto de personas que comparten un territorio en el que interactúan permanentemente, dando origen a un sistema de vida formado por relaciones sociales, económicas y culturales, que eventualmente tienden a generar tradiciones, intereses comunitarios y sentimientos de arraigo”*. Esta definición nos muestra como una agrupación humana es un sistema vivo de múltiples y complejas relaciones. Es posible rescatar algunos de esos elementos. Un primer aspecto a destacar es que las agrupaciones humanas se encuentran insertas en un espacio territorial común de relaciones sociales, económicas y culturales. Esta relación compleja genera tradiciones, intereses comunitarios y sentimientos de arraigo a un territorio específico.

Por otro lado, los grupos humanos poseen características constitutivas tan amplias que van más allá del patrimonio cultural en general. Dentro de ellos, nos encontramos la dimensión geográfica, demográfica, antropológica, socioeconómica y bienestar social básico. En este sentido, sólo se consideró los aspectos relativos a la dimensión antropológica, que corresponde a las:

*Expresiones culturales y costumbres en las cuales participan los grupos humanos en el área de influencia del proyecto o en sitios de interés local, así como creencias, valores y actitudes predominantes con los que un grupo humano se conecta y promueve. Considera la caracterización de dichos grupos a partir de rasgos culturales, historia, intereses o aspectos específicos que podrían verse afectados (por ejemplo, grupos en extrema pobreza, en ascenso social, adultos mayores, formales, informales, en riesgo, entre otros) (SEIA 2006).*

Ahora bien, dentro de la dimensión cultural es conveniente usar para esta metodología las expresiones culturales y las costumbres que se dan en un espacio delimitado, ya que otros aspectos del Patrimonio Inmaterial son más difíciles de considerar (p.e. el lenguaje y los símbolos).

### *Alteraciones en grupos humanos*

Según el documento elaborado por SEIA, los proyectos o las actividades pueden generar perturbaciones en el sistema de vida y sus costumbres, a raíz de alteraciones sobre los recursos naturales y en una de las dimensiones que caracterizan al grupo humano. En este sentido, será de interés patrimonial si un proyecto genera dificultades o impide el

desarrollo de las tradiciones de una comunidad, sus intereses comunitarios y/o los sentimientos de arraigo.

### *Reparación en grupos humanos*

En caso de que exista una alteración significativa en el sistema de vida de los grupos humanos, se deben tomar las medidas para eliminar o minimizar los efectos ambientales causados por las actividades y proyectos, así como también la reparación y/o compensación.

## 4.6 Otros componentes del Daño Ambiental

A continuación se plantea una pequeña descripción de otros componentes de daño ambiental: Bienestar Humano, efectos sobre el medio ambiente que han sido valorizados en la Región Metropolitana, como efectos en la Visibilidad (disminución de la visibilidad) y sobre los Materiales (daño a los materiales); y finalmente cualquier otro componente que tenga una valoración social lo suficientemente alta como para querer ser protegido.

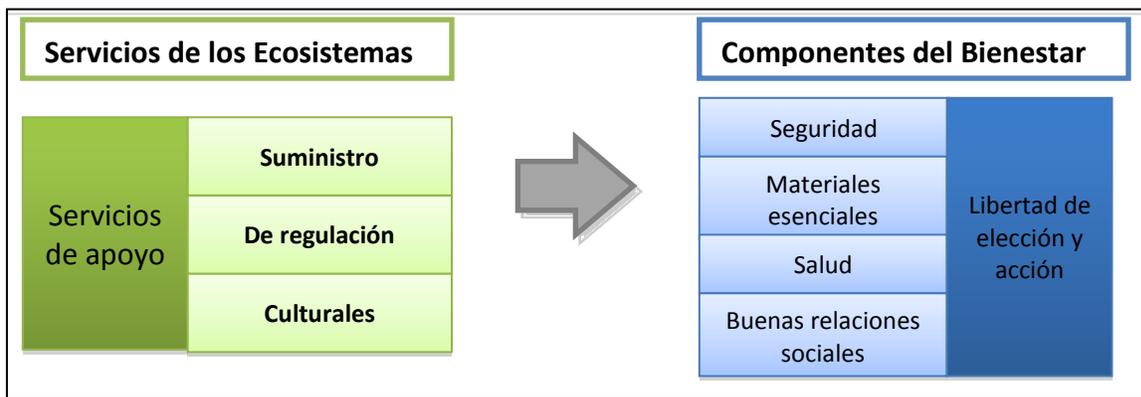
### 4.6.1 Bienestar humano

La relación, entre los servicios de los ecosistemas – definidos como: “Los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas” (EEM 2003)– y el bienestar humano, ha sido descrito en diversos estudios (Boyd and Banzhaf 2007; Fisher, Turner et al. 2009) e iniciativas a nivel internacional (EEM 2003; IPBES 2011). Si bien, no hay una definición consensuada de bienestar humano, sí hay acuerdo de que existen distintos componentes del mismo (Alkire 2002), que se relacionan de manera general con la calidad de vida de las personas (Sarvimaki 2006). Se puede establecer que al producirse daño ambiental, se está también afectando de manera negativa los beneficios que el ser humano obtiene del medio ambiente. Por lo mismo, el bienestar humano debiera analizarse como uno de los factores a considerar en la determinación y caracterización del daño ambiental.

Es importante recalcar que la Ley 19300 no sólo explicita la condición del impacto ambiental sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales no renovables, sino también sobre el reasentamiento de comunidades, alteración significativa de sistemas de vida y costumbres, y valor paisajístico o turístico. Todos estos elementos que se relacionan directamente con el concepto de bienestar humano.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM), desarrolla un marco conceptual que vincula los distintos tipos de servicios de los ecosistemas, con cuatro componentes del bienestar humano: Seguridad, Materiales esenciales para una vida decente, Salud, Buenas relaciones sociales que se traducen en la Libertad de elección y acción (ver **Figura 4-20**).

**Figura 4-20 Servicios de los ecosistemas y bienestar humano**



Fuente: Adaptado de (EEM 2003)

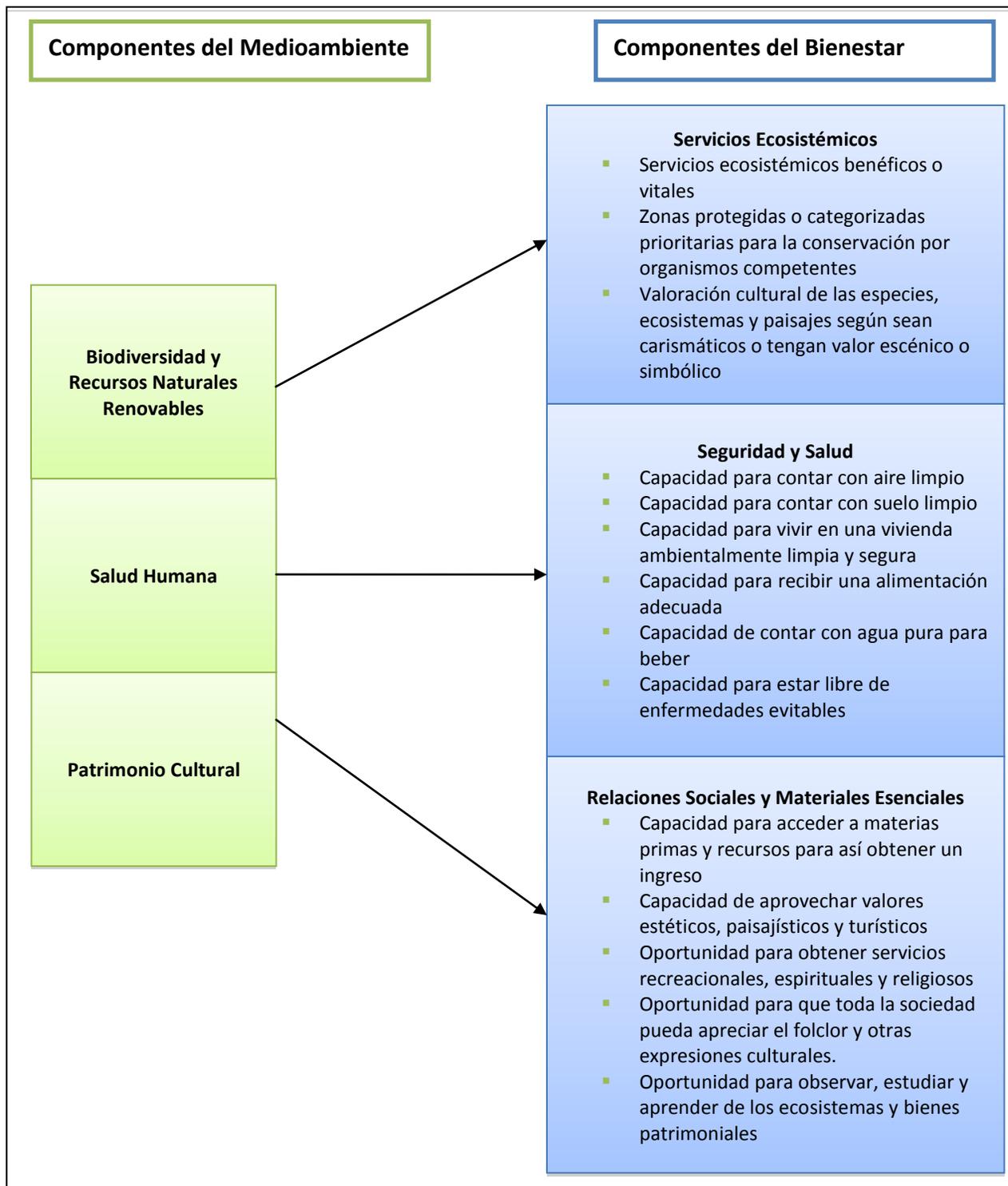
La EEM menciona que los servicios que prestan los ecosistemas, son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, éstos incluyen productos tales como:

- servicios de suministro (alimentos, combustibles, fibras);
- servicios de regulación (climática, de agua, de enfermedades);
- beneficios intangibles (carácter espiritual, recreacional, estético, cultural)

A través de la obtención de estos productos es que se constituyen los sistemas de vida y costumbres de los seres humanos. Por lo tanto, al verse afectada la disponibilidad y acceso a ellos debido a daño ambiental, se podría estar afectando también las actividades productivas, la recreación y el turismo, así como los sistemas de vida y costumbres (Ver **Figura 4-12** de la **sección 4.3.4**). Por ejemplo, un derrame de petróleo en la costa, además de afectar la biodiversidad presente, puede afectar las fuentes de ingreso, los sistemas de vida y costumbres de una comunidad de pescadores locales.

Para efectos de la metodología a desarrollar, y dado que por las características de nuestra legislación, la salud humana y el patrimonio cultural se consideran receptores de daño ambiental, consideraremos los siguientes componentes y subcomponentes del bienestar humano en relación a los distintos componentes del medioambiente (**Figura 4-21**).

**Figura 4-21 Componentes del Medioambiente y Bienestar humano**



Fuente: Elaboración propia a partir de (EEM 2003)

El componente de seguridad se relaciona principalmente a la reducción de vulnerabilidad frente a shock y estrés ecológico. Un ejemplo de ello es la deforestación, que además del efecto negativo en la biodiversidad, podría generar otro tipo de consecuencias, tales como el aumento de la vulnerabilidad a inundaciones de una comunidad en particular.

El daño ambiental y la calidad de vida se relacionan por las restricciones en el acceso a recursos que se podrían generar, y por lo tanto, las alteraciones en la generación de ingresos y en las estrategias de vida de los afectados.

Tal como se presenta en la **Figura 4-12** de la **sección 4.3.4**, el bienestar humano también considera los sistemas de vida y las costumbres. Las restricciones en el acceso y uso de los recursos naturales renovables y no renovables debido a daño ambiental, afectarán éstos elementos, por lo tanto su calidad de vida.

Mención aparte merece el valor turístico y paisajístico, que se puede relacionar a los beneficios intangibles obtenidos de los servicios de buenas relaciones sociales. Adicionalmente, el detrimento en el valor turístico y paisajístico de un área en particular, puede también afectar los sistemas de vida de una población determinada.

#### 4.6.2 Visibilidad

La visibilidad tiene que ver con la calidad del aire y con la percepción visual humana, su claridad puede tener un impacto importante en la calidad de vida de las personas. En general, se asocia visibilidad con la distancia a la que podemos distinguir un objeto, pero también está relacionada con la calidad de la luz y percepción de colores. De esta manera, en la medida que el aire es menos transparente a la luz visible producto de la contaminación, tendremos una menor visibilidad.

La contaminación aérea afecta la visibilidad, ya que las partículas extinguen la luz. En particular, varios estudios han encontrado una alta correlación entre la concentración de partículas finas y visibilidad en distintas ciudades, incluyendo Santiago (Trier, Cabrini et al. 1996). Dado que la capacidad de interferir con la transmisión de la luz depende del tamaño de las partículas y de la longitud de onda de la luz interferida, un buen indicador de cambio en visibilidad es la concentración de  $MP_{2,5}$ .

El efecto que produce en las personas una reducción en la visibilidad, puede estar dado tanto por razones estéticas, como por disminución o pérdida en vistas panorámicas, hasta consideraciones más prácticas de confort a la visión. En cualquier caso, si una buena visibilidad genera bienestar en las personas, es posible que éstas tengan una valoración económica positiva, y por lo tanto estén dispuestas a pagar por ella. Según el estudio realizado por (De La Maza, Rizzi et al. 2007) la disposición a pagar corresponde a 645 mil USD por  $\mu g/m^3$  de  $MP_{2,5}$ , reducido en la Región Metropolitana.

Como parte de la Metodología de Determinación y Caracterización del Daño, se evaluará la afectación a la visibilidad en función de un factor de valoración social del componente Patrimonio Cultural Inmaterial, en la medida que se vea afectada una actividad turística en torno a un bien de protección.

### 4.6.3 Materiales

La implementación de un plan de descontaminación, reduce los niveles de exposición de los materiales de construcción de la Región Metropolitana, frente a contaminantes atmosféricos que pueden alterar las propiedades físicas y/o químicas de los mismos. Este efecto, redundaría en una menor periodicidad de lavado o recambio de materiales de construcción, que beneficia a la sociedad al incurrir en un menor costo de mantención de materiales. El valor utilizado por DICTUC S.A. (DICTUC 2008), corresponde a un beneficio marginal de 2.4 MUSD por  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  reducido de  $\text{MP}_{10}$  en la Región Metropolitana.

## 5. Contexto de desarrollo de la Metodología de Determinación y Caracterización de Daño y Peligro de daño Ambiental

Con la finalidad de determinar una multa justa al responsable de daño o riesgo ambiental, la Superintendencia de Medio Ambiente ha planteado una metodología de sanción que involucra el Beneficio Económico del sujeto regulado, la Caracterización del daño o peligro y los Ajustes.

El Beneficio Económico (BE) de costos retrasados, evitados o ingresos ilícitos, es lo mínimo que se debería cobrar de multa para dejar al infractor “indiferente” entre la alternativa de cumplir o no cumplir con las regulaciones. A este beneficio se le agrega el Componente Disuasivo (CD), que depende de la gravedad de la infracción y de los efectos del daño y, que tiene por objetivo hacer la multa proporcional al daño producido. Este componente incluye factores agravantes y atenuantes, como la conducta previa de la entidad regulada. Hay que considerar que existe un tope de 10.000 Unidades Tributarias Anuales (UTA) para las infracciones gravísimas, de 5.000 UTA para las graves y hasta 1.000 UTA para las leves.

### Ecuación 5-1 Determinación de la Multa

$$Multa = BE + CD$$

Fuente: Superintendencia de Medio Ambiente

La Metodología de Determinación y Caracterización de Daño y Peligro de daño ambiental propuesta en este estudio, es un insumo para el cálculo del Componente Disuasivo de la multa.

A continuación se realiza la síntesis de las experiencias nacionales e internacionales comparadas, donde se señalan los diferentes factores que inciden en la Determinación y Caracterización del daño y Peligro de daño.

### 5.1 Síntesis de Elementos Claves de las Metodologías Revisadas

Existen diversos factores, transversales a las experiencias metodológicas comparadas (Chile, EEUU, UE, UK y Colombia), que se tomaron en cuenta para aplicar en la Metodología de Determinación y Caracterización de Daño y Peligro de daño Ambiental (ver **Sección 15 de Anexos**).

Los factores claves considerados son:

- Naturaleza de la descarga
- Intensidad
- Extensión

- Duración
- Tiempo de Desarrollo
- Vulnerabilidad
- Reversibilidad/Resiliencia
- Recuperabilidad
- Valor
- Línea Base

Por supuesto, existen otros sub-parámetros que sirven para la graduación de los factores antes mencionados, como son: los tipos de receptores; el tipo, tiempo, cantidad y frecuencia del derrame o liberación; la relación de causalidad entre el incidente y el daño resultante; la ruta de exposición; la estimación de la condición de línea base de los recursos lesionados; la descripción del cambio adverso al recurso natural; el número de individuos, su densidad o la extensión de la zona dañada; el rol de los individuos; la capacidad de propagación de la especie, la valoración del impacto social, etc.

Todo lo anterior se resume en la siguiente tabla, que muestra dichos factores con terminologías semejantes.

**Tabla 5-1 Factores de determinación de daño común en las experiencias revisadas**

Factores	Chile	EE.UU	UE	UK	Colombia		
Incidente	Origen	Proyecto	Naturaleza/tipo de la descarga	Proyecto		Acciones impactantes	
	Duración	Duración	Duración	Duración	Duración	Persistencia	
	Extensión	Extensión	Extensión	Extensión	Extensión	Extensión	
	Intensidad	Intensidad	Cantidad de contaminante derramado	Cantidad de recurso dañado	Relación estresor - receptor	Severidad	Intensidad
			Grado	Grado de pérdida			
Desarrollo temporal	Desarrollo temporal		Tiempo de desarrollo	Escala temporal recuperación	Escala del impacto	Temporalidad, persistencia	
Receptor	Vulnerabilidad		Línea Base	Línea Base			Estado de Conservación
	Valor		Tipo de recurso/servicio	Valor de uso/no uso	Rol/rareza especies	Impacto social	
					Hábitat, especies, servicios		
	Recuperabilidad		Recuperabilidad		Recuperabilidad	Recuperabilidad	
Reversibilidad	Reversibilidad				Reversibilidad		

Fuente: Elaboración Propia

La idea, por tanto, es ir midiendo en una escala común los distintos factores de daño, para luego cualificar la importancia de la afectación de manera agregada.

Con respecto al riesgo, cabe destacar que también se deben considerar los factores del daño, ya que el examinador debe ponerse en la situación de daño para determinar su magnitud y, luego determinar el riesgo real a partir de otro juicio, relativo a la probabilidad de ocurrencia. De esta manera, el riesgo se estima como el producto, entre la magnitud del daño por la probabilidad de que dicha afectación ocurra. Algunos indicadores específicos de riesgo, considerados en el reglamento del SEIA, para someter a los proyectos a un Estudio de Impacto Ambiental son:

Salud de la Población:

- a) Superación de valores máximos o mínimos de exposición establecidos en una norma de calidad ambiental nacional;
- b) Superación de valores máximos o mínimos de exposición establecidos en una norma de calidad ambiental de referencia;
- c) Aumento (o disminución) de la concentración por sobre (o bajo) valores máximos (o mínimos) establecidos en una norma de calidad nacional o de referencia (caso en que la línea base de calidad del aire alcanza los valores de saturación, o bien, hay declaración de Zona Saturada);
- d) Superación del nivel de riesgo incremental aceptado para el caso de contaminantes cancerígenos;
- e) Superación de valores referenciales para el caso de contaminantes no cancerígenos.

**Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, incluidos suelo, agua y aire:**

- a) Superación de lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental o de emisión vigentes;
- b) Frecuencia, duración, lugar de las descargas, composición, peligrosidad, cantidad y concentración de dichos efluentes líquidos, emisiones a la atmósfera y/o residuos sólidos;
- c) Diferencia entre los niveles de ruido emitido por el proyecto y el fondo característico del entorno;
- d) Formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el proyecto o actividad;
- e) Capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad;
- f) Cantidad y superficie de vegetación nativa intervenida y/o explotada;
- g) Forma de intervención y/o explotación de vegetación nativa;
- h) Extracción, explotación, alteración o manejo de especies de flora y fauna que se encuentren en alguna de las siguientes categorías de conservación: en peligro de extinción, vulnerables, raras e insuficientemente conocidas; o superación de cuotas de extracción (p.e. de caza o pesca) de aquellas que no se encuentren en alguna de dichas categorías;
- i) Volumen, caudal y/o superficie según corresponda de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en vegas y/o bofedales, humedales, cuerpos de aguas subterráneas, cuenca o subcuenca hidrográfica, lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles;
- j) Introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o fauna, u organismos modificados genéticamente o mediante otras técnicas similares;
- k) Superficie de suelo susceptible de perderse o degradarse por erosión, compactación o contaminación;
- l) Diversidad biológica presente en el área de influencia del proyecto o actividad, y su capacidad de regeneración.

**Patrimonio Sociocultural:**

- a) Cercanía del proyecto a zonas de realización de ceremonias religiosas u otras manifestaciones propias de la cultura o el folklore del pueblo, comunidad o grupo humano;
- b) Intervención del acceso de la población, comunidad o grupo humano a recursos naturales, servicios y equipamientos básicos;
- c) Presencia de población, comunidad o grupos humanos protegidos por leyes especiales;
- d) Intervención en zonas con valor paisajístico o turístico;
- e) Localización en o alrededor de algún Monumento Nacional;
- f) Modificación o deterioro de construcciones o sitios que pertenecen al patrimonio material, ya sea por su antigüedad, valor científico, contexto histórico o su singularidad.

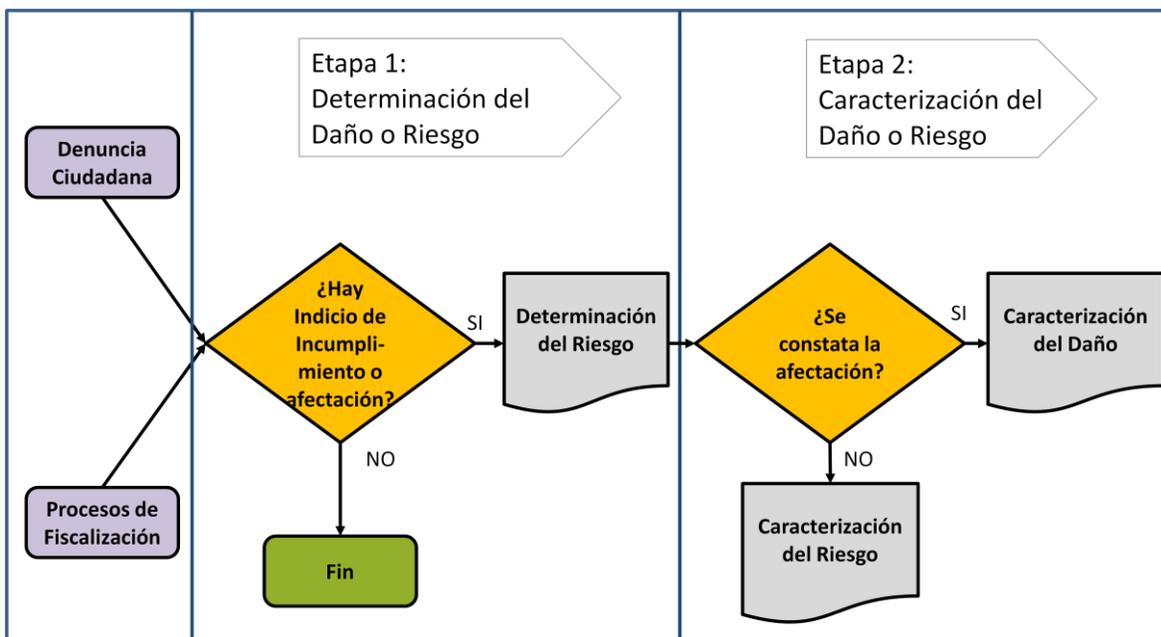
Con estos elementos, el fiscalizador está en buen pie para comenzar la metodología de Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado que se presentará en la **sección 6.4** y **sección 6.5**.

## 5.2 Introducción a la Metodología de Determinación y Caracterización de Daño y Peligro de daño Ambiental

La Metodología tiene dos instancias, una de *Determinación* de peligro inminente, o daño si ya se ha constatado, y otra, de *Caracterización* del daño o peligro de daño. La diferencia entre ambas etapas, se debe al tiempo y a la cantidad de antecedentes con que cuenta el fiscalizador. Por este motivo, será aplicada en un proceso progresivo, que se irá profundizando en cada etapa. En cada una de ellas se adquiere mayor nivel de certeza sobre la significancia del daño o el peligro de daño, tanto para la aplicación o eventual revocación de las medidas provisionales, como para ser un insumo en la determinación de la sanción.

A continuación se muestra la **Figura 5-1**, con las etapas de la Metodología de Determinación y Caracterización de Daño y Riesgo de Daño Ambiental.

**Figura 5-1** Árbol secuencial primera y segunda etapa de la Metodología

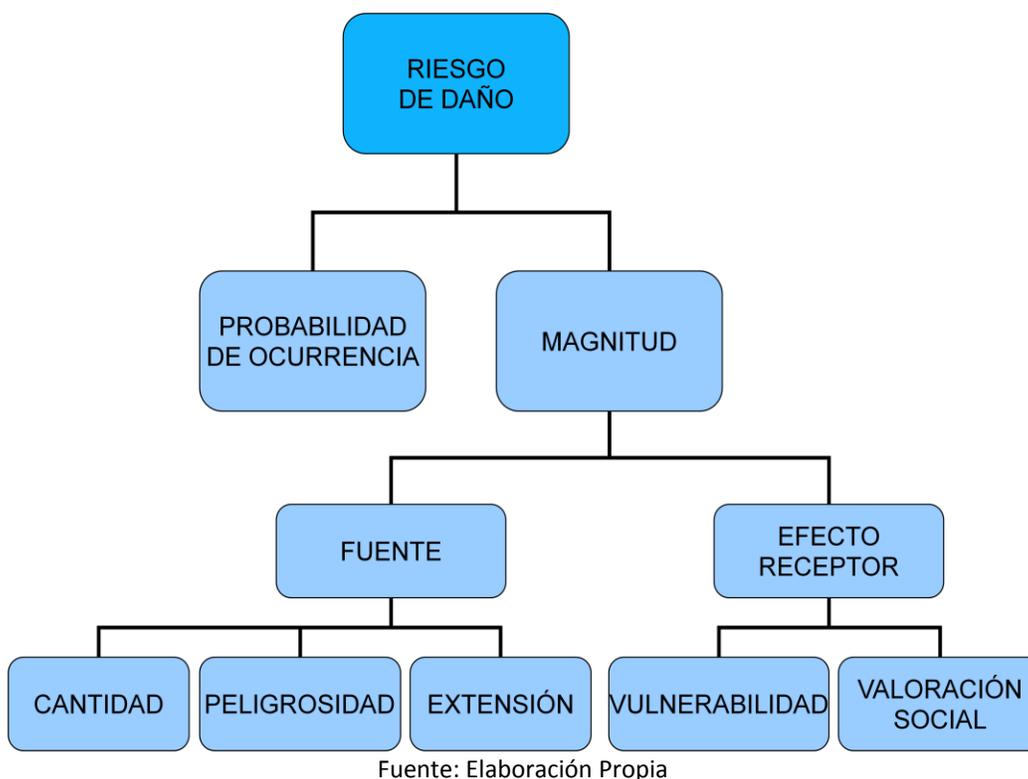


Fuente: Elaboración Propia

La primera etapa Metodológica de Determinación del riesgo, corresponde al caso “ex ante”, donde el plazo de fiscalización en terreno es de un día. En esta etapa, se realiza un análisis del riesgo, entendido según el contexto legal como “peligro”, enfocado en las fuentes y la peligrosidad de las descargas o acciones/omisiones impactantes<sup>3</sup> (Figura 5-2).

<sup>3</sup> Las acciones que ocasionan los riesgos de daño pueden ser descargas, emisiones, tala de árboles, caza, etc., o a través de la modificación física del entorno (construcción de estructuras, como rutas o diques) que interrumpen el flujo de materia, energía e individuos, o que afecten al bien patrimonial.

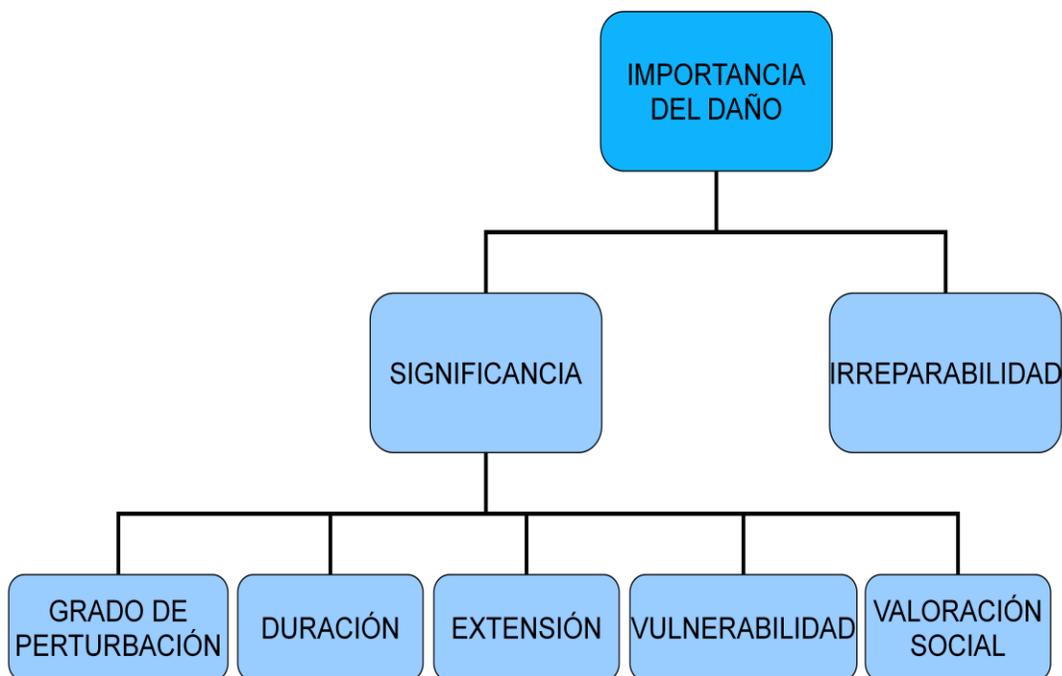
**Figura 5-2 Primera Aplicación Metodológica: análisis de riesgo inminente**



Se aborda el tema del riesgo a partir de la inminencia del daño que puede provocar, es decir, tiene una connotación temporal de la proximidad del evento que se puede desencadenar. Los factores que considera son la cantidad del agente de riesgo liberado (o sustancia sustraída del entorno), la peligrosidad de la acción/omisión, la extensión del posible daño, la vulnerabilidad del receptor y la valoración social del bien desde la perspectiva del bienestar humano.

La segunda etapa se divide en el caso “ex post (a)”, formulación de cargos antes del proceso sancionatorio, cuyo plazo es de 15 días, y un análisis caso específico “ex post (b)”, que se puede extender hasta 5 meses antes del dictamen. Esta etapa de Caracterización del daño aborda la “Importancia” de la afectación en base a la “Significancia” o magnitud del daño y a la “Irreparabilidad” del mismo. **(Figura 5-3).**

Figura 5-3 Segunda Aplicación Metodológica: Caracterización del daño



Fuente: Elaboración Propia

La idea es ir midiendo en una escala común los distintos factores que determinan el daño: grado de perturbación del bien, su vulnerabilidad, la duración del evento (considerando la persistencia de los contaminantes o acciones/omisiones), la extensión de la afectación, la valoración social del bien y el nivel de reparabilidad del daño, para luego cualificar la importancia de la afectación de manera agregada.

Cabe destacar, que de existir el indicio de incumplimiento o afectación, pero no su constatación, entonces se realiza la caracterización del Riesgo similar a la Etapa 1, considerando que ahora los antecedentes son más certeros.

Hay que destacar, que este Estudio provee una metodología general para los componentes más relevantes del medio ambiente. No obstante, existen elementos que quedan fuera de los tres componentes analizados, por lo que en estos casos se requerirá hacer una valoración social rápida de afectación a cualquier elemento no considerado como receptor de daño en esta Metodología, pero que un así deban ser resguardados.

A continuación se presenta el manual de la metodología (**sección 6**), que tiene la intención de ser un apoyo práctico en la toma de decisiones, tanto en terreno como al dar inicio al proceso sancionatorio. Este documento tiene el nivel de detalle técnico necesario para acompañar la Guía de Aplicación (**sección 7**) paso a paso.

## 6. Manual Metodológico

En este documento, usted encontrará toda la información relevante para la aplicación de la metodología. Acá, se muestra el detalle paso a paso de los factores de Determinación y Caracterización de Daño y Peligro de Daño Ambiental para las diferentes instancias del proceso administrativo.

Es importante seguir al pie de la letra los criterios de aplicación, de manera de evitar dobles conteos y dispersión en las opiniones. Recuerde, que mientras más objetiva su decisión, más fácil será defenderla frente a los diferentes actores involucrados.

### 6.1 Receptores

Son los únicos componentes del medio ambiente susceptibles de daño ambiental.

Se pueden clasificar en tres **componentes**:

1. Salud humana
2. Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)
3. Patrimonio Sociocultural

En el contexto de este Estudio los receptores son bienes de protección ambiental, ya que justifican o merecen ser protegidos, también, son parte de los bienes de protección todos los procesos fundamentales del funcionamiento del medio ambiente.

### 6.2 Medios

Existen además los medios, que son aquellos componentes del medio ambiente a través de los cuales se transmiten los impactos desde los hechos, acciones u omisiones, hasta los receptores finales, ellos son:

- Abiota
  - Aire
  - Agua
  - Suelo
- Biota

Hay que recordar que los medios no son sujetos de daño, pues éste se produce en los receptores. Sin embargo, esto no implica que en ciertos casos, los medios sean a su vez receptores, como puede ocurrir muchas veces con la biota o en ciertos casos, en que su valoración social sea particularmente alta.

Por ejemplo, entre los medios abióticos se puede ver afectado el suelo, el cual servía para una actividad económica agrícola, por tanto, su daño afectará al bien Patrimonial. Otro ejemplo ocurre con el medio biótico, donde se puede ver afectado el último receptor de la cadena alimenticia, que podría ser el humano.

### 6.3 Análisis de las Fuentes y Receptores

Antes de utilizar los factores de daño para estructurar las matrices de caracterización en todos los componentes relativos a este Estudio: biodiversidad y recursos naturales renovables, salud de la población, patrimonio sociocultural y los componentes del bienestar humano ligados a ellos, se deben seguir los siguientes pasos metodológicos de identificación de las consecuencias.

#### 6.3.1 Identificación de las acciones/omisiones impactantes o potencialmente impactantes

Usted deberá listar en la **Ficha 1 (página 142)**, las acciones u omisiones que tengan o puedan tener incidencia sobre el medio ambiente o pueden causar efectos no previstos.

En cuanto a las fuentes, se pueden revisar los datos de monitoreo “*google earth*”, o los datos del Modelo de Representación del riesgo ambiental de proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental a nivel nacional, estudio actualmente en desarrollo por parte de DICTUC S.A.

#### 6.3.2 Identificación de los receptores o bienes de protección potencialmente afectados

En esta fase se deben identificar en la **Ficha 2 (página 143)**, los diferentes bienes de protección que se verán potencialmente afectados por las acciones u omisiones.

Se espera contar con información de las distintas capas de receptores humanos, ecosistémicos y patrimoniales, y su vulnerabilidad con el desarrollo del Modelo de Representación del riesgo ambiental de proyectos o actividades con resolución de calificación ambiental a nivel nacional (DICTUC S.A.)

Los componentes y subcomponentes analizados serán:

Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR):

- Poblaciones
- Comunidades

- Ecosistemas
- Paisaje (entendido como nivel ecológico jerárquico superior)
- Servicios ecosistémicos

Componente Humano:

- Salud pública

Componente Patrimonio Sociocultural:

- Patrimonio Cultural Material
- Patrimonio Cultural Inmaterial
- Servicios socioculturales y económicos, incluido el turismo

Como “Otros” componentes del medio ambiente receptores de daño, se pueden considerar elementos que sean valorados socialmente por el ser humano, como por ejemplo, los glaciares.

### 6.3.3 Identificación de las posibles consecuencias

Usted debe hacer un análisis de las interacciones “medio – acción”, el cual dará como resultado la identificación de las consecuencias de las posibles acciones sobre los receptores en la **Ficha 3 (página 143)**. El motivo de esto, es tener indicadores de los agentes de riesgo, los receptores, las rutas de exposición y las consecuencias que tendría la acción/omisión, de manera de enfocar los esfuerzos en la protección de los receptores.

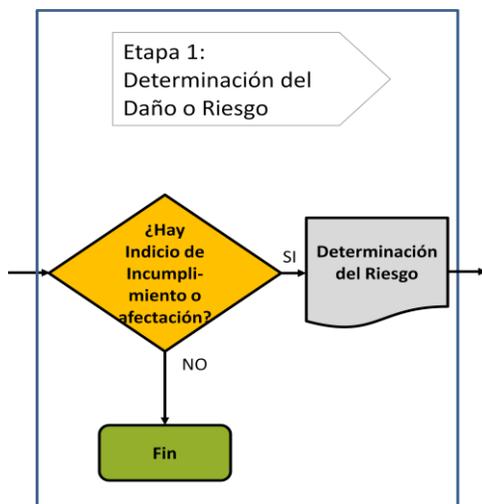
Un ejemplo de lo anteriormente expuesto, sería el caso del despeje de un camino de sedimentos a un río. Se puede ver la **Tabla 6-1**, para entender mejor el análisis de las consecuencias sobre los receptores.

**Tabla 6-1 Ejemplo Identificación de las Consecuencias**

Componente: B&RNR		Subcomponente: Ecosistemas	
Acción/Omisión	EFFECTOS	RECEPTORES	CONSECUENCIAS
Despeje y limpieza de la faja caminera al borde del río	- Aporte de sedimentos	- Peces, Algas, plantas acuáticas enraizadas	- Impedimento de crecimiento de algas, dificultad de desove de peces

A continuación se explica detalladamente la metodología en forma de manuales de aplicación, dependiendo de los distintos niveles de decisión que deba tomar la SMA.

## 6.4 Manual de la Primera Etapa de la Metodología: Determinación del Daño o Peligro de daño ambiental inminente (entendido como riesgo)



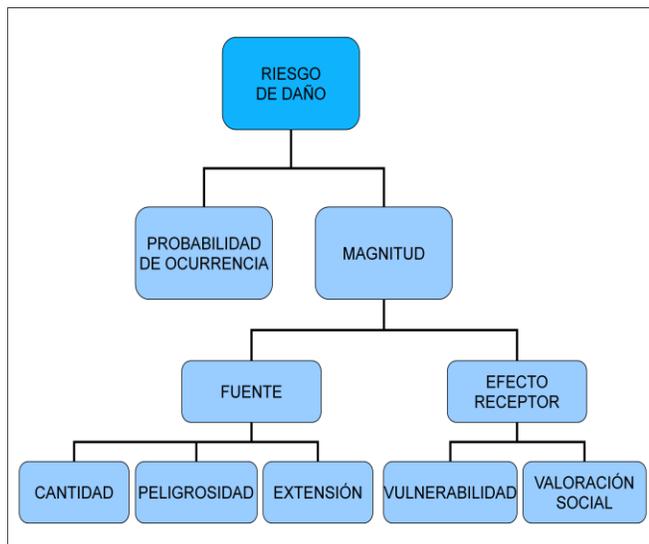
En esta primera aproximación a la determinación del peligro de daño, no hace falta detectar inmediatamente el incumplimiento o el efecto no previsto para tomar medidas cautelares, basta con que exista al menos un indicio de afectación. Hay que destacar que la información disponible en esta etapa tiene mayor enfoque en la fuente, pues es el primer insumo que se tendrá (idealmente).

En esta primera instancia hablaremos de riesgo ambiental, dado que el fiscalizador cuenta con un solo día en terreno, por lo cual no puede saber con exactitud el nivel de daño.

### 6.4.1 Estimación de la Probabilidad de Ocurrencia

Usted está en la primera etapa metodológica, la cual aborda el peligro de daño inminente. Los factores que debe considerar son los que se muestran en el mapa conceptual de la derecha.

Se aborda la probabilidad de que ocurran consecuencias indeseadas, a partir de la proximidad temporal del evento (*inminencia* del daño). Esto debido a que el Artículo 48 de la (Ley Nº 20.417 2010) señala que: “Cuando se haya iniciado el procedimiento sancionador, el instructor del procedimiento, *con el objeto de evitar daño inminente* al medio ambiente o a la salud de las personas, podrá solicitar fundamentadamente al Superintendente la adopción de alguna o algunas de las siguientes medidas provisionales...”



El Equipo consultor considera que cualquier evento que ocurra dentro de un año es inminente, debido a que el período entre fiscalizaciones será de un año. De esta manera,

si se estima la probabilidad de ocurrencia inminente como “improbable”, podría ser necesaria la visita al proyecto el siguiente año nuevamente.

Si la afectación está en desarrollo o ya ocurrió, la puntuación es máxima aunque el daño no se constate; en cambio, si no se espera que ocurra algún evento impactante dentro de un año, se considerará poco probable la inminencia del daño (ver **Tabla 6-2**).

Esto va a cambiar de receptor en receptor, pues las consecuencias de la afectación son distintas para cada uno de ellos.

**Tabla 6-2 Estimación y Puntaje de la Probabilidad de Ocurrencia**

Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad (p) de ocurrencia inminente	Puntaje
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy Probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 años	Improbable	1

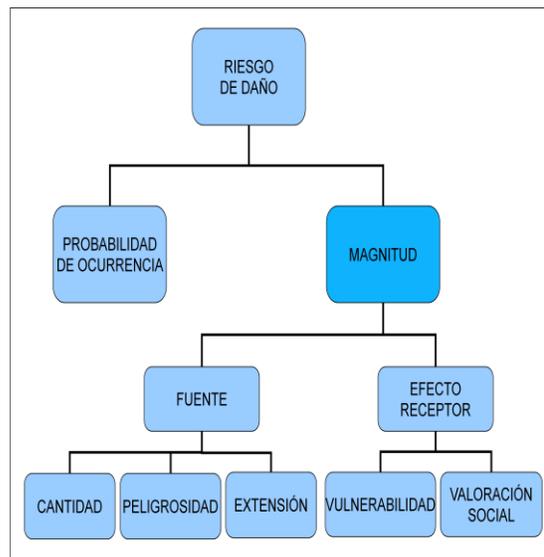
Para eso, el fiscalizador debe seleccionar el puntaje de la probabilidad de ocurrencia que corresponda, según la sospecha en la **Ficha 4 (página 144)**, para cada uno de los componentes del medio ambiente.

## 6.4.2 Estimación de la Magnitud de las consecuencias

Para estimar las consecuencias de los efectos sobre los receptores, se deben sumar los cinco factores que inciden en la situación de riesgo o daño. Estos son: la Cantidad, Peligrosidad, Extensión, Vulnerabilidad y Valoración Social, agrupados según fuentes y receptores.

Análisis de las Fuentes: **cantidad** que se podría liberar/extraer, **peligrosidad** de la sustancia o acción/omisión impactante y la **extensión** que podría abarcar el daño, según el componente afectado.

El efecto sobre el Receptor está dado por la **vulnerabilidad** y la **valoración social** del bien de protección.



### 6.4.2.1 Cantidad (Ca)

Se define en relación con un incremento o sustracción más allá de los límites permitidos por los máximos o mínimos, respectivamente, según la normativa reguladora correspondiente (p.e. el Registro de emisiones y Transferencia de contaminantes, la ley de caza, etc.) o, en caso de no haber norma, a los umbrales aceptados por la sociedad (se puede recurrir a experiencia internacional comparada como los criterios del Registro Europeo de Emisiones y Transferencia de Contaminantes EPRTR, por sus siglas en inglés “*European Pollutant Release and Transfer Register*”). Cabe destacar, que para el caso de una sustancia que no está permitida, de inmediato la puntuación será “muy alta”, debido a que no hay tolerancia a su liberación (la norma dice que no se puede emitir o derramar). Lo mismo se aplica sobre cualquier actividad, cuya realización esté prohibida o vedada temporalmente (ej. extracción de una especie, cuya caza, pesca o tala se encuentre prohibida por encontrarse incluida dentro de alguna categoría de conservación).

### 6.4.2.2 Peligrosidad (Pe)

Corresponde a: “Capacidad de una sustancia, producto, o situación, de producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, o a los elementos materiales”(Servicio de Evaluación Ambiental 2011). Estos últimos, incluyen cualquier elemento químico, físico o biológico que afecte directa o indirectamente la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, y socioculturales.

Los agentes de riesgo conocidos para emisiones atmosféricas y descargas a las aguas y, alcantarillado, se listan en la **Sección 11, Anexo Cantidad umbral y Peligrosidad contaminantes, página 170**. Por ejemplo, para las emisiones atmosféricas, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el compuesto menos peligroso para la salud humana, y en la tabla se muestra el Metano (CH<sub>4</sub>), que es 1000 veces más riesgoso para la salud que el CO<sub>2</sub>. De esta manera, el fiscalizador en terreno podrá contar con una lista de algunas sustancias para compararlas con las más conocidas.

#### 6.4.2.3 Extensión (Ex)

Tiene que ver con el área de influencia o cantidad de elementos potencialmente abarcados por el impacto a los distintos receptores, y en el caso del componente salud de la población, tiene relación con el número de personas potencialmente expuestas a los agentes de riesgo. Por su parte, la extensión para el componente de B&RNR, viene dado por: (i) su extensión espacial en unidades geográficas objetivas y, (ii) el nivel de organización biológica en el que se expresan dichos efectos. Para el componente Patrimonial es fijada, desde el punto de vista de cuantas comunidades podrían verse afectada por la alteración o pérdida de los bienes.

#### 6.4.2.4 Vulnerabilidad del receptor (Vu)

Se mide según el grado de conservación de la especie para el caso del Componente B&RNR; según la existencia de Población con historia de conflictos ambientales, Población expuesta vulnerable o Grupo humano afectado vulnerable en el entorno; y finalmente, tiene que ver con el estado de conservación del bien patrimonial y la singularidad del mismo.

#### 6.4.2.5 Pérdida de Valor Social del receptor (VS)

El valor que prestan los componentes ambientales al bienestar humano se mide según el estudio de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (<http://www.maweb.org/>). Para el componente B&RNR, puede determinarse a partir de (i) la proporción de la población afectada por la pérdida de servicios ecosistémicos (benéficos o vitales), (ii) la localización del daño en las inmediaciones o dentro de áreas protegidas o categorizadas prioritarias para la conservación por organismos competentes, y (iii) la valoración cultural de las especies, ecosistemas y paisajes afectados, según sean carismáticos o tengan valor escénico o simbólico. La pérdida de Valor Social a la Salud de la Población se mide según las siguientes características del bienestar humano que se puedan ver afectadas, como la posibilidad de contar con aire limpio, entre otros. Para el componente Patrimonio

Sociocultural, la pérdida de Valor Social, está dada por la pérdida de recursos y los servicios socioculturales y, económicos producto de la afectación.

La **Tabla 6-3**, muestra un resumen de las definiciones de los conceptos utilizados para estimar el posible daño o consecuencias sobre cada uno de los receptores.

**Tabla 6-3 Definición de conceptos para la estimación de las consecuencias, modificado de la Norma UNE 150008:2008**

CONCEPTO	Sobre Componente B&RNR	Sobre Componente Humano	Sobre Componente Patrimonio Sociocultural
<b>Cantidad</b>	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída que afecta a las personas	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno
<b>Peligrosidad</b>	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes	Peligrosidad intrínseca de la sustancias o acciones que afecta a las personas	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes
<b>Extensión</b>	Espacio de influencia del impacto en relación con el entorno considerado	Número estimado de personas expuestas	Espacio de influencia del impacto en relación con el medio considerado
<b>Vulnerabilidad</b>	Estado de Conservación de los subcomponentes de la B&RNR	Vulnerabilidad de los grupos afectados según la historia de conflictos	Estado de conservación del bien material y singularidades
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Pérdida de servicios ecosistémicos	Efecto sobre el bienestar humano	Efecto sobre el patrimonio sociocultural, y el capital productivo

Fuente: Modificado de (Fernández García 2008)

A continuación, se detallan los factores de determinación de riesgo de daño para cada uno de los componentes.

### 6.4.3 Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)

La puntuación de las consecuencias que tendría la afectación sobre el entorno natural se muestra en la **Ficha 5 (página 146)**. El fiscalizador debe asignar el criterio utilizado, luego debe establecer el puntaje correspondiente y sumarlos.

La definición de los criterios de cada factor para este componente se detalla a continuación:

#### 6.4.3.1 Cantidad

Se define en relación con un incremento o sustracción más allá de los límites permitidos por los máximos o mínimos, respectivamente, según la normativa reguladora correspondiente, en: (a) la descarga de sustancias o material biológico, (b) la extracción (ej. mortandad, captura, traslado), voluntaria o involuntaria, de ejemplares de fauna y flora, sus partes, o materia muerta disponible para los procesos de descomposición y ciclaje de nutrientes, (c) la extracción de elementos o sustancias de origen abiótico que intervienen física o químicamente en procesos biológicos y, en la producción de bienes y servicios ecosistémicos, (d) eliminación o reducción en la representatividad (ej. número, superficie, volumen) de elementos del paisaje (ej. hábitats, ecosistemas, relieve), o cambios en su estructura espacial (ej. heterogeneidad, conectividad, fragmentación). Para cantidades cuantificables, su categorización tendrá relación con la superación porcentual de los límites impuestos por los reglamentos pertinentes (ej. normas de emisión, reglamento de ley de caza, etc.), según:

- a) **(4 puntos) Muy alta:** más de 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- b) **(3 puntos) Alta:** entre 50% y 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- c) **(2 puntos) Media:** entre 10% y 50% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- d) **(1 punto) Baja:** hasta un 10% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.

Alternativamente, en aquellos casos en que la “cantidad” no sea cuantificable (ej. cuando existe un cambio cualitativo en el manejo de un área dada, o la ocurrencia o no de una conducta), se considerará directamente como **Muy alta** si la acción bajo análisis ocurre y es suficiente para producir cambios cualitativos notorios en los subcomponentes afectados. De forma similar, como se menciona más arriba, se considerará la cantidad

como **Muy alta** cuando ocurre y la actividad se encuentra prohibida o temporalmente vedada (p.e. el nivel permitido de incremento es 0).

#### 6.4.3.2 Peligrosidad

La norma chilena de la Asociación chilena de seguridad, NCH 1411/4.OF78, categoriza la peligrosidad para el riesgo humano en relación con la gravedad o letalidad de las lesiones causadas por la sustancia o acción bajo evaluación. En el caso de la B&RNR, debe considerarse además, la gravedad potencial de sus consecuencias sobre los distintos subcomponentes (p.e. niveles de organización biológica).

- a) **(4 puntos) Muy alta** (Extremadamente peligroso): si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede:
- Causar la extinción local de poblaciones de especies clave, ingenieras o con funciones singulares con efectos comunitarios y ecosistémicos marcados; o
  - Causar la extinción regional de especies (o local en el caso de especies endémicas) o favorecer el asentamiento y expansión de rango de especies exóticas, potencialmente afectando la diversidad regional; o
  - Retraer los procesos de sucesión comunitaria y ecosistémica a etapas iniciales (sucesión primaria), o propiciar la aparición de estados alternativos o ecosistemas novedosos; o
  - Afectar de forma notoria la representación relativa, número y/o disposición de los elementos del paisaje.
- b) **(3 puntos) Alta** (Muy peligroso): si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede:
- Causar la extinción local de poblaciones o favorecer el asentamiento (pero no la expansión de rango) de especies exóticas, afectando la diversidad y con efectos notorios en la dinámica y estructura comunitaria local; o
  - Causar lesiones permanentes o muerte de ejemplares de especies clave, ingenieras o funcionalmente singulares, con efectos abruptos sobre su dinámica poblacional, la estructura comunitaria y/o el funcionamiento ecosistémico; o
  - Detener o retraer los procesos de sucesión comunitaria y ecosistémica a etapas previas no iniciales (sucesión secundaria).
- c) **(2 puntos) Media** (Peligroso): si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede:
- Causar lesiones permanentes o muerte de ejemplares de flora y fauna, o interrumpir totalmente su reproducción, alterando abruptamente las tasas de mortalidad, natalidad y migración, y la dinámica de sus poblaciones; o
  - Causar irritación o lesiones menores, o disminuir la condición física o fertilidad de ejemplares de especies clave, ingenieras o funcionalmente singulares, pudiendo alterar la dinámica poblacional, con efectos leves sobre la dinámica y estructura comunitaria (ej. en la abundancia relativa de las especies); o

- iii. Alterar las tasas de los procesos de sucesión comunitaria (pero no su dirección).
- d) **(1 punto) Baja** (Ligeramente Peligroso): si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede causar irritación o lesiones menores, o disminuir la condición física o fertilidad de ejemplares de flora y fauna, pudiendo alterar en algún grado la dinámica de sus poblaciones.

#### 6.4.3.3 Extensión

La extensión se determinará, en primer lugar (criterio i), a partir del rango de influencia de la acción impactante (ej. descarga de contaminante) en unidades métricas, medido como la superficie que podría abordar el daño. La cuantificación se realizará, mediante una escala logarítmica (en base 10) en metros cuadrados, reflejando órdenes de magnitud de extensión. Sin embargo, criterios basados en límites geográficos estrictos pueden no reflejar los límites naturales de los elementos en los distintos niveles de organización biológica. Por lo tanto, en beneficio del subcomponente, bien o servicio ecosistémico bajo riesgo, resulta conveniente, cuando posible, considerar también el número de unidades naturales afectadas (criterio ii). De esta forma, se evaluará la extensión del riesgo en base a ambos criterios, seleccionándose aquel que arroje la puntuación más alta, siendo:

- a) **(4 puntos) Muy alta:**
  - i. Más allá de un área de 1000 Hectáreas (más de 10 km<sup>2</sup>) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - ii. sus efectos pueden manifestarse sobre dos o más subcomponentes en localidades distribuidas sobre dos más ecorregiones o unidades biogeográficas.
- b) **(3 puntos) Alta:**
  - i. Abarcando un área de entre 100 y 1000 Hectáreas (hasta 10 km<sup>2</sup>) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - ii. sus efectos pueden manifestarse sobre dos o más subcomponentes (ej. dos o más poblaciones o comunidades locales) en distintas localidades, dentro de una misma ecorregión o unidad biogeográfica.
- c) **(2 puntos) Media:**
  - i. Abarcando un área de entre 10 y 100 Hectárea (hasta 1 km<sup>2</sup>) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - ii. sus efectos pueden manifestarse sobre subcomponentes locales completos (ej. población, comunidad o ecosistema local, en caso de poseer límites naturales definidos e identificables).
- d) **(1 punto) Baja:**
  - i. Abarcando un área de hasta 10 Hectáreas (hasta 0,1 km<sup>2</sup>) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o

- ii. sus efectos sólo pueden manifestarse sobre una porción de una población, comunidad o ecosistema local (ej. algunos individuos de una población).

De esta manera, se escoge entre los criterios i y ii aquél que determine la categoría de extensión mayor.

#### 6.4.3.4 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad para este componente estará determinada por los estados de conservación de las especies. Información más extensa se puede encontrar en los procesos de evaluación del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), o en su defecto, en la página web de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (<http://www.iucn.org/es/>).

##### 1. (4 puntos) Muy alta si:

- i. Al menos una de las especies involucradas han sido categorizadas como “En Peligro Crítico” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo muy alto de extinción para las mismas; o
- ii. Alguna de las poblaciones involucradas es a la vez endémica y rara (poco abundante o escasa); o
- iii. A nivel comunitario o ecosistémico, si existe al menos una especie clave, ingeniera o funcionalmente singular categorizada como “En Peligro” o “En Peligro Crítico” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas; o
- iv. Si existe consenso o una justificación robusta para inferir que el ecosistema afectado puede ser categorizado como “Vulnerable” (p.e. aunque no se encuentra actualmente en peligro, puede estarlo en el futuro en ausencia de medidas de protección)
- v. A nivel ecosistémico, si el sistema posee naturalmente una dinámica metaestable, donde pequeñas perturbaciones pueden generar cambios de estado, afectando cualitativamente sus propiedades; o
- vi. A nivel del paisaje, si su estructura espacial ronda los niveles de criticalidad, de modo que pequeños cambios en la cobertura o fragmentación pueden causar cambios notorios en los niveles de conectividad de uno o más hábitats o ecosistemas, alterando procesos de intercambio y flujo de materia, energía e individuos.

##### 2. (3 puntos) Alta si:

- i. Al menos una de las especies involucradas han sido categorizadas como “En Peligro” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto

- por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo alto de extinción para las mismas; o
- ii. Alguna de las poblaciones involucradas es endémica (con distribución restringida a nivel nacional, regional, provincial o comunal), independientemente de cuan abundante sea en su área de endemismo; o
  - iii. A nivel comunitario o ecosistémico, si existe al menos una especie clave, ingeniera o funcionalmente singular categorizada como “Vulnerable” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas;
  - iv. Si existe consenso o una justificación robusta para inferir que el ecosistema afectado puede ser categorizado como “Vulnerable” (p.e. aunque no se encuentra actualmente en peligro, puede estarlo en el futuro en ausencia de medidas de protección).
3. **(2 puntos) Media** si:
- i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “Vulnerable” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas; o
  - ii. Alguna de las poblaciones involucradas es rara (p.e. baja abundancia natural y/o ocurrencia), pero todas son de amplia distribución; o
  - iii. A nivel comunitario o ecosistémico, si existe al menos una especie clave, ingeniera o funcionalmente singular categorizada como “Casi Amenazada” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas.
4. **(1 punto) Baja** si:
- i. Todas las especies involucradas han sido categorizadas como de “Preocupación Menor” o “Casi Amenazada” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo bajo o nulo de extinción para las mismas; y
  - ii. Constituyen todas especies comunes (p.e. alta abundancia y/o frecuencia) con una distribución amplia.

#### 6.4.3.5 Pérdida de Valor Social

La pérdida de Valor Social puede determinarse a partir de tres criterios: (i) la proporción de la población afectada por la pérdida de servicios ecosistémicos y si estos son benéficos o vitales, (ii) la localización del daño en las inmediaciones o dentro de áreas protegidas o, categorizadas prioritarias para la conservación por organismos competentes, y (iii) la valoración cultural de las especies, ecosistemas y paisajes afectados, según sean carismáticos o tengan valor escénico o simbólico. Así, será:

- a) **(4 puntos) Muy alta** si:
- La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos puede afectar a más del 50% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales puede afectar a más del 25% de ésta; o
  - La acción impactante ocurre **dentro** de áreas protegidas o prioritarias para la conservación; o
  - Se cumplen **dos o más** de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.
- b) **(3 puntos) Alta** si:
- La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos puede afectar entre un 25 y 50% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales puede ocurrir y afectar entre un 10 y 25% de ésta; o
  - La acción impactante ocurriría en zonas linderas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. más allá de 10 km fuera de los límites del área de amortiguación), y su influencia se transmitiría dentro de éstas por medios físicos (ej. corrientes de agua, viento) o biológicos (ej. transporte por animales durante sus desplazamientos); o
  - Se cumple sólo **uno** de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.
- c) **(2 puntos) Media** si:
- La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos podría afectar entre un 10% y 25% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales puede ocurrir y afectar menos de un 10% de ésta; o
  - La acción impactante ocurriría en zonas linderas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. en áreas de amortiguación, si existieran, y hasta 10 km fuera de los límites de estas), pero su influencia no se transmitiría dentro de estas por ningún medio; o
  - Ninguna de las especies potencialmente afectadas es carismática o posee valor simbólico, y ninguno de los ecosistemas o paisajes potencialmente afectados posee valor escénico o simbólico.
- d) **(1 punto) Baja** si:
- La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos puede afectar a menos del 10% de la población presente en el área de influencia del daño, sin pérdida de servicios ecosistémicos vitales; y
  - La acción impactante ocurriera lejos de áreas protegidas o prioritarias para la conservación; y

- iii. Ninguna de las especies potencialmente afectadas es carismática o posee valor simbólico, y ninguno de los ecosistemas o paisajes potencialmente afectados posee valor escénico o simbólico.

A modo de resumen general, se incluye la siguiente tabla con los factores de Peligro considerados y los criterios considerados para la asignación de los puntajes.

**Tabla 6-4 Resumen Metodología de Determinación del Peligro de daño, componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables**

Factor	Criterio de asignación de puntaje
Cantidad	Normativa vigente desde 1% hasta 100%
Peligrosidad	NCH 1411/4.OF78; y Gravedad potencial de las consecuencias sobre los distintos niveles de organización biológica
Extensión	Distancia desde el foco de afectación desde 0,1 km <sup>2</sup> hasta 10 km <sup>2</sup> o más; y Número y nivel de organizaciones biológicas donde los efectos pueden manifestarse
Vulnerabilidad	Estado de conservación; y Nivel ecológico
Valoración Social	Proporción de la población afectada por la pérdida de servicios ecosistémicos (benéficos o vitales); Localización del daño en las inmediaciones o dentro de áreas protegidas o, categorizadas prioritarias para la conservación por organismos competentes; y Valoración cultural de las especies, ecosistemas y paisajes afectados (carismáticos, o con valor escénico o simbólico)

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.4 Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Componente Salud de la Población

La puntuación de las consecuencias que tendría la afectación sobre el entorno humano se muestra en la **Ficha 6 (página 147)**. El fiscalizador debe asignar el puntaje correspondiente y luego sumarlos.

La definición de los criterios para cada factor de este componente, se detalla a continuación:

##### 6.4.4.1 Cantidad

Se define en relación con un incremento o sustracción más allá de los límites permitidos por los máximos o mínimos, respectivamente, según la normativa reguladora

correspondiente. De no contar con normativa, se puede recurrir a experiencias internacionales, como los umbrales aceptados por la sociedad del Registro Europeo de Emisiones y Transferencia de Contaminantes EPRTR, por sus siglas en inglés “*European Pollutant Release and Transfer Register*” (**Sección 11, Anexo Cantidad umbral y Peligrosidad contaminantes, página 170**).

Los criterios de puntuación son:

- a) **(4 puntos) Muy alta:** más de 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- b) **(3 puntos) Alta:** entre 50% y 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- c) **(2 puntos) Media:** entre 10% y 50% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- d) **(1 punto) Baja:** hasta un 10% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.

Cabe destacar, que para el caso de una sustancia que no está permitida, de inmediato la puntuación será “**muy alta**”, debido a que no hay tolerancia a su liberación, por lo que la norma dice que no se puede emitir o derramar. Lo mismo se aplica sobre cualquier actividad, cuya realización esté prohibida o vedada temporalmente (ej. extracción de una especie, cuya caza, pesca o tala se encuentre prohibida por encontrarse incluida dentro de alguna categoría de conservación).

#### 6.4.4.2 Peligrosidad

La identificación del peligro consiste en determinar si la exposición a un agente de riesgo o acción/omisión, tiene el potencial de crear efectos adversos en la población expuesta. Para ello se deben realizar análisis de características físicas, químicas, biológicas y energéticas del agente o situación.

Para el análisis químico, se debe identificar si el agente es: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico (incluyendo mutágenos y cancerígenos) o Inflamable.

En el análisis físico, se debe establecer por ejemplo, si la acción/omisión conlleva a un daño mecánico, si existe la posibilidad de inundación por aguas, etc. Además, se debe identificar si el agente físico es material particulado, polvo de cemento en suspensión, etc.

En caso de los agentes biológicos, éstos pueden ser organismos bio-genéticos, plagas, virus y bacterias naturales.

Por último, los agentes de riesgo energéticos son: calor, presión, radiación electromagnética, radiación UV, radiactividad, entre otros.

Como lista preliminar de agentes contaminantes, está la **Sección 11, Anexo 1: Cantidad umbral y Peligrosidad de** los contaminantes, donde se presentan agentes liberados a la atmosfera, al agua y alcantarillado, y a los suelos, jerarquizados según peligrosidad. Por otra parte, la **Sección 12, Anexo 2: Persistencia de** los Contaminantes, entrega una lista de algunos contaminantes acumulativos en el cuerpo, considerados “muy peligrosos”, por lo que sus efectos (como cáncer) podrían verse en el largo plazo o en las generaciones futuras, pues algunos de ellos se transmiten genéticamente.

A continuación se presentan los criterios de peligrosidad para la salud humana:

- a) **(4 puntos) Muy alta:**
  - i. si la exposición breve al agente de riesgo o acción/omisión impactante, puede provocar la muerte o lesiones permanentes graves, aunque se dé atención médica oportuna; o
  - ii. si la sustancia es tóxica, persistente (que se acumula en el cuerpo) y se transmiten genéticamente; o
  - iii. se incluyen productos que **deben manipularse sólo** con el uso de un equipo de protección personal.
- b) **(3 puntos) Alta:**
  - i. si la exposición al agente de riesgo o acción/omisión impactante por un período corto, puede causar lesiones severas temporales o lesiones permanentes, aunque se dé atención médica oportuna; o
  - ii. si el agente de riesgo es un contaminante toxico, persistente, pero que no se transmiten genéticamente; o
  - iii. se incluyen productos que **requieren** el uso de un equipo de protección personal para manipularlos.
- c) **(2 puntos) Media:**
  - i. si la exposición intensa o permanente al agente de riesgo o acción/omisión impactante, puede causar incapacidad temporal o posibles lesiones permanentes si no se da atención médica oportuna; o
  - ii. si el agente de riesgo es un contaminante tóxico, pero no es persistente.
  - iii. se incluyen productos que requieren el uso de un aparato de respiración SCBA, para manipularlos.
- d) **(1 punto) Baja:**
  - i. si la exposición al agente de riesgo o acción/omisión impactante, puede causar irritación o lesiones permanentes menores; o
  - ii. si el agente de riesgo no es un contaminante tóxico, ni persistente; o
  - iii. se incluyen productos que requieren el uso de una máscara con filtro para gases para manipularlos.

En caso de dudas, respecto de la clasificación de las sustancias se sugiere revisar las bases de datos de contaminantes de los Estados Unidos:

- ✓ *Integrated Risk Information System (IRIS)*: base de datos de los efectos a la salud humana que pueden resultar de la exposición de varias sustancias, <http://www.epa.gov/iris>
- ✓ *HazDat Database*: base de datos de liberación de sustancias peligrosas y efectos en salud de la Agencia par sustancias tóxicas y registro de enfermedades (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry's, ATSDR's*), <http://www.atsdr.cdc.gov/hazdat.html>
- ✓ *Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA)*: <http://www.tera.org>
- ✓ *International Toxicity Estimates for Risk Database*: <http://www.tera.org/iter>
- ✓ *Toxicology Data Network (Toxnet)*: Biblioteca de medicina de los EE.UU, <http://toxnet.nlm.nih.gov/>

#### 6.4.4.3 Extensión

Las consecuencias en extensión tienen relación con la cantidad de personas expuesta a la contaminación. Para este punto, se pueden observar los datos del Modelo de Representación del riesgo ambiental de proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental a nivel nacional, actualmente en desarrollo por parte de DICTUC S.A., donde se dividen por sectores en torno a las instalaciones del proyecto los datos de densidad poblacional. A los datos del modelo antedicho, se deben sumar los trabajadores del proyecto. La puntuación para este factor se divide en:

- a) **(4 puntos) Muy alta**: más de 1.000 personas expuestas.
- b) **(3 puntos) Alta**: entre 100 y 1.000 personas expuestas.
- c) **(2 puntos) Media**: entre 10 y 100 personas expuestas.
- d) **(1 punto) Baja**: 10 ó menos personas expuestas.

#### 6.4.4.4 Vulnerabilidad

La composición de la población aledaña a las instalaciones por proyecto, se podrá obtener de la información existente en el Modelo de Representación del Riesgo Ambiental de proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental a nivel nacional, actualmente en desarrollo por parte de DICTUC S.A. Además, también se puede recurrir a datos de la prensa, antecedentes de los centros médicos aledaños u otra información relevante que dé cuenta de la situación actual y la historia de los conflictos ambientales en la zona.

Existen 3 criterios que permiten obtener el puntaje de vulnerabilidad, según la composición de la población:

- **Población con Historia de Conflictos Ambientales (PHCA):** corresponde a la población que ha sido expuesta previamente a conflictos ambientales, y que por tanto, pueden desencadenar efectos acumulativos.
- **Población Expuesta Vulnerable (PEV):** población expuesta particularmente vulnerable, dada su cercanía a escuelas, centros de salud u otro tipo de establecimiento, donde asistan personas enfermas, niños, ancianos o embarazadas.
- **Grupo Afectado Vulnerable (GAV):** corresponde a aquellos grupos que presentan daños en alguna persona particularmente vulnerable, a saber: enfermos, niños, ancianos o embarazadas.

Con esto, la categorización de los 4 niveles de vulnerabilidad será:

- a) **(4 puntos) Muy alta:**
  - i. Si la zona tiene Población con Historia de Conflictos Ambientales serios; y/o
  - ii. Si en la zona hay un Grupo Afectado Vulnerable, es decir, se evidencian daños en personas vulnerables.
- b) **(3 puntos) Alta:**
  - i. Si la zona tiene Población con Historia de Conflictos Ambientales; o
  - ii. Si existen antecedentes de Población Expuesta Vulnerable, es decir, si hay escuelas, centros de salud, etc.
- c) **(2 puntos) Media:**
  - i. Si la zona tiene algún antecedente de Población con Historia de Conflicto Ambiental; o
  - ii. Si existe la sospecha de que puede haber un Grupo Afectado Vulnerable, pero no se han evidenciado daños.
- d) **(1 punto) Baja:**
  - i. La zona no tiene antecedentes de Población con Historia de Conflicto Ambiental; y
  - ii. No hay escuelas, consultorios, viviendas ni ningún tipo de indicio que haga sospechar que existe impacto en alguna Población Expuesta Vulnerable.

#### 6.4.4.5 Pérdida de Valor Social

Se mide según las características del bienestar humano que se puedan ver afectados:

- Capacidad para contar con aire limpio
- Capacidad para contar con suelo limpio
- Capacidad para vivir en una vivienda ambientalmente limpia y segura
- Capacidad para recibir una alimentación adecuada
- Capacidad de contar con agua pura para beber
- Capacidad para estar libre de enfermedades evitables

En primer lugar, la capacidad de contar con aire y suelo limpio, se refiere a poder vivir en un ambiente libre de contaminación, por ejemplo, de derrames tóxicos. En segundo lugar, la capacidad de vivir en un ambiente limpio y seguro, podría ser vulnerada en casos de aludes o de contaminación proveniente de una fuente cercana. En tercer lugar, la capacidad de recibir alimentación y agua de calidad adecuada, se podría ver disminuida si se han contaminado, por ejemplo las napas subterráneas. Finalmente, un ejemplo de enfermedades evitables son las respiratorias, las cuales se producen, la mayoría de las veces, por emisiones atmosféricas.

En función de las características del bienestar humano posiblemente afectadas se otorga la puntuación de valoración:

- a) **(4 puntos) Muy alta:** se afectan al menos 4 de estos componentes del bienestar humano
- b) **(3 puntos) Alta:** se afectan 3 de estos componentes del bienestar humano
- c) **(2 puntos) Media:** se afectan 2 de estos componentes del bienestar humano
- d) **(1 punto) Baja:** se afecta 1 de estos componentes del bienestar humano

A modo de resumen general, se incluye la siguiente tabla con los factores de Peligro considerados, así como los criterios para la asignación de los puntajes.

**Tabla 6-5 Resumen Metodología de Determinación del Peligro de daño, componente Salud Humana**

Factor	Criterio de asignación de puntaje
Cantidad	Normativa vigente desde 1% hasta 100%
Peligrosidad	Análisis físico, químico, biológico y energético del agente o situación
Extensión	Nº de personas expuestas desde 10 hasta 1000 ó más
Vulnerabilidad	Composición de la Población: PHCA; GAV; PEV
Valoración Social	Características del bienestar humano afectado

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.5 Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Componente Patrimonio Sociocultural

La puntuación de las consecuencias que tendría la afectación sobre el componente Patrimonial se muestra en la **Ficha 7 (página 148)**. El fiscalizador debe asignar el puntaje correspondiente y luego sumarlos.

La definición de los criterios de cada factor para este componente se detalla a continuación:

#### 6.4.5.1 Cantidad

Se define en relación con un incremento o sustracción más allá de los límites permitidos por los máximos o mínimos, respectivamente, según la normativa reguladora correspondiente:

- a) **(4 puntos) Muy alta:** más de 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- b) **(3 puntos) Alta:** entre 50% y 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- c) **(2 puntos) Media:** entre 10% y 50% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.
- d) **(1 punto) Baja:** hasta un 10% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.

Cabe destacar, que una sustancia no permitida, de inmediato recibirá la puntuación “muy alta”, debido a que no hay tolerancia a su liberación. Lo mismo se aplica sobre cualquier actividad, cuya realización (incremento/extracción) esté prohibida o vedada temporalmente.

#### 6.4.5.2 Peligrosidad

La peligrosidad puede venir dada por las acciones impactantes o por las sustancias contaminantes, por este motivo se divide la peligrosidad según el entorno físico que podría llegar a afectar una acción, o la reactividad de las sustancias emitidas.

Se consideraron, tanto los espacios físicos donde se ejercen expresiones del Patrimonio Cultural Inmaterial, como la norma chilena de la Asociación Chilena de Seguridad (NCH 1411/4.OF78) para la peligrosidad de las sustancias según reactividad, en caso del carácter material del Patrimonio.

Con esto, las categorías son las siguientes:

- 1. **(4 puntos) Muy alta** (Extremadamente peligroso):
  - i. cuando existe la posibilidad de que las acciones y/o proyectos generen impacto disruptivo inmediato en la totalidad del modo de vida de una comunidad o comunidades y/o un impacto destructivo e inmediato del bien patrimonial material; o
  - ii. si el producto es inflamable y puede detonar fácilmente. Se incluyen materiales sensibles a choque mecánico o térmico, a temperatura y presión normal.

2. **(3 puntos) Alta** (Muy peligroso):
  - i. en casos que las distintas actividades generen la posibilidad de un impacto inmediato en los modos de vida de una comunidad o comunidades y/o en el bien patrimonial material; o
  - ii. si el producto es moderadamente inflamable o que puede detonar por choque. Se incluyen materiales sensibles a choque mecánico o térmico, a temperatura y presiones elevadas, o que reaccione explosivamente con agua sin requerir calor o confinamiento.
3. **(2 puntos) Media** (Peligroso):
  - i. en caso que exista la posibilidad de que las actividades generen un impacto que potencialmente disruptivo en los modos de vida de una comunidad o comunidades y una afectación al bien patrimonial material; o
  - ii. si el producto es inflamable o propenso a producir un cambio químico violento. Se incluyen además, materiales que pueden reaccionar violentamente con agua o que pueden formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.
4. **(1 punto) Baja** (Ligeramente peligroso):
  - i. cuando las acciones y/o proyectos pueden generar una alteración en los modos de vida de la comunidad o comunidades.
  - ii. si el producto es poco inflamable o inestable al calentarse.

#### 6.4.5.3 Extensión

La extensión está conceptualizada, desde el punto de vista del área de influencia, es decir, la magnitud de la población que podría verse afectada, independiente de los servicios culturales, en caso de que ocurriera una determinada alteración. En este caso, la extensión va desde lo local a lo nacional, es decir, la fluctuación en términos de extensión está fijada desde el punto de vista de cuántas comunidades podrían verse afectada por la alteración o pérdida de los bienes.

Respecto de la extensión, vale acotar la idea de que esta metodología difiere de la concepción usual de extensión física, ya que en términos físicos pueden generarse confusiones entre las evidencias del patrimonio y el espacio que ocupa. Un claro ejemplo de esta posibilidad de confusión, pueden ser los sitios arqueológicos, que pueden considerarse como una singularidad completa, debido a que el espacio mismo se vuelve importante para comprender la autenticidad del sitio, o bien se puede considerar como un espacio con varios elementos arqueológicos. En este sentido se consideró cuál es la influencia del bien patrimonio para las personas (en términos de escalas poblaciones) y no el criterio de extensión física.

- a) **(4 puntos) Muy alta:** los efectos del daño, afecta a nivel interregional o nacional.
- b) **(3 puntos) Alta:** los efectos del daño se manifiestan sobre las costumbres de toda una región territorial.

- c) **(2 puntos) Media:** los efectos del daño se manifiestan sobre las costumbres de comunidades a nivel provincial.
- d) **(1 punto) Baja:** la zona de influencia afecta las costumbres de las comunidades locales del entorno.

#### 6.4.5.4 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad de los bienes patrimoniales depende del *estado de conservación* del bien de protección:

- a) **(4 puntos) Muy alta:**
  - i. si el patrimonio es una singularidad para las comunidades locales afectadas y/o en relación con la totalidad del patrimonio nacional y/o regional; o
  - ii. si el patrimonio material tiene una sensibilidad tal, que cualquier alteración genera un impacto negativo permanente.
- b) **(3 puntos) Alta:**
  - i. si no existen bienes patrimoniales similares que puedan prestar el servicio cultural a las comunidades locales en un espacio geográfico de fácil acceso; o
  - ii. si el bien patrimonial es constituido en su estructura por materiales fácilmente sujeto a daños (p.e. instalaciones que están construidas con materiales sensibles, tales como: madera, adobe, cal, etc., y construcciones que tengan más de 50 años)
- c) **(2 puntos) Media:**
  - a) si existen pocos bienes patrimoniales similares que puedan prestar servicios culturales en el contexto local, regional y nacional; o
  - b) si el bien patrimonial presenta partes y elementos materiales sensibles sujetos a daños (ver arriba)
- d) **(1 punto) Baja:**
  - i. Si existen muchos bienes patrimoniales similares que puedan prestar servicios culturales en el contexto local, regional y nacional; o
  - ii. si el bien patrimonial no presenta materiales sensibles sujetos a daño (ver arriba).

#### 6.4.5.5 Pérdida de Valor Social

La valoración de los bienes patrimoniales se puede componer, a partir de la relación, entre el bien patrimonial y los componentes del bienestar humano involucrados, según la conceptualización de la valoración:

- Capacidad para acceder a materias primas y recursos para así obtener un ingreso
- Capacidad de aprovechar valores estéticos, paisajísticos y turísticos

- Oportunidad para obtener servicios recreacionales, espirituales y religiosos
- Oportunidad para que toda la sociedad pueda apreciar el folclor y otras expresiones culturales.
- Oportunidad para observar, estudiar y aprender de los ecosistemas y bienes patrimoniales

De este modo, la puntuación de la afectación a los valores sociales que prestan los recursos socioculturales al bienestar humano, queda:

- (4 puntos) Muy alta:** Se afectan al menos 4 de estos componentes del bienestar humano
- (3 puntos) Alta:** Se afectan 3 de estos componentes del bienestar humano
- (2 puntos) Media:** Se afectan 2 de estos componentes del bienestar humano
- (1 punto) Baja:** Se afecta 1 de estos componentes del bienestar humano

A modo de resumen general, se incluye la siguiente tabla con los factores de Peligro considerados y los criterios considerados para la asignación de los puntajes.

**Tabla 6-6 Resumen Metodología de Determinación del Peligro de daño, componente Patrimonio Sociocultural**

Factor	Criterio de asignación de puntaje
Cantidad	Normativa vigente desde 1% hasta 100%
Peligrosidad	Para patrimonio Material: NCH 1411/4.OF78 y Para patrimonio Inmaterial: Capacidad de generar impacto disruptivo del modo de vida de una comunidad (según inmediatez y porcentaje de la disrupción)
Extensión	Comunidades afectadas: desde locales hasta interregional o nacional.
Vulnerabilidad	Singularidad y sensibilidad del bien
Valoración Social	Características de bienestar humano afectado

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.6 Estimación de la Magnitud de las consecuencias en Otros componentes

En el caso que resulte afectado Otro componente del medio ambiente, no considerado como "Receptor" en la Metodología general, se requerirá hacer un análisis de riesgo en base a la **probabilidad** de afectación inminente y a la **magnitud** de las pérdidas, dadas por la **valoración social** del elemento afectado.

Hay que considerar que la magnitud de las consecuencias en estos componentes del medioambiente, no se pueden tratar de manera general como los componentes de

Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, Salud Humana y Patrimonio Sociocultural, debido a que no sabemos a priori que elementos se van a considerar.

#### 6.4.6.1 Pérdida de valor social

La pérdida de Valor Social se determina a partir de las características del bienestar humano que se puedan ver afectadas. Ejemplo: si el elemento en riesgo es muy valorado socialmente, como un glaciar, la pérdida sería también "muy alta".

De este modo, la puntuación de la afectación a los valores sociales:

- a) **(4 puntos) Muy alta:** Si el bien es muy valorado por la sociedad y es irremplazable
- b) **(3 puntos) Alta:** Si el bien es muy valorado por la sociedad, pero existen algunos bienes que puedan prestar el mismo servicio a las comunidades aledañas
- c) **(2 puntos) Media:** Si el bien tiene una valoración media, pero es irremplazable
- d) **(1 punto) Baja:** Si el bien es medianamente valorado y existen otros bienes similares que puedan prestar los mismos servicios

#### 6.4.6.2 Valorización Social

Se propone realizar una estimación del Valor Social del elemento afectado, de manera de estimar la Magnitud de las pérdidas. Ejemplo: si el elemento en riesgo es muy valorado socialmente, como un glaciar, la cualificación será "muy alta", por lo que la magnitud de los posibles daños sería también "muy alta" desde la perspectiva social.

El fiscalizador deberá hacer un juicio en base a los siguientes criterios:

**Tabla 6-7 Puntaje de Valoración Social (VS) de Otros componentes del medio ambiente**

Consecuencia	Puntaje
<b>Muy alta</b>	5
<b>Alta</b>	4
<b>Media</b>	3
<b>Baja</b>	2
<b>Mínima</b>	1

Donde:

- a) **(5 puntos) Muy alta:** Si el bien es muy valorado por la sociedad y es irremplazable

- b) **(4 puntos) Alta:** Si el bien es muy valorado por la sociedad, pero existen algunos bienes que puedan prestar el mismo servicio
- c) **(3 puntos) Media:** Si el bien tiene una valoración media, pero es irremplazable
- d) **(2 punto) Baja:** Si el bien es medianamente valorado y existen otros bienes similares que puedan prestar los mismos servicios
- e) **(1 punto) Mínima:** Si el bien es poco valorado y existen otros bienes similares que puedan prestar los mismos servicios

#### 6.4.7 Cualificación de la magnitud de las Consecuencias de los Componentes

Luego de sumar los puntajes de los factores de daño a los Receptores, y haber hecho la valoración social de los otros componentes del medio ambiente, se estiman las consecuencias para la evaluación del riesgo.

##### Ecuación 6-1 Estimación de las Consecuencias

$$\text{Consecuencias} = Ca + Pe + Ex + Vu + VS$$

Fuente: Dictuc S.A. (2011)

A partir del cálculo se cualifica la magnitud de dichas consecuencias. A continuación se muestra la **Tabla 6-8** con la cualificación de la magnitud y los puntos asignados.

**Tabla 6-8 Cualificación de las Consecuencias componentes Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, Salud humana y Patrimonio Cultural**

Consecuencia (Ca+Pe+Ex+Vu+VS)	Magnitud (m)	Puntos
Entre 21 y 25	Crítica	5
Entre 17 y 20	Alta	4
Entre 13 y 16	Media	3
Entre 9 y 12	Baja	2
Entre 5 y 8	No relevante	1

**Tabla 6-9 Cualificación de las Consecuencias Otros componentes**

Consecuencia (VS)	Magnitud (m)	Puntos
5	Crítica	5
4	Alta	4
3	Media	3
2	Baja	2
1	No relevante	1

El fiscalizador debe asignar el puntaje que corresponda según el componente afectado en la **Ficha 8 (página 149)**.

### 6.4.8 Determinación del Peligro de daño ambiental (entendido como riesgo)

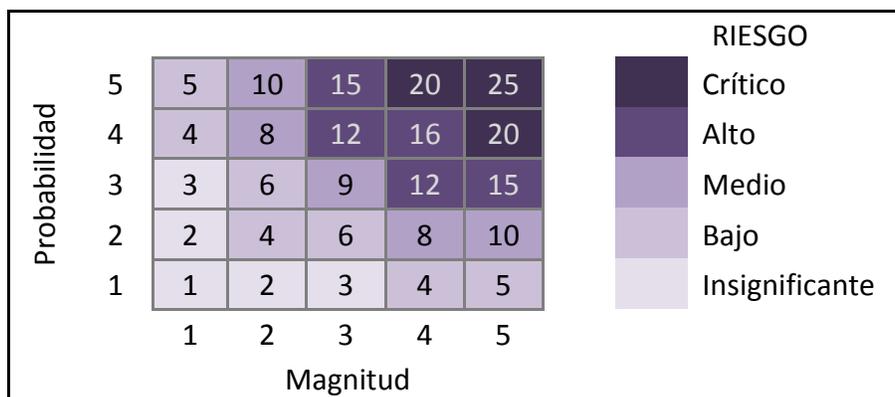
El riesgo se calcula al multiplicar la magnitud de las consecuencias por la probabilidad de ocurrencia, según componente:

**Ecuación 6-2 Estimación del Peligro de daño, entendido como Riesgo**

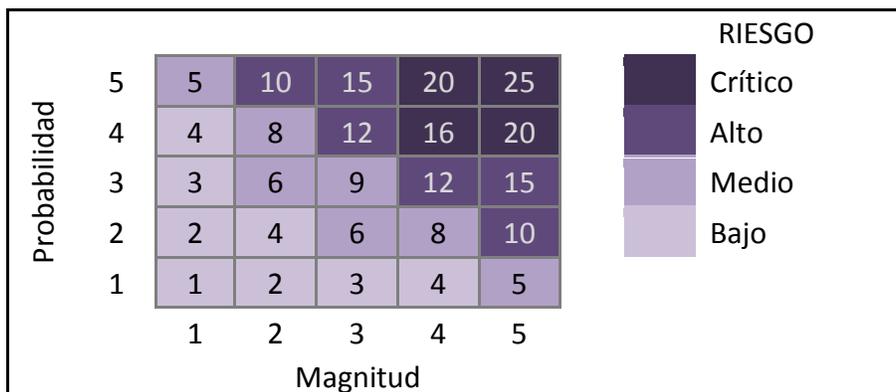
$$riesgo = probabilidad \times magnitud$$

Esto entrega un mapa de riesgo absoluto para cada componente, como el que se muestra en las **Figura 6-1 y Figura 6-2**.

**Figura 6-1 Riesgo Absoluto componentes B&RNR, Patrimonio Sociocultural y Otros**



**Figura 6-2 Riesgo Absoluto Salud Humana**



Hay que considerar que el riesgo a la salud nunca es insignificante, por lo que se es más exigente para el componente humano.

### 6.4.9 Riesgo por Componente afectado

A continuación se muestran las **Tabla 6-10 y Tabla 6-11** de graduación relativa del riesgo para cada componente. Es importante destacar en este punto, que las consecuencias sobre la Salud de la Población son un grado más elevadas que sobre los componentes B&RNR y Patrimonio, debido a que la Ley chilena regula con mayor rigor a los elementos que tengan que ver directamente con la salud de la población, en comparación con los demás receptores de daño.

**Tabla 6-10 Cualificación del Riesgo para el Componente B&RNR, Patrimonio Cultural y Otros**

Riesgo Componente B&RNR, Patrimonio	Puntaje
Crítico	20-25
Alto	12-16
Medio	8-10
Bajo	4-6
No relevante	1-3

**Tabla 6-11 Cualificación del Riesgo para el Componente Salud humana**

Riesgo Salud de la Población	Puntaje
Crítico	16-25
Alto	10-15
Medio	5-9
Bajo	1-4

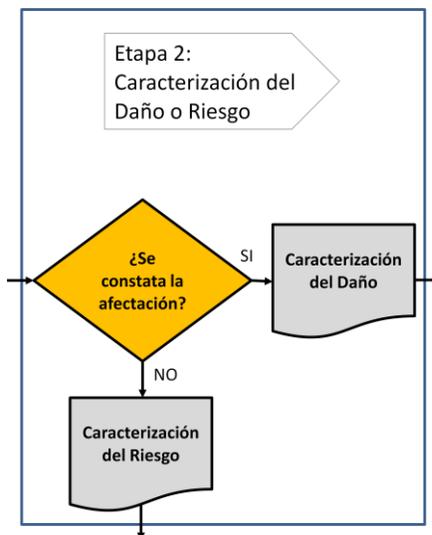
Finalmente, puede escribir la cualificación del Riesgo para cada componente en la **Ficha 9 (página 150)**, que resume los datos según el puntaje asignado en las **Tabla 6-10 y Tabla 6-11**.

#### 6.4.10 Riesgo Global

El criterio de decisión del Riesgo global de la afectación, debe ser la cualificación máxima entre los receptores del daño, y considerar como agravante la posible afectación a los demás componentes. Esta información, deberá ser completada por el fiscalizador en la **Ficha 9 (página 150)**.

Obviamente, este *check list* de un día no tiene un nivel de certeza muy elevado de los riesgos, pero es un buen indicador para saber si se deben tomar medidas cautelares que vayan en resguardo del medioambiente de manera temporal. El siguiente paso es más exhaustivo en la caracterización del daño o riesgo, dado que se cuenta con más tiempo y antecedentes.

## 6.5 Manual de la Segunda Etapa de la Metodología: Caracterización del Daño y Peligro de daño ambiental (Entendido como Riesgo)



El árbol de decisión, entre hacer un análisis del daño o del peligro de daño, tiene que ver con si se logra constatar la afectación o no.

Esta segunda etapa del proceso administrativo, dura unos 15 días, y busca caracterizar el daño o riesgo ambiental con un nivel de certeza medio, insumo para la formulación de cargos antes del proceso sancionatorio.

Eventualmente, si el caso lo amerita, se puede extender por 5 meses o más antes del dictamen para alcanzar un nivel de certeza alto. Hay que destacar que este Estudio provee una Metodología base para que, junto con el apoyo de expertos por tema, pueda

caracterizar de manera más exacta el daño por componentes y hacer un mejor análisis del riesgo.

En esta etapa, usted debe señalar si se ha constatado la afectación o no, de manera de decidir entre hacer un análisis de Daño o de Peligro de daño. Para eso, llene el casillero correspondiente con una cruz en la **Ficha 10 (página 151)**.

Si Usted marcó “No”, debe proceder a la **sección 6.5.13**, Caracterización del Peligro de daño (**página 135**).

Si Usted marcó con una cruz el casillero que dice “Sí”, debe proceder a la **sección 6.5.1**, sobre Caracterización del Daño, a continuación.

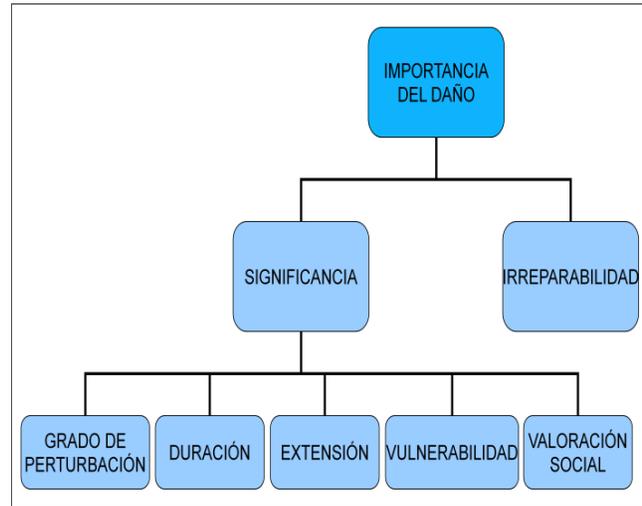
### 6.5.1 Caracterización del Daño ambiental

La caracterización de la importancia de la afectación ambiental se compone, en el contexto legal, de los criterios de Significancia e Irreparabilidad del daño.

Para determinar la Significancia del daño, se han establecido cinco factores que deberán ser sumados por Componente: Grado de Perturbación, Duración, Extensión, Vulnerabilidad y pérdida de Valor Social por los servicios afectados. Con respecto a la gravedad de la infracción, es necesario ver si el daño es Reparable (o alternativamente

existe riesgo significativo a la salud de las personas), o si es Irreparable (o existe afectación grave a la salud de las personas).

- Significancia:
  - Grado de Perturbación
  - Duración
  - Extensión
  - Vulnerabilidad
  - Pérdida de Valor Social
  
- Irreparabilidad



A continuación se describirán los factores asociados a la caracterización del daño ambiental.

## 6.5.2 Significancia

Se considerarán cinco factores determinantes de la significancia del daño. Ellos son: **grado de perturbación, duración, extensión, vulnerabilidad** y pérdida de **valor social**.

### 6.5.2.1 Grado de Perturbación (GP)

Amplitud de las modificaciones del elemento ambiental afectado, sea en sus características estructurales y/o funcionales.

Para el componente B&RNR, corresponde a la magnitud porcentual del cambio observado en las variables de estado de interés, en relación con lo esperado a partir de su rango de variación natural.

Para el componente Salud de la población, el grado de perturbación, depende de si los efectos son de carácter local o sistémico.

Para el componente Patrimonio sociocultural, el GP, se refiere a la incidencia sobre las variables que componen estructuralmente al patrimonio en términos materiales, o sobre el nivel de pérdida de servicio que presta el bien al patrimonio inmaterial.

### 6.5.2.2 Duración (Du)

Corresponde a la suma del tiempo de desarrollo de la acción/omisión impactante más el tiempo de persistencia del agente de riesgo en el receptor.

La afectación puede presentarse de manera instantánea (modo pulso o agudo) y luego desaparecer, o puede persistir en el tiempo (modo presión o crónico) y acumularse en el entorno. Si la afectación tiene un tiempo de desarrollo largo o es intermitente, este tiempo se sumará al de persistencia intrínseca del agente de riesgo sobre el receptor (ver **Sección 12, Anexo Persistencia Contaminante, página 176**), agravando la puntuación de este factor.

En el componente B&RNR, la Duración del daño viene dada por el tiempo de desarrollo de la acción/omisión impactante, más el tiempo que agente de riesgo persiste en el sistema, en cantidad o intensidad suficiente para afectar las Poblaciones y Ecosistemas del área sobre la que se constató el daño.

En el contexto de la Salud de la población, la duración se refiere al tiempo de desarrollo de la acción/omisión impactante más la persistencia del agente de riesgo en el cuerpo

humano, desde los contaminantes, acción u omisión que permanecen menos de un día, hasta los acumulativos.

Para el componente Patrimonio sociocultural, es el tiempo de desarrollo de la acción/omisión impactante, más el tiempo que va a repercutir sobre el patrimonio cultural, medido como el tiempo que el efecto del daño deja de actuar sobre las actividades de las comunidades afectadas.

### 6.5.2.3 Extensión (Ex)

Es la cantidad recursos afectados, ya sea en número de población expuesta, en área, o en términos de pérdida de servicios ambientales, según sea el componente.

Para el componente B&RNR, la extensión se determinará a partir del rango de influencia de la acción impactante en unidades métricas, o considerando también el número de unidades naturales afectadas, el mayor de ambos criterios.

Para el componente Salud de la población, la extensión se determinará según el número de casos en que se puedan constatar daños a la salud de las personas.

En el caso del Patrimonio sociocultural, la extensión va desde lo local a lo nacional, es decir, la fluctuación en términos de extensión, está fijada desde el punto de vista de cuantas comunidades podrían verse afectada por la alteración o pérdida de los bienes.

### 6.5.2.4 Vulnerabilidad (Vu)

Es la característica de una unidad territorial o de un elemento en su entorno, desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural o humana. Esto, determina la importancia de protección del bien.

Los factores que influyen en la vulnerabilidad del bien natural, son el estado de conservación de las especies y ecosistemas afectados, el endemismo y la rareza de las especies involucradas y, la afectación de servicios ecosistémicos de soporte.

Para abordar la vulnerabilidad de la salud de la población es importante considerar las características de la población expuesta y afectada, según la historia de conflictos.

La vulnerabilidad de los bienes patrimoniales, depende del estado de conservación del bien de protección y del número de bienes patrimoniales que pueden prestar los mismos servicios culturales.

### 6.5.2.5 Pérdida de Valor Social (VS)

El análisis de daño ambiental, basado en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM), desarrolla un marco conceptual que vincula los distintos tipos de servicios de los ecosistemas, con cuatro componentes del bienestar humano:

- Seguridad
- Materiales esenciales para una vida decente
- Salud
- Buenas relaciones sociales

La pérdida de Valor Social para el componente B&RNR, puede determinarse a partir de (i) la proporción de la población afectada por la pérdida de servicios ecosistémicos (benéficos o vitales), (ii) la localización del daño en las inmediaciones o dentro de áreas protegidas, o categorizadas prioritarias para la conservación por organismos competentes, y (iii) la valoración cultural de las especies, ecosistemas y paisajes afectados, según sean carismáticos o, tengan valor escénico o simbólico.

La pérdida de Valor Social a la Salud de la Población se mide según las características del bienestar humano que se puedan ver afectadas.

Para el componente Patrimonio Sociocultural, la pérdida de Valor Social está dada por la pérdida de los recursos, los servicios socioculturales y económicos (como el uso de suelos), producto de la afectación.

La **Tabla 6-12** muestra un resumen de los factores de la significancia del daño según el receptor afectado:

Tabla 6-12 Definición de conceptos para la estimación de la significancia del daño

CONCEPTO	Sobre Componente B&RNR	Sobre Componente Humano	Sobre Componente Patrimonio Sociocultural
<b>Grado de Perturbación</b>	Magnitud porcentual del cambio observado en las variables de estado en relación con lo esperado a partir de su variación natural	Depende de si los efectos en la Salud de la Población son de carácter local o sistémico	Magnitud porcentual del cambio sobre las variables estructurales del Patrimonio Material; o sobre el nivel de irrupción espacial y temporal de las comunidades indígenas (Patrimonio Inmaterial)
<b>Duración</b>	Tiempo que un contaminante o el efecto de una acción responsable de daño persiste en el sistema	Tiempo de exposición al agente de riesgo más la persistencia en el cuerpo humano	Tiempo de repercusión del efecto físico sobre el Patrimonio Material; o tiempo que el efecto del daño deja de actuar sobre las comunidades del Patrimonio Inmaterial
<b>Extensión</b>	Espacio de influencia del impacto en relación a las unidades naturales afectadas	Número de casos de constatación de daños a la salud de las personas	Espacio de influencia en relación a las comunidades que podrían verse afectadas por la alteración o pérdida de los bienes
<b>Vulnerabilidad</b>	Estado de conservación, endemismo y la rareza de las especies involucradas; y la afectación de servicios de soporte	Vulnerabilidad de los grupos afectados según la historia de conflictos	Estado de conservación del bien Material y singularidades en el Inmaterial
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Pérdida de servicios ecosistémicos, áreas protegidas y Valoración cultural de las especies y paisajes	Efecto sobre el bienestar humano	Efecto sobre la pérdida de los recursos, y los servicios socioculturales y económicos producto de la afectación

A continuación se detallan estos factores para cada uno de los componentes.

### 6.5.3 Estimación de la Significancia del daño Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)

La puntuación de los factores de Significancia que tendría la afectación sobre el entorno natural se muestra en la **Ficha 11 (página 153)**. El fiscalizador debe asignar el puntaje correspondiente y luego sumarlos.

La definición de los criterios de cada factor para este componente se detalla a continuación:

### 6.5.3.1 Grado de Perturbación

Los 5 niveles en que se clasifica el GP, se determinan a partir de cinco criterios (resumidos en la **Tabla 6-13**), detallados a continuación:

- (i) Para especies o subcomponentes en los que se cuente con información cuantitativa sobre su variabilidad natural en el mismo sistema o sistemas similares o comparables a los afectados por el daño. Se cuantificará la magnitud porcentual del cambio observado en las variables de estado de interés, en relación con lo esperado a partir de su rango de variación natural (ej. cambios 100% y 1000% representan variaciones en la variable de interés, cuya magnitud es el doble o un orden de magnitud mayor a la esperada, a partir de su variabilidad natural); esto se aplica para variables de estado no involucradas en los puntos ii al v.
- (ii) En el caso de la introducción de especies no nativas, se tendrá en cuenta la máxima etapa del proceso de invasión alcanzada (ej.: introducción, asentamiento local o extensión del rango de distribución), considerándose que la extensión del rango es regional o nacional, si comprende solo localidades dentro de la misma ecorregión, donde se produce la introducción o también otras ecorregiones presentes en el país, respectivamente.
- (iii) En el caso de la extinción de especies, el grado de perturbación dependerá de la escala espacial sobre la que aquella se verifica. La extinción de especies consideradas como clave, ingenieras, dominantes o funcionalmente singulares, implicará un grado mayor de perturbación, debido a sus consecuencias a nivel comunitario y ecosistémico, y menor para aquellas funcionalmente redundantes.
- (iv) El grado de perturbación estará asociado con la magnitud de los cambios en los procesos sucesionales, determinada a partir de la existencia de cambios cuantitativos (tasas) o cualitativos (detención del proceso, retracción a etapas previas o iniciales con el subsiguiente desarrollo de sucesiones secundarias o primarias respectivamente, o la aparición de estados alternativos y/o ecosistemas novedosos).
- (v) La existencia de cambios en la estructura del paisaje, desde variaciones en la cobertura relativa de los distintos hábitats o ecosistemas que lo componen, hasta el número de éstos y la superación subsiguiente de límites críticos en la configuración espacial de los mismos (ej. cambios cualitativos en el grado de conectividad de los hábitats remanentes, umbrales de percolación, etc.)

**Tabla 6-13 Criterios para el Grado de Perturbación para el componente B&RNR**

Factores	Mínimo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Cambio en variables de estado	< 10%	10-50%	50-100%	100-1.000%	> 1.000%
Especies exóticas		Introducción	Asentamiento (local)	Expansión de rango (regional)	Extensión de rango (nacional)
Extinción de poblaciones			Local	Regional	Nacional
Categoría especial:					
- Funcionalmente redundantes		Local	Regional	Nacional	
- Clave, ingenieras, dominantes o funcionalmente singulares				Local	Regional o Nacional
Alteración de procesos de sucesión		Cambio de tasas	Detención	Retracción a etapas previas y sucesión 2 <sup>ria</sup>	Retracción a etapas iniciales y sucesión 1 <sup>ria</sup> . Estados alternativos. Ecosistemas novedosos.
Cambios en estructura del paisaje		Cobertura relativa de hábitats y ecosistemas	Superación de límites críticos de conectividad (ej. percolación)	Número de hábitats y ecosistemas	Cambios en relieve y geomorfología
Puntos	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10

Fuente: Dictuc S.A (2011)

Así será:

a) **(9-10 Puntos) Muy alto** si:

- i. cambio en variables de estado de más de 1.000% (p.e. un orden de magnitud) por encima de lo esperado a partir de sus límites naturales de variación; o
- ii. se registra el asentamiento y expansión de rango de especies exóticas, más allá de los límites de la ecorregión en que fueron inicialmente introducidas (p.e. a nivel interregional o nacional); o
- iii. se registra extinción regional o nacional de poblaciones de especies clave, ingenieras, funcionalmente singulares o dominantes, y/o se registra extinción nacional de especies en ninguna de las categorías anteriores y funcionalmente no redundantes; o
- iv. se retraen los procesos de sucesión a etapas iniciales, iniciándose una sucesión primaria, y/o cambios a estados alternativos, y/o aparición de ecosistemas novedosos; o
- v. se registran cambios en el relieve y geomorfología del área afectada.

- b) **(7-8 Puntos) Alto** si:
- cambio en variables de estado entre 100% y 1.000% (p.e. un orden de magnitud), por encima de lo esperado a partir de sus límites naturales de variación; o
  - se registra el asentamiento y expansión de rango de especies exóticas, pero sin atravesar los límites de la ecorregión en que fue inicialmente introducida; o
  - se registra extinción local de poblaciones de especies clave, ingenieras, funcionalmente singulares o dominantes, y/o se registra extinción nacional de especies funcionalmente redundantes, y/o extinción regional de especies en ninguna de las categorías anteriores; o
  - se retraen los procesos de sucesión a etapas previas, no iniciales, iniciándose una sucesión secundaria; o
  - se registran cambios en el número de hábitats y ecosistemas.
- c) **(5-6 Puntos) Medio** si:
- cambio en variables de estado entre 50% y 100%, por encima de lo esperado a partir de sus límites naturales de variación; o
  - se registra introducción y asentamiento local de especies exóticas, pero sin expansión de su rango, más allá de la localidad de introducción; o
  - se registra extinción local de poblaciones, pero ninguna de estas corresponde a especies clave, ingenieras, funcionalmente singulares o dominantes, y/o se registra extinción regional de especies funcionalmente redundantes; o
  - se interrumpen los procesos de sucesión local; o
  - se registran cambios en la cobertura relativa de los distintos hábitats y ecosistemas próximos o, por encima de niveles críticos de conectividad.
- d) **(3-4 Puntos) Bajo** si:
- cambio en variables de estado entre 10% y 50%, por encima de lo esperado, a partir de sus límites naturales de variación; o
  - se registra introducción de especies exóticas, pero no su asentamiento; o
  - sólo se registra extinción local de especies funcionalmente redundantes; o
  - se registran cambios en las tasas de los procesos de sucesión, sin interrupciones y sin alterar su dirección; o
  - se registran cambios en la cobertura relativa de los distintos hábitats y ecosistemas, sin alcanzar niveles críticos de conectividad.
- e) **(1-2 Puntos) Mínimo** si:
- cambio en variables de estado no más de 10%, por encima de lo esperado, a partir de sus límites naturales de variación; y
  - no se registra introducción de especies exóticas; y
  - no se registran extinción de poblaciones, independientemente del tipo de especie; y
  - no se registra alteración de los procesos locales de sucesión; y
  - no se registran cambios significativos en la estructura del paisaje.

La **Tabla 6-13**, muestra los niveles del grado de perturbación del componente B&RNR, considerándose como el mayor alcanzado por cualquiera de los Factores considerados (variables de estado, especie, población, procesos de sucesión o paisaje).

### 6.5.3.2 Duración

En el componente B&RNR la Duración del daño viene dada por el **tiempo de desarrollo** de la acción/omisión impactante, **más el tiempo que agente de riesgo persiste en el sistema**. Hay que considerar que si el evento tiene un tiempo de desarrollo largo, o es intermitente, este tiempo se sumará al de persistencia intrínseca del agente de riesgo en el receptor agravando la puntuación de este factor.

De esta manera, la duración del daño se puntuará como el tiempo de desarrollo de la acción/omisión impactante más la persistencia del efecto/contaminante sobre el receptor, es decir:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** Si el tiempo total ha sido o será más de 10 años
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** Si el tiempo total es o estará entre 1 año y 10 años
- c) **(5-6 Puntos) Media:** Si el tiempo total es o estará entre 1 mes y 1 año
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** Si el tiempo total es o estará entre 1 semana y 1 mes
- e) **(1-2 Puntos) Mínima:** Si el tiempo total no será más de 1 semana

### 6.5.3.3 Extensión

La extensión se determinará, en primer lugar (criterio i) a partir del rango de influencia de la acción impactante (ej. descarga de contaminante) en unidades métricas, medido como la superficie que podría abordar el daño. La cuantificación se realizará, mediante una escala logarítmica (en base 10) en metros cuadrados, reflejando órdenes de magnitud de extensión; y en segundo lugar (criterio ii), considerando también el número de unidades naturales afectadas (**Tabla 6-14**).

**Tabla 6-14 Criterios de Extensión del daño para el componente B&RNR**

	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Unidades métricas	< 0,1 km <sup>2</sup>	0,1 – 1 km <sup>2</sup>	1 – 10 km <sup>2</sup>	10 – 100 km <sup>2</sup>	> 100 km <sup>2</sup>
Unidades naturales	porción	local	≥ 2 localidades en 1 ecorregión (< 90% de locs.)	≥ 2 localidades, ≥ 2 ecorregiones (< 90% de locs.)	≥ 90% de localidades
<b>Puntos</b>	<b>1 – 2</b>	<b>3 – 4</b>	<b>5 – 6</b>	<b>7 – 8</b>	<b>9 - 10</b>

Fuente: Dictuc S.A (2011)

Así:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** los efectos del daño se manifiestan:
- dentro de un rango mayor a 100 km<sup>2</sup> desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - en el 90% o más de las localidades en la que el subcomponente afectado se encuentra presente a nivel nacional.
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** Los efectos del daño se manifiestan:
- abarcando un área de entre 10 y 100 km<sup>2</sup> desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - sobre dos o más subcomponentes en localidades distribuidas, sobre dos más ecorregiones o unidades biogeográficas (ej. dos o más poblaciones locales de una especie, metapoblación o metacomunidad), hasta el 90% de las localidades en las que el subcomponente afectado se encuentra presente a nivel nacional.
- c) **(5-6 Puntos) Media:** Los efectos del daño se manifiestan:
- abarcando un área de entre 1 y 10 km<sup>2</sup> desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - sobre dos o más subcomponentes en distintas localidades, dentro de una misma ecorregión o unidad biogeográfica (ej. dos o más poblaciones locales de una especie, metapoblación o metacomunidad), hasta el 90% de las localidades en las que el subcomponente afectado se encuentra presente a nivel nacional.
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** Los efectos del daño se manifiestan:
- abarcando un área de entre 0,1 y 1 km<sup>2</sup> desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - sobre subcomponentes locales (ej. población, comunidad o ecosistema local) enteros, con límites espaciales definidos y, cuya interacción con otros similares sólo puede ocurrir, mediante procesos migratorios o de transporte a larga distancia.
- e) **(1-2 Puntos) Muy Baja:** Los efectos del daño se manifiestan:
- abarcando un área de hasta 0,1 km<sup>2</sup> desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o
  - sobre una porción de una población, comunidad o ecosistema local (ej. algunos individuos de una población).

Para cada subcomponente de B&RNR, afectado por daño, la categoría de extensión espacial correspondiente será la más alta entre las determinadas por los criterios i y ii.

Por último, la Extensión del Daño para el componente B&RNR corresponderá a la mayor de las obtenidas para cada uno de sus subcomponente afectados según la

**Tabla 6-14.** Debe notarse que debido a la naturaleza jerárquica inherente a los distintos niveles de organización biológica, la Extensión del Daño para el componente B&RNR no es totalmente independiente del Grado de Perturbación.

#### 6.5.3.4 Vulnerabilidad

Los factores que influyen en la vulnerabilidad del bien natural, son el estado de conservación de las especies y ecosistemas afectados, el endemismo y la rareza de las especies involucradas y la afectación de servicios ecosistémicos de soporte (p.e. aquellos que no proveen directamente de bienes y servicios, pero de los cuales dependen aquellos que sí lo hacen).

A continuación, se detallan algunos criterios para determinar la vulnerabilidad del bien dañado, seguidos por una tabla en la que se asigna la categoría y el puntaje correspondiente.

- (i) Los efectos sobre una o más poblaciones sobre las que se verifique daño, serán puntuados distintamente de acuerdo con el estado de conservación de las especies a nivel nacional, o en su defecto a nivel global de acuerdo con los criterios actualmente utilizados por el MMA y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), los cuales son equivalentes; en ausencia de criterios nacionales del MMA para una especie, y antes de recurrir a los criterios globales de UICN, puede recurrirse a otras fuentes (ej. categorización en el Reglamento de la Ley de Caza, Conaf) y establecer equivalencias siempre que se justifique debidamente; los criterios MMA-IUCN son: LC, preocupación menor; NT, casi amenazada; VU, vulnerable; EN, en peligro; CR, en peligro crítico.
- (ii) Se tendrá en cuenta si existe un consenso o justificación robusta acerca del estado de conservación de los ecosistemas involucrados.
- (iii) Se considerará una puntuación mayor cuando una o más poblaciones dañadas sean endémicas (p.e. con distribución restringida) o muestren bajos niveles naturales de abundancia (p.e. sean raras), considerándose el endemismo más restrictivo que la rareza (ver **Tabla 6-15**).
- (iv) Se dará una puntuación Alta o Muy Alta si existe daño sobre uno o más servicios ecosistémicos de soporte, reduciendo sus tasas o interrumpiéndolos totalmente, poniendo en riesgo el funcionamiento de todo el ecosistema.

En la **Tabla 6-15**, se muestra la asignación de puntaje según vulnerabilidad Mínima, Baja, Media, Alta o Muy alta. Se debe considerar el máximo entre los factores.

**Tabla 6-15 Criterios de Vulnerabilidad para el componente B&RNR**

Factores	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta
Estado de Conservación de las especies	Preocupación Menor (LC)	Casi Amenazada (NT)	Vulnerable (VU)	En peligro (EN)	En peligro Crítico (CR)
Endemismo/Rareza	común/ distrib. amplia	común/ distrib. amplia	rara/distrib. Amplia	común/ endémica	rara/ endémica
Estado de conservación del ecosistema				VU	EN
Servicios Ecosistémicos de soporte	no afectados	no afectados	no afectados	reducción de tasas	interrupción total
<b>Puntos</b>	<b>1 - 2</b>	<b>3 - 4</b>	<b>5 - 6</b>	<b>7 - 8</b>	<b>9 - 10</b>

Fuente: Dictuc S.A (2011)

Así, será:

a) **(9-10 Puntos) Muy Alta** si:

- i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “En Peligro Crítico” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo muy alto de extinción para las mismas; o
- ii. Al menos uno de los ecosistemas involucrados puede ser categorizado como “En Peligro” a nivel nacional; o
- iii. Al menos una de las poblaciones involucradas es a la vez endémica y rara (poco abundante o escasa); o
- iv. Se observa la interrupción total en uno o más servicios ecosistémicos de soporte.

b) **(7-8 Puntos) Alta** si:

- i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “En Peligro” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo alto de extinción para las mismas; o
- ii. Al menos uno de los ecosistemas involucrados puede ser categorizado como “Vulnerable” (p.e. aunque no se encuentra actualmente en peligro, puede estarlo en un futuro en ausencia de medidas de protección) a nivel nacional; o
- iii. Al menos una de las poblaciones involucradas es común, pero endémica; o
- iv. Se observa una reducción en las tasas de uno o más servicios ecosistémicos de soporte.

c) **(5-6 Puntos) Media** si:

- i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “Vulnerable” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas;
- ii. Todos los ecosistemas involucrados pueden ser categorizados como fuera de peligro a nivel nacional; o

- iii. Al menos una de las poblaciones involucradas es rara (p.e. baja abundancia natural y/o ocurrencia), pero todas son de amplia distribución; y
  - iv. No existen servicios ecosistémicos de soporte comprometidos.
- d) **(3-4 Puntos) Baja** si:
- i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “Casi Amenazada” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo bajo o nulo de extinción para las mismas; y
  - ii. Todos los ecosistemas involucrados pueden ser categorizados como fuera de peligro a nivel nacional; y
  - iii. Constituyen todas especies comunes (p.e. alta abundancia y/o frecuencia) con una distribución amplia; y
  - iv. No existen servicios ecosistémicos de soporte comprometidos.
- e) **(1-2 Puntos) Mínima** si:
- i. Todas las especies involucradas han sido categorizadas como de “Preocupación Menor” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo bajo o nulo de extinción para las mismas; y
  - ii. Todos los ecosistemas involucrados pueden ser categorizados como fuera de peligro a nivel nacional; y
  - iii. Constituyen todas especies comunes (p.e. alta abundancia y/o frecuencia) con una distribución amplia; y
  - iv. No existen servicios ecosistémicos de soporte comprometidos.

De todos estos criterios aplicados sobre los que se verifique daño, primará aquel que determine una puntuación mayor del daño a la vulnerabilidad.

#### 6.5.3.5 Pérdida de Valor Social

Como se mencionó en el contexto teórico entregado, la determinación de la existencia de daño no sólo depende de la ocurrencia de una perturbación sobre un componente ambiental, sino también de la carga valórica de los cambios producidos. De esta forma, la pérdida de Valor Social puede determinarse a partir de tres criterios: (i) la proporción de la población afectada por la pérdida de servicios ecosistémicos y si estos son benéficos o vitales, (ii) la localización del daño en las inmediaciones o, dentro de áreas protegidas o categorizadas prioritarias para la conservación por organismos competentes, y (iii) la valoración cultural de las especies, ecosistemas y paisajes afectados, según sean carismáticos o, tengan valor escénico o simbólico (resumen en la **Tabla 6-16**).

Tabla 6-16 Criterios para Pérdida de Valor Social y puntos, componente (B&amp;RNR)

Factores			Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta
Sp. Simbólico	Carismática/V.	Escénico/V.			1 criterio	2 criterios	3 criterios
Serv. (%pob.)	Ecosistémicos	Benéficos	<10%	10-25%	25-50%	50-75%	>75%
Serv. (%pob.)	Ecosistémicos Vitales (%pob.)		0%	0%	0-10%	10-25%	>25%
Área protegida o prioritaria				lindero/sin influencia	lejos/con influencia	lindero/con influencia	dentro
Puntos			1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10

Fuente: Dictuc S.A (2011)

Así, será:

a) **(9-10 Puntos) Muy Alta** si:

- i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos afecta más del 75% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales afecta más del 25% de ésta; o
- ii. La acción impactante ocurre **dentro** de áreas protegidas o prioritarias para la conservación; o
- iii. Se cumplen **tres ó más** de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.

b) **(7-8 Puntos) Alta** si:

- i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos afecta entre 50% y 75% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales afecta entre 10% y 25% de ésta; o
- ii. La acción impactante ocurre en zonas linderas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. más allá de 10 km fuera de los límites del área de amortiguación), y su influencia se transmite dentro de éstas por medios físicos (ej. corrientes de agua, viento) o biológicos (ej. transporte por animales durante sus desplazamientos); o
- iii. Se cumplen sólo **dos** de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.

c) **(5-6 Puntos) Media** si:

- i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos afecta entre 25% y 50% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales afecta menos de 10% de ésta; o
- ii. La acción impactante ocurre en zonas lejanas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. más allá de 10 km fuera de los límites del área de amortiguación), pero su influencia se transmite dentro de éstas por medios

- físicos (ej. corrientes de agua, viento, etc.) o biológicos (ej. transporte por animales durante sus desplazamientos); o
- iii. Se cumple sólo **uno** de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.
- d) **(3-4 Puntos) Baja** si:
- La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos afecta entre 10% y 25% de la población presente en el área de influencia del daño, y no existe pérdida de servicios ecosistémicos vitales; o
  - La acción impactante ocurre en zonas linderas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. en áreas de amortiguación, si existieran, y hasta 10 km fuera de los límites de estas), pero su influencia no se transmite dentro de estas por ningún medio; o
  - Ninguna de las especies afectada es carismática o posee valor simbólico, y ninguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.
- e) **(1-2 Puntos) Mínima** si:
- La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos afecta a menos del 10% de la población presente en el área de influencia del daño, y no existe pérdida de servicios ecosistémicos vitales; y
  - La acción impactante ocurre lejos de áreas protegidas o prioritarias para la conservación, y no existen medios que transmitan su influencia dentro de éstas; y
  - Ninguna de las especies afectada es carismática o posee valor simbólico, y ninguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.

#### 6.5.4 Estimación de la Significancia del daño Componente Salud de la Población

La puntuación de los factores de significancia que tendría la afectación sobre el entorno humano se muestra en la **Ficha 12 (página 154)**. El fiscalizador debe asignar el puntaje correspondiente y luego sumarlos.

La definición de los criterios de cada factor para este componente se detalla a continuación:

##### 6.5.4.1 Grado de Perturbación

Para el componente Salud de la población, el grado de perturbación depende de si los efectos son de carácter local o sistémico. Entendiendo como efecto local, aquel

circunscrito al lugar de contacto entre el organismo y el agente de riesgo, mientras que sistémico se refiere al efecto de carácter generalizado o que ocurre en un lugar distinto de aquel por el que el agente penetró en el cuerpo.

Por otro lado, el período de incapacitación que produce el daño al grupo afectado, es otro elemento que resulta relevante a la hora de determinar el grado de perturbación. En efecto, debemos determinar cuánto tiempo se verá imposibilitado de realizar sus actividades cotidianas con normalidad, debido a un menoscabo en su salud. El equipo consultor propone, en base a su juicio, una escala temporal para los efectos de carácter local y sistémico.

En caso de que los efectos a la salud tengan un carácter **local**, la puntuación se asignará de la siguiente manera:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alto:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas por más de 1 mes.
- b) **(7-8 Puntos) Alto:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas entre 1 semana y 1 mes.
- c) **(5-6 Puntos) Medio:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas por un período entre 1 día y 1 semana.
- d) **(3-4 Puntos) Bajo:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas por un período inferior a 1 día.
- e) **(1-2 Puntos) Mínimo:** el grupo afectado puede seguir realizando sus actividades cotidianas sin problemas.

En caso de que los efectos a la salud, tengan un carácter **sistémico**, la puntuación se asignará de la siguiente manera:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alto:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas entre 1 semana y 1 mes.
- b) **(7-8 Puntos) Alto:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas por un período entre 1 día y 1 semana.
- c) **(5-6 Puntos) Medio:** el grupo afectado no puede realizar sus actividades cotidianas por un período inferior a 1 día.
- d) **(3-4 Puntos) Bajo:** el grupo afectado puede seguir realizando sus actividades cotidianas sin problemas.

Cabe señalar, que no existe un nivel mínimo si los efectos son sistémicos, pues éste cae en una categoría más alta que la afectación local.

#### 6.5.4.2 Duración

Corresponde a la suma del **desarrollo** de la acción/omisión impactante **más la persistencia** del agente de riesgo en el cuerpo.

En cuanto a la acción/omisión impactante, ésta puede presentarse de manera instantánea (modo pulso o agudo) y luego desaparecer, o puede persistir en el tiempo (modo presión o crónico).

Por otra parte, los contaminantes también pueden persistir de distinta manera en el cuerpo humano. En el contexto Salud de la población, existen contaminantes bioacumulativos, que nunca dejan el cuerpo humano, éstos caen en la categoría más elevada o crónica (USEPA 2011). Existen otros agentes de riesgo que permanecen menos tiempo en el cuerpo humano que los acumulativos: Por ejemplo, algunas sustancias radiactivas se van quedando en el cabello o la piel por algunos meses antes de degradarse. Existen agentes de graduación intermedia, vale decir, aquellos contaminantes que pueden persistir en el cuerpo por un par de días o semanas, por ejemplo debido a ingesta. Por último están aquellos agentes de riesgo que se mantienen por menos de un día en el cuerpo, tales como el ruido o el monóxido de carbono, este último es eliminado en la respiración (ver **Sección 12, Anexo 2: Persistencia de los Contaminantes**).

Así, la clasificación de puntos será:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** situación crónica, en que el tiempo total es mayor a 6 meses.
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** situación subcrónica, en que el tiempo total dura entre 3 y 6 meses.
- c) **(5-6 Puntos) Media:** situación en que el tiempo total dura entre 2 semanas y 3 meses.
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** situación subaguda, en que el tiempo total dura entre 1 y 14 días.
- e) **(1-2 Puntos) Muy baja:** situación aguda, en que el tiempo total dura 24 horas ó menos.

#### 6.5.4.3 Extensión

Para el componente Salud de la población, la extensión se determinará según el número de casos en que se puedan constatar daños a la salud de las personas. Comúnmente, serán menos las personas afectadas que las personas expuestas. Para cuantificar la extensión se puede recurrir a antecedentes de los centros médicos aledaños, en relación a las consultas, hospitalizaciones, urgencias notificadas al SEREMI o MINSAL, etc.

La puntuación será:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** más de 100 casos
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** entre 25 y 100 casos
- c) **(5-6 Puntos) Media:** entre 5 y 25 casos
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** entre 1 y 5 casos
- f) **(1-2 Puntos) Mínima:** 1 caso o ninguno.

#### 6.5.4.4 Vulnerabilidad

Para abordar la vulnerabilidad de la Salud de la población es importante considerar las características de la población expuesta y afectada por la situación de contaminación, debido que en ciertos casos resulta necesario una protección mayor.

Existen 3 criterios aditivos que ayudan a obtener el puntaje total. Cabe señalar, que si la suma resulta más de 5, es muy alta o merece protección:

1. Población con historia de conflictos ambientales (PHCA): corresponde a la población que ha sido expuesta previamente a conflictos ambientales, y que por tanto, pueden desencadenar efectos acumulativos.
  - a. Ningún antecedente: 0 punto.
  - b. Algunos antecedentes: 1 puntos.
  - c. Zona de conflictos ambientales: 2-3 puntos
2. Población expuesta vulnerable (PEV): población expuesta particularmente vulnerable, dada su cercanía a escuelas, centros de salud u otro tipo de establecimiento, donde asistan personas enfermas, niños, ancianos o embarazadas.
  - a. No hay población vulnerable expuesta: 1 punto.
  - b. Población vulnerable podría haber sido expuesta: 2 puntos.
  - c. Población vulnerable fue expuesta: 3 puntos.
3. Grupo afectado vulnerable (GAV): corresponde a aquellos grupos que presentan daños en alguna persona particularmente vulnerable, a saber: enfermos, niños, ancianos o embarazadas.
  - a. Grupo afectado sin grupos vulnerables: 1 punto
  - b. Grupo afectado incluye grupos vulnerables: 3 puntos.

#### **Ecuación 6-3 Vulnerabilidad Grupos Humanos**

$$Vu = PHCA + PEV + GAV$$

Fuente: Dictuc S.A (2011)

Entonces, la suma entrega los siguientes resultados de vulnerabilidad:

- a) **(9-10 Puntos) Muy Alta:** si suma 5 ó más puntos
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** si suma 4 puntos
- c) **(5-6 Puntos) Media:** si suma 3 puntos
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** si suma 2 puntos
- e) **(1-2 Puntos) Mínima:** si suma 0 ó 1 punto

#### 6.5.4.5 Pérdida de Valor Social

La pérdida de Valor Social, se mide según las siguientes características del bienestar humano que se puedan ver afectadas:

- Capacidad para contar con aire limpio
- Capacidad para contar con suelo limpio
- Capacidad para vivir en una vivienda ambientalmente limpia y segura
- Capacidad para recibir una alimentación adecuada
- Capacidad de contar con agua pura para beber
- Capacidad para estar libre de enfermedades evitables

En primer lugar, la capacidad de contar con aire y suelo limpio, se refiere a poder vivir en un ambiente libre de contaminación, por ejemplo, de derrames tóxicos. En segundo lugar, la capacidad de vivir en un ambiente limpio y seguro, podría ser vulnerada en casos de aludes o de contaminación proveniente de una fuente cercana. En tercer lugar, la capacidad de recibir alimentación y agua de calidad adecuada, se podría ver disminuida si se han contaminado, por ejemplo las napas subterráneas. Finalmente, un ejemplo de enfermedades evitables son las respiratorias, las cuales se producen, la mayoría de las veces, por emisiones atmosféricas.

Donde el rango de puntuación será:

- a) **(9-10 Puntos) Muy Alta:** Se afectan al menos 4 de estos componentes del bienestar humano
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** Se afectan 3 de estos componentes del bienestar humano
- c) **(5-6 Puntos) Media:** Se afectan 2 de estos componentes del bienestar humano
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** Se afecta 1 de estos componentes del bienestar humano
- e) **(1-2 Puntos) Mínima:** No se afecta ninguno de estos componentes del bienestar humano

## 6.5.5 Estimación de la Significancia del daño Componente Patrimonio Socio-cultural

La puntuación de los factores de Significancia que tendría la afectación sobre el componente Patrimonial se muestra en la **Ficha 13 (página 155)**. El fiscalizador debe asignar el puntaje correspondiente y luego sumarlos.

La definición de los criterios de cada factor para este componente se detalla a continuación:

### 6.5.5.1 Grado de Perturbación

Para el componente Patrimonio sociocultural, el GP, se refiere principalmente a la incidencia en las variables que componen estructuralmente al patrimonio material (alteración en muros, basamentos, adornos, etc.), medible en términos porcentuales; y con respecto al patrimonio Inmaterial, se refiere a la pérdida del servicio que presta el bien. En esta etapa, se considerarán los siguientes criterios en el caso de Patrimonio sociocultural:

#### a) (9-10 Puntos) Muy alto:

- i. Presencia de alteración en los componentes materiales y estructurales del bien patrimonial, producto de acciones u omisiones humanas que varían entre un 75% - 100% de la totalidad del bien patrimonial; y
- ii. Vulneración de áreas de conservación de patrimonio cultural e irregularidades en la zonificación (zonas de amortiguamiento); o
- iii. En caso de que el bien patrimonial sea inmaterial: El sistema de vida de las comunidades típicas e indígenas no se desarrollaron ni espacial ni temporalmente, es decir, la irrupción fue total.

#### b) (7-8 Puntos) Alto:

- i. Presencia de alteración en los componentes materiales y estructurales del bien patrimonial, producto de acciones u omisiones humanas que varían entre un 50% - 74% de la totalidad del bien patrimonial; y
- ii. Vulneración de áreas de conservación de patrimonio cultural e irregularidades en la zonificación (zonas de amortiguamiento); o
- iii. El sistema de vida de las comunidades típicas e indígenas se desarrollaron espacialmente en un lugar distinto, aunque en tiempo habitual para la comunidad.

#### c) (5-6 Puntos) Medio:

- i. Presencia de alteración en los componentes materiales y estructurales del bien patrimonial, producto de acciones u omisiones humanas que varían entre un 26% - 49% de la totalidad del bien patrimonial; y

- ii. Vulneración de áreas de conservación de patrimonio cultural e irregularidades en la zonificación (zonas de amortiguamiento); o
  - iii. El sistema de vida de las comunidades típicas e indígenas se desarrollan con normalidad en el espacio habitual, pero en términos temporales sufrió algunas modificaciones por acción de personas que están fuera de la comunidad
- d) (3-4 Puntos) Bajo:**
- i. Presencia de alteración en los componentes materiales y estructurales del bien patrimonial, producto de acciones u omisiones humanas que varían entre un 1% - 25% de la totalidad del bien patrimonial; y
  - ii. Vulneración de áreas de conservación de patrimonio cultural e irregularidades en la zonificación (zonas de amortiguamiento)
- e) (1-2 Puntos) Mínimo:**
- i. Los bienes patrimoniales no presentan alteraciones producto de acciones u omisiones humanas en sus componentes materiales y estructurales; y
  - ii. No hay vulneración de áreas de conservación de patrimonio cultural y la zonificación (zonas de amortiguamiento) es óptima.

#### 6.5.5.2 Duración

Para el componente Patrimonio sociocultural, la duración total es el tiempo de desarrollo de la acción/omisión impactante, más el tiempo que agente de riesgo persiste en el sistema, ya sea patrimonio material (incluyendo el económico, como los suelos) o inmaterial.

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** Más de un año. Situación crónica, en que la repercusión en los modos de vida de la(s) comunidad(es) es permanente.
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** Entre 4 meses y 1 año. Si la repercusión afecta a los modos de vida en el marco del calendario anual (por ejemplo, ciclos rituales, actividades económicas y extractivas).
- c) **(5-6 Puntos) Media:** Si las repercusiones afectan a los modos de vida de la comunidad local en una temporada, con una duración de 2 semanas a 4 meses.
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** Si las repercusiones afectan los modos de vida de la comunidad local, en un período de tiempo breve que fluctúa entre 2 días y 2 semanas.
- e) **(1-2 Puntos) Mínima:** Situación aguda, en que las repercusiones afectan los modos de vida de la comunidad local, en un período de tiempo de un día.

#### 6.5.5.3 Extensión

La extensión está conceptualizada desde el punto de vista del área de influencia, es decir, la magnitud de la población que podría verse afectada, independiente de los servicios culturales, en caso de que ocurriera una determinada alteración.

En este caso, la extensión va desde lo local a lo nacional, es decir, la fluctuación en términos de extensión está fijada, desde el punto de vista de cuántas comunidades podrían verse afectada por la alteración o pérdida de los bienes. Respecto de la extensión, vale acotar la idea de que esta metodología difiere de la concepción usual de extensión física, ya que en términos físicos puede generarse confusiones entre las evidencias del patrimonio y el espacio que ocupa.

Un claro ejemplo de esta posibilidad de confusión, pueden ser los sitios arqueológicos, que pueden considerarse como una singularidad completa, debido a que el espacio mismo se vuelve importante para comprender la autenticidad del sitio, o bien se puede considerar como un espacio con varios elementos arqueológicos. En este sentido se consideró cuál es la influencia del bien patrimonio para las personas (en términos de escalas poblaciones) y no el criterio de extensión física.

La asignación del puntaje deberá contemplar los siguientes criterios:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** se asignará esta puntuación en caso de que la afectación del bien patrimonial afecte adicionalmente a la totalidad nacional (patrimonio declarado y registrado).
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** se asignará esta puntuación en caso de que la afectación del bien patrimonial afecte adicionalmente a las comunidades de una región que está próximo al bien patrimonial.
- c) **(5-6 Puntos) Media:** se asignará esta puntuación en caso de que la afectación del bien patrimonial afecte adicionalmente a las comunidades de una provincia que está próximo al bien patrimonial.
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** se asignará esta puntuación en caso de que la afectación del bien patrimonial afecte adicionalmente a las comunidades de una comuna que está próximo al bien patrimonial.
- e) **(1-2 Puntos) Muy Baja:** se asignará esta puntuación en caso de que la afectación del bien patrimonial afecte localmente a la comunidad más próxima al bien patrimonial.

#### 6.5.5.4 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad de los bienes patrimoniales, depende del *estado de conservación* del bien de protección y su singularidad:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:**
  - i. si el patrimonio es una singularidad para las comunidades locales afectadas y/o en relación con la totalidad del patrimonio nacional y/o regional; o
  - ii. si el patrimonio material tiene una sensibilidad tal, que cualquier alteración genera un impacto negativo permanente.

**b) (7-8 Puntos) Alta:**

- i. si no existen bienes patrimoniales similares que puedan prestar el servicio cultural a las comunidades locales en un espacio geográfico de fácil acceso; o
- ii. si el bien patrimonial es constituido en su estructura por materiales fácilmente sujeto a daños (p.e. instalaciones que están construidas con materiales sensibles, tales como: madera, adobe, cal, etc., y construcciones que tengan más de 50 años)

**c) (5-6 Puntos) Media:**

- i. si existen pocos bienes patrimoniales similares que puedan prestar servicios culturales en el contexto local, regional y nacional; o
- ii. si el bien patrimonial presenta partes y elementos materiales sensibles, sujetos a daños (ver arriba)

**d) (3-4 Puntos) Baja:**

- i. si existen muchos bienes patrimoniales similares que puedan prestar servicios culturales en el contexto local, regional y nacional; o
- ii. si el bien patrimonial no presenta materiales sensibles sujetos a daño (ver arriba).

**e) (1-2 Puntos) Mínima:**

- i. El bien patrimonial inmaterial no es sujeto a vulnerabilidad alguna; y
- ii. el bien patrimonial material es inmune a cualquier perturbación.

#### 6.5.5.5 Pérdida de Valor Social

La pérdida de Valor Social de los servicios socioculturales y económicos, producto de la afectación, se puede componer a partir de la relación entre el bien patrimonial y los componentes del bienestar humano involucrados, según la conceptualización de la valoración. A continuación, se presentan las principales valoraciones que pueden emerger desde un bien patrimonial.

- Capacidad para acceder a materias primas y recursos para así obtener un ingreso
- Capacidad de aprovechar valores estéticos, paisajísticos y turísticos
- Oportunidad para obtener servicios recreacionales, espirituales y religiosos
- Oportunidad para que toda la sociedad pueda apreciar el folclor y otras expresiones culturales.
- Oportunidad para observar, estudiar y aprender de los ecosistemas y bienes patrimoniales

De este modo, la puntuación de la afectación a los valores sociales que prestan los recursos socioculturales al bienestar humano, queda:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** en caso de que afecten al menos 4 componentes del bienestar
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** en caso de que se afecten 3 componentes del bienestar

- c) **(5-6 Puntos) Media:** en caso de que se afecten 2 componentes del bienestar
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** en caso de que se afecte 1 componente del bienestar
- e) **(1-2 Puntos) Mínima:** en caso de que no se afecte ningún componente de bienestar

### 6.5.6 Cualificación de la Significancia del Daño

Para determinar finalmente la significancia del daño, se suman los cinco factores expuestos en la **sección 6.5.2**, y luego se normaliza para volver a la escala del 1 al 10.

#### **Ecuación 6-4 Estimación de la Significancia**

$$\text{Significancia} = GP + Du + Ex + Vu + VS$$

Fuente: Dictuc S.A. (2011)

Esto, se realiza para cada receptor del daño, luego puede ver la cualificación en la **Tabla 6-17**, según la puntuación obtenida.

Hay que tener en cuenta que la cualificación será más exigente para el componente Salud de la Población, pues la Ley chilena regula con mayor rigor a los elementos que tengan que ver directamente con la salud de la población, en comparación con los demás receptores de daño.

Tabla 6-17 Cualificación y puntos de la Significancia por Componentes

Suma de los Factores GP+Du+Ex+Vu+VS			
Puntos B&RNR y Patrimonio <sup>4</sup>	Puntos Salud de la Población <sup>5</sup>	Cualificación Significancia	Puntaje
entre 33 y 50	entre 31 y 50	Crítica	<b>9-10</b>
entre 29 y 32	entre 27 y 30	Alta	<b>7-8</b>
entre 25 y 28	entre 24 y 26	Media	<b>5-6</b>
entre 21 y 24	entre 19 y 23	Baja	<b>3-4</b>
entre 5 y 20	entre 5 y 18	No significativa	<b>1-2</b>

Fuente: Dictuc S.A. (2011)

Usted, debe asignar el puntaje que corresponda según el componente afectado en la **Ficha 14 (página 156)**.

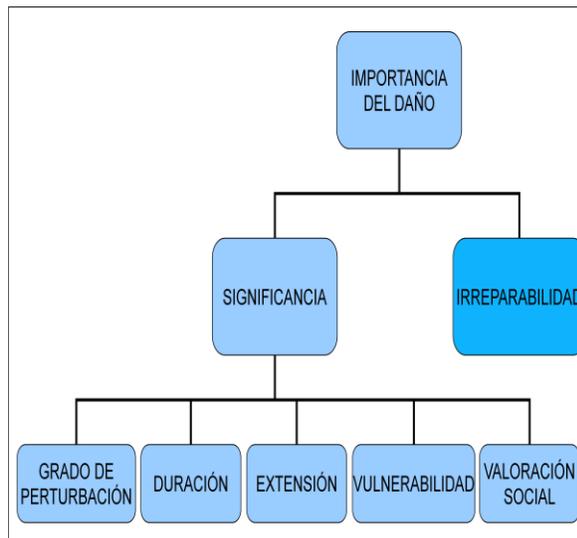
<sup>4</sup> Para construir los intervalos de valores, se asumieron distribuciones uniformes entre 1 y 10, para cada factor y se dividió la función de probabilidad acumulada en 5 intervalos aproximadamente iguales.

<sup>5</sup> Para darle una mayor protección a la salud de la población se realizó el mismo ejercicio que para el resto, pero se considero un intervalo de aproximadamente un 25%, para alta y crítico, de 20% para media y baja y de un 10% para insignificante.

## 6.5.7 Irreparabilidad

Debido a que para determinar la importancia del daño se definen factores que afectan negativamente a los receptores, se estimará el nivel de Irreparabilidad del daño, entendiendo que éste es lo contrario a lo definido según el marco legal chileno sobre reparabilidad ambiental.

Reparabilidad es la capacidad de restitución, ya sea natural (reversibilidad/resiliencia) o mediante medidas de remediación (recuperabilidad) del medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas dentro de un plazo de tolerancia definido por criterios técnicos, legales y/o socioculturales.



Hay que considerar que entre la reversibilidad natural y la recuperación, mediante medidas de gestión se debe considerar el plazo más corto como reparabilidad, ya que no es tolerable esperar más del tiempo estrictamente necesario para la restauración del bien.

### 6.5.7.1 Estimación de la Irreparabilidad Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)

Según el subcomponente de B&RNR que se vea afectado, cambiarán las escalas temporales de Reparabilidad, ya que existen distintos niveles de Resiliencia, según población, comunidad, ecosistema y paisaje:

- La reparabilidad de las poblaciones, depende de las tasas de crecimiento poblacional en las condiciones presentes. En caso de extinción local, depende además de la tasa de inmigración, que determina la velocidad con que puede formarse una población local viable. El plazo de recuperación es hasta un total de 30 años.
- La reparabilidad de las comunidades, depende de la respuesta de las poblaciones que la constituyen, antes de la perturbación y sobre las que se constató daño, y de la estabilización de sus interacciones. De ser necesario, depende también de la efectividad de la erradicación de especies introducidas (intencionalmente o no). El

plazo es hasta un máximo de 30 años si existe introducción de especies, o hasta un máximo de 60 años en el caso de producirse extinciones locales.

- La reparabilidad de los ecosistemas depende de la respuesta de las comunidades que los componen (factores y reservorios bióticos) y de las limitantes sobre las tasas de flujo de materia y energía, así como de la tasa de recuperación de reservorios abióticos. El plazo es hasta un máximo de 60 años.
- La reparabilidad del paisaje depende de la respuesta de los hábitats/ecosistemas que lo componen, como así también de las tasas de los procesos que determinan la configuración espacial de éstos. El plazo de reparabilidad natural es hasta un máximo de 90 años.

La escala de tiempo dentro de la cual cada subcomponente de B&RNR es reparable, será para cada nivel de organización biológica mayor o igual a lo esperado para los niveles inferiores, aumentando desde el nivel de población hasta el de paisaje. Sin embargo, puede considerarse que desde el punto de vista de la tolerancia social, un daño que requiera más de una generación humana para ser reparado (con o sin intervención humana) es, en términos prácticos y operativos, virtualmente irreparable.

Un corolario de esto, es que cuanto mayor sea el nivel de organización biológica afectado, menor será la probabilidad de que el daño sea reparable, lo cual tiene consistencia lógica con el marco conceptual presentado y el resto de la metodología.

De este modo, se considerará aquí como irreparable cualquier daño, cuya escala temporal de reparabilidad sea mayor a un valor **umbral de tolerancia de 30 años** (una generación humana).

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** la situación de daño se mantendrá por más de 30 años o es Irreparable.
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** la situación de daño se mantendrá por un período entre 10 y 30 años.
- c) **(5-6 Puntos) Media:** la situación de daño se mantendrá por un período entre 1 y 10 años.
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** la situación de daño será menor a 1 año.
- e) **(1-2 Puntos) Muy baja:** la situación de daño será menor a 1 semana.

La puntuación de los factores de Irreparabilidad que tendría la afectación sobre el entorno natural se muestra en la **Ficha 15 (página 157)**. El fiscalizador debe anotar el puntaje correspondiente.

### 6.5.7.2 Estimación de la Irreparabilidad Componente Salud de la Población

La puntuación de los factores de Irreparabilidad que tendría la afectación sobre el entorno humano se muestra en la **Ficha 16 (página 157)**. El fiscalizador debe anotar el puntaje asignado.

Para el componente de la Salud de la población, la reparabilidad tiene que ver con la factibilidad y el tiempo del cuerpo de sanarse por sí mismo o mediante algún tratamiento, una vez que el agente de riesgo deja de estar presente en el cuerpo, sin dejar ningún tipo de secuelas, ya que en este caso habría una situación irreparable.

Hay que considerar como irreparable, aquella situación en que el ser humano se ha visto expuesto a un contaminante (o a una acción/omisión impactante) persistente, el cual puede producir efectos crónicos o acumulativos.

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** la situación de daño se mantendrá más de 1 año o es Irreparable.
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** la situación de daño se mantendrá por un período entre 1 mes y 1 año.
- c) **(5-6 Puntos) Media:** la situación de daño se mantendrá por un período entre 1 semana y 1 mes.
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** la situación de daño será menor a 1 año.
- e) **(1-2 Puntos) Muy baja:** la situación de daño será menor a 1 día.

### 6.5.7.3 Estimación de la Irreparabilidad Componente Patrimonio Sociocultural

Para el caso del Patrimonio Material, la puntuación de la irreparabilidad tiene que ver con la capacidad de restaurar el bien, ya que una vez ejecutado el daño, no se puede ir el efecto por sí solo. En el caso del Patrimonio Inmaterial, existe la posibilidad de que el efecto del daño deje de actuar sobre las comunidades afectadas, lo que corresponde al tiempo de restitución del bien.

La puntuación de los factores de Irreparabilidad que tendría la afectación sobre el entorno Patrimonial se muestra en la **Ficha 17 (página 157)**. El fiscalizador debe anotar el puntaje asignado según los siguientes criterios:

- a) **(9-10 Puntos) Muy alta:** la situación de daño se mantendrá por más de 30 años o es Irreparable.
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** la situación de daño se mantendrá por un período entre 5 y 30 años.
- c) **(5-6 Puntos) Media:** la situación de daño se mantendrá por un período entre 6 meses y 5 años.

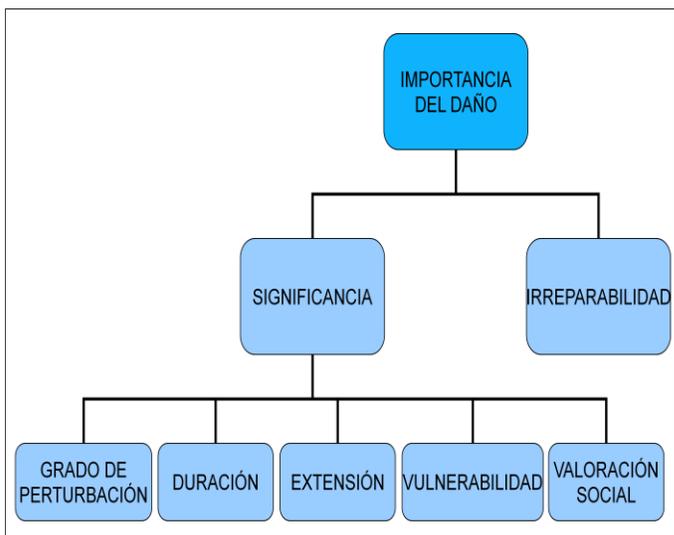
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** la situación de daño estará entre 1 y 6 meses.
- e) **(1-2 Puntos) Muy baja:** la situación de daño será menor a 1 mes.

### 6.5.8 Cualificación de la Irreparabilidad del Daño

Como se observó en las secciones anteriores, el máximo puntaje posible de irreparabilidad de daño, en cada uno de los componentes es 9 ó 10, de manera que la cualificación en ese caso es “irreparable”. Por el contrario, entre 1 y 8 puntos se considera una afectación “reparable”.

Usted debe asignar el puntaje que corresponda para todos los componentes afectados en la **Ficha 18 (página 157)**.

### 6.5.9 Estimación de la Importancia del Daño



En este último paso metodológico, se propone dejar caracterizado el daño, de manera de ser un elemento del componente disuasivo al comportamiento de los sujetos regulados.

A partir de los dos criterios legales analizados: Significancia e Irreparabilidad, se puede llegar a cualificar la Importancia del Daño, mediante una ponderación de dichos criterios:

#### Ecuación 6-5 Importancia del Daño por componente

$$\text{Importancia del Daño} = \text{Significancia} * \text{Irreparabilidad}$$

Fuente: Dictuc S.A. (2011)

En la siguiente figura se muestra el resultado que se debiese obtener si se multiplican ambos criterios, para todos los componentes: B&RNR, Salud de la Población y Patrimonio cultural.

**Figura 6-3 Importancia del Daño**

<b>Significancia de la Afectación</b>	<b>Crítica</b>	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	
	<b>Alta</b>	8	8	16	24	32	40	48	56	54	72	80	
		7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	
	<b>Media</b>	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
		5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
	<b>Baja</b>	4	4	8	12	16	20	24	27	32	36	40	
		3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
	<b>No Significativa</b>	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
		1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				<b>Reparable</b>								<b>Irreparable</b>	
			<b>Irreparabilidad</b>										

Fuente: Dictuc S.A. (2011)

**Tabla 6-18 Cualificación de la Importancia del Daño**

Magnitud del Daño Sign*Irrep	Cualificación Daño
entre 50 y 100	Gravísimo
entre 21 y 49	Grave
entre 5 y 20	Leve
entre 1 y 4	Irrelevante

### 6.5.10 Cualificación de la Importancia del Daño

A partir de la **Figura 6-3** (cruce de la significancia del daño con el nivel de reparabilidad), indique en la **Ficha 19 (página 158)**, el puntaje y la cualificación de la Importancia del Daño Ambiental, según el Receptor.

### 6.5.11 Daño Global

El criterio de decisión de la Caracterización del Daño global de la afectación debe ser la cualificación máxima entre los receptores del daño, y considerar como agravante la posible afectación a los demás componentes.

### 6.5.12 Caracterización del Daño de los Otros Componentes del medio ambiente

En el caso que resulte afectado otro componente del medio ambiente, no considerado como "Receptor" en la Metodología general, se requerirá hacer una Valoración Social del bien afectado por medio de un estudio específico, que va más allá del alcance de la presente metodología. Para esto, se sugiere contar con el apoyo de expertos. Dentro de las diversas metodologías posibles, se recomienda aplicar una valorización contingente o un estudio de precios hedónicos.

#### 6.5.12.1 Valorización Contingente

Es la más difundida de las metodologías de la familia de los mercados construidos. El Método directo es basado en la valoración de las personas, mediante la disposición a pagar hipotética. Es el único utilizable, cuando no hay ninguna relación entre el bien ambiental que se quiere valorar y algún bien privado.

Según Carson (Carson 1991) para que un estudio de VC sea exitoso se deben considerar 6 elementos:

1. Definir el escenario del mercado (Información que se le debe transmitir al encuestado)
2. Elegir el método de Extracción o pago (Pregunta directa, Licitación, Tarjeta de Pago, Referendo o Elección discreta)
3. Diseñar la administración del mercado (Entrevistas personales, Entrevistas telefónicas, Cuestionarios por correo, Internet)
4. Diseñar la muestra (Debe ser al azar)

5. Diseñar el experimento (la muestra debe tener un tamaño representativo de la población y se deben controlar los sesgos introducidos por supuestos bases)
6. Calcular la función de Disposición a pagar

#### 6.5.12.2 Valorización con Precios Hedónicos

Es un método de preferencias reveladas a través de mercados subrogados. Es uno de los sistemas más antiguos para determinar el valor de bienes no comerciales. Las personas consumen bienes que pueden tener múltiples atributos, no sólo su uso principal, entre los cuales se podrían encontrar los atributos que queremos valorar (por ejemplo, la disminución del ruido al usar vidrios de doble panel). El método de los precios hedónicos busca encontrar una valoración de los atributos ambientales a través del mercado del bien que los posee, mediante la disposición marginal a pagar de las personas comparando los precios de bienes con diferentes atributos.

Hay que considerar que las debilidades de la valorización con precios hedónicos es que el método mide sólo el valor de uso para los usuarios del bien, no mide los valores de no uso para el resto de la sociedad. Además, muchos conflictos ambientales no influyen directamente en bienes comerciales, por lo que no se puede descubrir su valor.

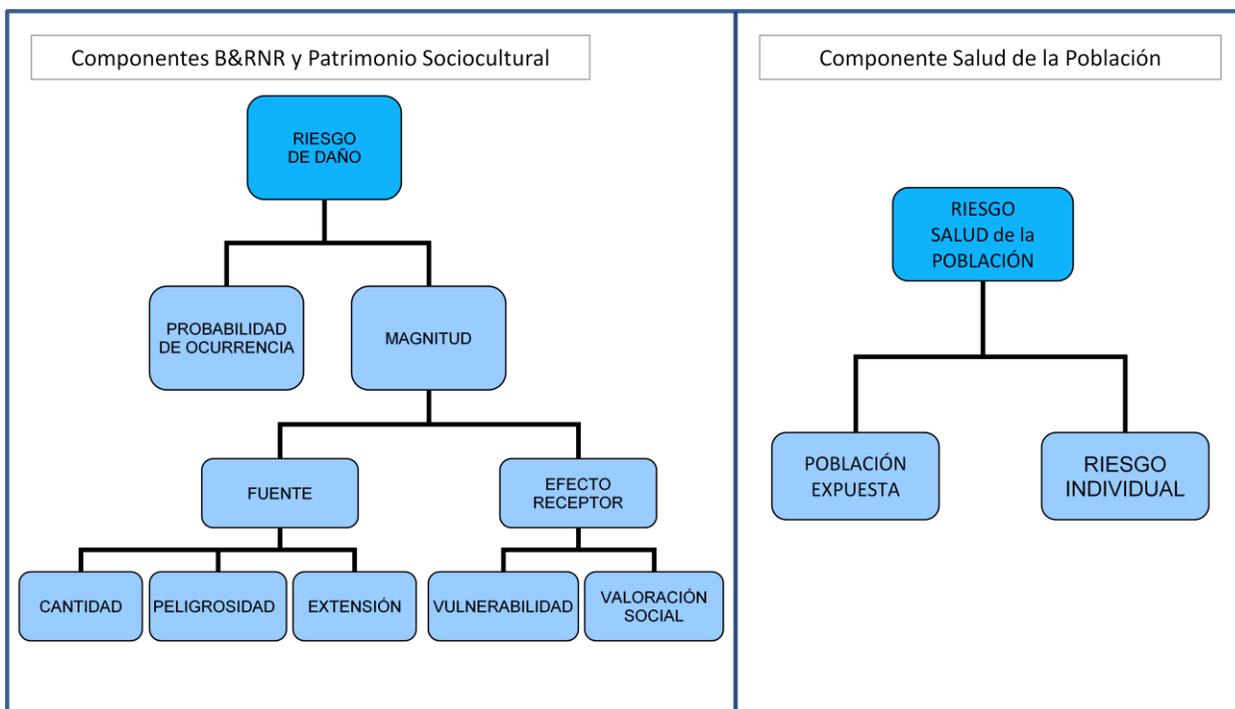
### 6.5.13 Caracterización del Peligro de daño ambiental

Los análisis de riesgo generalmente son extensos y se construyen caso a caso según el receptor afectado. Sin embargo, este manual se constituye como una base para determinar los peligros de daño y caracterizarlos en una escala relativa de importancia.

#### 6.5.13.1 Caracterización del Peligro en componentes Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR) y Patrimonio Cultural

Para los Componentes Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, y Patrimonio Sociocultural, se propone realizar el mismo análisis de riesgo inminente de la etapa 1 de la metodología (**sección 6.4**), considerando que se contará con más y mejores antecedentes sobre las fuentes y los posibles receptores. Por lo tanto, se sugiere volver a la Primera guía de aplicación Metodológica para estos dos Componentes, siguiendo el algoritmo que se muestra en la **Figura 6-4**, izquierda.

**Figura 6-4 Mapa conceptual Caracterización del Peligro de Daño (o Riesgo) por Componentes**



Para el caso del componente Salud de la Población, se dejan pautas para un análisis del peligro de daño, según la Población expuesta y el Riesgo individual en relación al “benchmark”, como se muestra a continuación.

### 6.5.13.2 Caracterización del Peligro de daño a la Salud de la Población

Para el caso del componente Salud de la Población se hace un análisis del peligro de daño, según la Población expuesta y el Riesgo individual en relación al “benchmark”.

La legislación chilena, trata peligro y riesgo a la salud de las personas de manera indistinta (independientemente que desde un punto de vista técnico esto No sea así). Si bien, un adecuado análisis de riesgo debiera distinguir los tipos de agentes, la legislación ambiental chilena, sólo permite la definición de ciertos “benchmark”, ya sea una norma de calidad ambiental, o un objetivo de un Plan de Descontaminación (que finalmente es una flexibilización de la norma de calidad).

Norma Primaria de Calidad Ambiental: *“Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, e) máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población”*(Ley Nº 19.300 1994), sobre Bases generales del Medio Ambiente, Artículo 2, letra n.

Del análisis de la normativa nacional, se determinó que el incumplimiento de una norma de emisión, una RCA o la existencia de efectos no previstos, serán elementos gatillantes de la aplicabilidad de esta metodología, desde un punto de vista del riesgo a la salud humana. Por otro lado, el riesgo social a la salud humana, dependerá de la población expuesta y del riesgo individual. Esto, se obtiene por medio de la ponderación entre el riesgo individual y la población expuesta.

#### 6.5.13.2.1 Población Expuesta

La extensión para el Componente Salud, viene dada por el número de personas expuestas a la liberación de los agentes de riesgo por sobre las normas de emisión.

Escriba en la **Ficha 20 (página 159)**, el puntaje de Extensión para el Componentes Salud de la Población.

Las categorías sugeridas por el Equipo consultor son:

- a) **(9-10 Puntos) Muy Alta:** más de 10.000 personas expuestas
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** entre 1.000 y 10.000 personas expuestas
- c) **(5-6 Puntos) Media:** entre 100 y 1.000 personas expuestas
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** entre 10 y 100 personas expuestas
- e) **(1-2 Puntos) Muy Baja:** menos de 10 personas expuestas

### 6.5.13.2.2 Riesgo a la salud individual en relación al “benchmark”

Si existe violación a una norma de emisión, incumplimiento de una RCA o un efecto No previsto en ésta, se puede poner en peligro la salud de las personas y, el riesgo aumenta en la medida que se incrementa el nivel de incumplimiento del “benchmark”, ya sea relacionado a una norma de calidad primaria en aire, agua o suelo, o su respectivo plan de descontaminación.

Para realizar una estimación del daño, se calculará un índice de peligrosidad. En el caso de que el *benchmark* controle un máximo aceptable, éste se obtiene de la siguiente manera:

#### Ecuación 6-6 Cálculo del Índice de peligrosidad para un máximo aceptable

$$\text{Índice peligrosidad}_b = \frac{\text{Nivel Actual}}{\text{Benchmark}}$$

Fuente: Dictuc S.A (2011)

En el caso de que el *benchmark* controle un mínimo aceptable, el índice de peligrosidad, se obtiene de la siguiente manera:

#### Ecuación 6-7 Cálculo del Índice de peligrosidad para un mínimo aceptable

$$\text{Índice peligrosidad}_b = \frac{\text{Benchmark}}{\text{Nivel Actual}}$$

Fuente: Dictuc S.A (2011)

Donde:

- Índice de peligrosidad<sub>b</sub>: Es el índice para el *benchmark* considerado
- Nivel actual: Comúnmente es el dato de concentración más reciente
- *Benchmark*: Es lo establecido por la norma de calidad o el plan de descontaminación

Este índice se utilizará para determinar el riesgo individual, el cual será:

#### a) (9-10 Puntos) Muy alto:

- i. Si el índice de peligrosidad es mayor a 1,2; ó
- ii. El índice de peligrosidad está entre 1 y 1,2, y se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78); ó
- iii. El índice de peligrosidad está entre 1 y 1,2, y la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo; ó
- iv. El índice de peligrosidad está entre 0,8 y 1 y, se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78), y además la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo.

**b) (7-8 Puntos) Alto:**

- i. Si el índice de peligrosidad está entre 1 y 1,2; ó
- ii. El índice de peligrosidad está entre 0,8 y 1, y se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78);
- iii. El índice de peligrosidad está entre 0,8 y 1, y la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo; ó
- iv. El índice de peligrosidad está entre 0,5 y 0,8, y se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78), y además la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo.

**c) (5-6 Puntos) Medio:**

- i. Si el índice de peligrosidad está entre 0,8 y 1; ó
- ii. El índice de peligrosidad está entre 0,5 y 0,8, y se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78); ó
- iii. El índice de peligrosidad está entre 0,5 y 0,8, y la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo; ó
- iv. El índice de peligrosidad está entre 0 y 0,5, y se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78), y además la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo.

**d) (3-4 Puntos) Bajo:**

- i. Si el índice de peligrosidad está entre 0,5 y 0,8; ó
- ii. El índice de peligrosidad está entre 0 y 0,5, y se trata de un agente de riesgo muy peligroso (ver Peligrosidad en norma chilena NCH 1411/4.OF78); ó
- iii. El índice de peligrosidad está entre 0 y 0,5, y la zona se encuentra bajo un plan de descontaminación asociado al agente de riesgo.

**e) (1-2 Puntos) Mínimo:**

- i. Si el índice de peligrosidad está entre 0 y 0,5.

Escriba en la **Ficha 21 (página 159)**, el puntaje del Riesgo Individual para el Componentes Salud de la Población.

### 6.5.13.3 Calculo del Peligro de daño a la Salud de la población (entendido como riesgo)

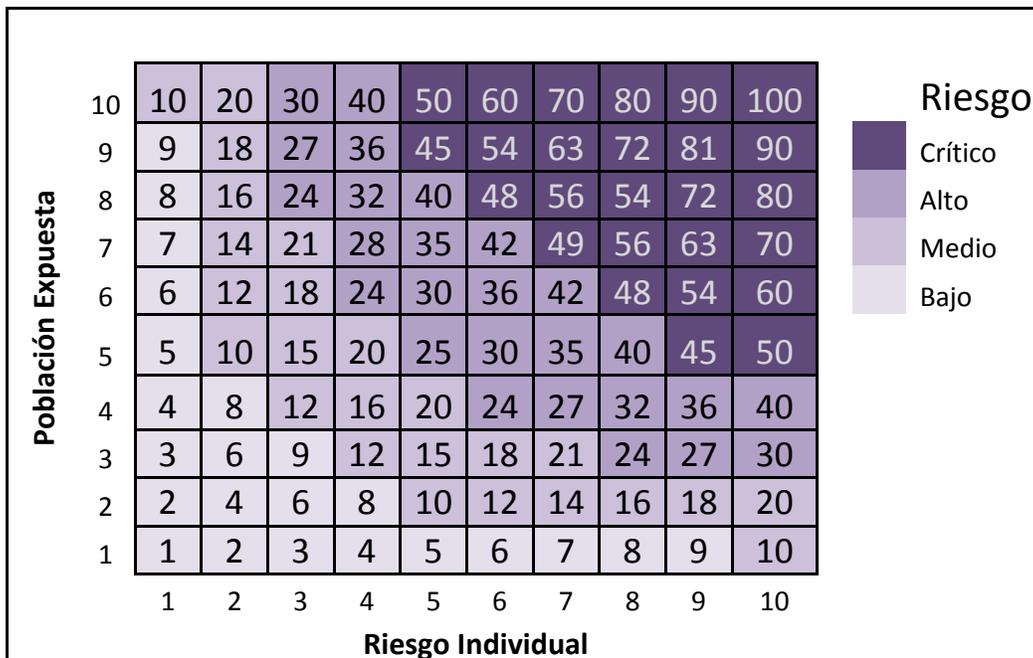
Del cruce de estos dos factores se puede determinar el peligro de daño, que para este Estudio será entendido como el Riesgo.

**Ecuación 6-8 Importancia del Daño por componente**

$$Riesgo\ Salud\ Población = Población\ Expuesta * Riesgo\ Individual$$

Fuente: Dictuc S.A. (2011)

**Figura 6-5 Peligro de Daño**



Fuente: Dictuc S.A. (2011)

**Tabla 6-19 Cualificación del Riesgo a la Salud de la Población**

Riesgo a la Salud de la Población <sup>6</sup>	Cualificación Riesgo
entre 45 y 100	Crítico
entre 24 y 42	Alto
entre 10 y 21	Medio
entre 1 y 9	Bajo

Usted debe escribir el puntaje obtenido en la **Ficha 21 (página 154)**, el casillero que corresponda según puntaje.

<sup>6</sup> Para establecer los intervalos se consideró que ambos factores tenían distribución uniforme, y en base a la función de frecuencia acumulada de la multiplicación de ambos factores, se dividieron 4 intervalos de aproximadamente un 25% cada uno.

### 6.5.14 Riesgo por Componente afectado

A continuación, se muestran las **Tabla 6-20** y **Tabla 6-21** de graduación relativa del riesgo para cada componente (recordar rehacer el primer paso de la metodología para los Componentes B&RNR y Patrimonio Cultural, contando con más y mejores antecedentes).

Es importante destacar en este punto, que las consecuencias sobre la Salud de la Población son un grado más elevadas que sobre los componentes B&RNR y Patrimonio, debido a que la ley chilena protege la salud de los seres humanos antes que los demás receptores del daño ambiental.

**Tabla 6-20 Puntaje del Riesgo para el Componente B&RNR y Patrimonio Cultural**

Riesgo Componente B&RNR, Patrimonio	Puntaje
Crítico	25
Alto	16-20
Medio	12-15
Bajo	6-10
Insignificante	1-5

**Tabla 6-21 Puntaje del Riesgo para el Componente Salud de la Población**

Riesgo a la Salud	Puntaje
Crítico	45-100
Alto	24-42
Medio	10-21
Bajo	1-9

Escriba el resumen de los datos en la **Ficha 22 (página 160)**, según el puntaje que corresponda.

### 6.5.15 Riesgo Global

El criterio de decisión del Peligro global de la afectación debe ser la cualificación máxima entre los receptores del daño, y debe considerar como agravante la posible afectación a los demás componentes.

## 7. Guía de Aplicación de la Metodología

A continuación, se presentan una serie de fichas que usted debe llenar, según la situación de fiscalización: 1) si está en terreno, complete las fichas de la **sección 7.1 y 7.2, página 142 y 144** respectivamente; 2) si se va a dar inicio al proceso sancionatorio, complete las fichas de la **sección 7.3 y 7.4, páginas 151 y 159**, respectivamente.

### 7.1 Fichas de Identificación de Fuentes y Receptores: día 1, en terreno

Ficha 1 Lista de las Fuentes

Usted debe listar acá las fuentes detectadas		
Acción/omisión	Cantidad Esperada	Unidad

(Para más detalle ver página 74)

**Ficha 2 Lista de los Posibles Receptores**

<b>Usted debe listar acá los Receptores</b>

(Para más detalle ver página 74)

**Ficha 3 Identificación de las Consecuencias**

<b>Componente:</b>		<b>Subcomponente:</b>	
<b>Acción/Omisión</b>	<b>RECEPTORES</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>

(Para más detalle ver página 75)

## 7.2 Fichas Etapa 1: Determinación del Peligro Ambiental Inminente (día 1, en Terreno)

A partir de la información de las tablas, complete las fichas metodológicas. Para más detalle, usted puede recurrir a la referencia del pie de cada ficha, donde se podrá revisar en el manual, cada uno de los factores con sus criterios de asignación claros.

**Tabla 7-1 Estimación y Puntaje de la Probabilidad de Ocurrencia**

Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad de ocurrencia inminente	Puntaje
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy Probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 años	Improbable	1

**Ficha 4 Puntaje Probabilidad de ocurrencia Inminente por Componentes**

Componente	Puntaje Probabilidad
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)	
Salud de la Población	
Patrimonio Sociocultural	
Otros componentes	

(Para más detalle ver página 76)

**Tabla 7-2 Definición de conceptos para la estimación de las consecuencias sobre los receptores, modificado de la Norma UNE 150008:2008**

<b>CONCEPTO</b>	<b>Sobre Componente B&amp;RNR</b>	<b>Sobre Componente Humano</b>	<b>Sobre Componente Patrimonio Sociocultural</b>
<b>Cantidad (Ca)</b>	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída que afecta a las personas	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno
<b>Peligrosidad (Pe)</b>	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes	Peligrosidad intrínseca de la sustancias o acciones que afecta a las personas	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes
<b>Extensión (Ex)</b>	Espacio de influencia del impacto en relación con el entorno considerado	Número estimado de personas expuestas	Espacio de influencia del impacto en relación con el medio considerado
<b>Vulnerabilidad (Vu)</b>	Estado de Conservación de los subcomponentes de la B&RNR	Vulnerabilidad de los grupos afectados según la historia de conflictos	Estado de conservación del bien material y singularidades
<b>Pérdida de Valor Social (VS)</b>	Pérdida de servicios ecosistémicos	Efecto sobre el bienestar humano	Efecto sobre el patrimonio sociocultural, y el capital productivo

La idea, es seguir lo más explícitamente posible las definiciones y los pasos que aparecen detallados en el manual de la metodología, de manera de evitar dobles conteos. Cabe destacar, que para algunos factores de riesgo o daño, existen distintos criterios, dentro de los cuales se debe escoger el más exigente.

**Ficha 5 Resumen Puntaje para la Estimación de las Consecuencias en Componente  
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables**

	Puntos				Puntaje	Criterio
	1	2	3	4		
Usted debe indicar el criterio elegido y el puntaje en el casillero que corresponda						
<b>Cantidad: que afecta al entorno natural</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Peligrosidad: de la sustancia o acción impactante</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Extensión: Área de influencia entorno natural</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Vulnerabilidad: Estado de conservación B&amp;RNR</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Pérdida de Valor Social: Servicios Ecosistémicos</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>TOTAL (suma puntajes)</b>						

(Para más detalle ver página 81)

## Ficha 6 Resumen Puntaje para la Estimación de las Consecuencias en Salud de la Población

	Puntos				Puntaje	Criterio
	1	2	3	4		
Usted debe indicar el criterio elegido y el puntaje en el casillero que corresponda						
Cantidad: que afecta a las personas			Alta	Muy alta		
Peligrosidad: de la sustancia o acción que afecta la Salud			Alta	Muy alta		
Extensión: Cantidad de personas expuestas			Alta	Muy alta		
Vulnerabilidad: Caracterización grupos humanos			Alta	Muy alta		
Pérdida de Valor Social: Bienestar Humano			Alta	Muy alta		
<b>TOTAL (suma puntajes)</b>						

(Para más detalle ver página 87)

## Ficha 7 Resumen Puntaje para la Estimación de las Consecuencias en el Patrimonio

## Sociocultural

	Puntos				Puntaje	Criterio
	1	2	3	4		
Usted debe indicar el criterio elegido y el puntaje en el casillero que corresponda						
<b>Cantidad: que afecta al entorno socio-económico</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Peligrosidad: de la sustancia o acción impactante</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Extensión: Área de influencia Patrimonio</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Vulnerabilidad: Componente Patrimonio</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Pérdida de Valor Social: Servicios Socioculturales y Económicos</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>TOTAL (suma puntajes)</b>						

(Para más detalle ver página 92)

**Tabla 7-3 Cualificación de las Consecuencias en los Receptores: B&RNR, Salud humana y Patrimonio**

Consecuencia Suma de los Factores Ca+Pe+Ex+Vu+VS	Magnitud	Puntos
Entre 18 y 20	Crítica	5
Entre 15 y 17	Alta	4
Entre 11 y 14	Media	3
Entre 8 y 10	Baja	2
Entre 5 y 7	No relevante	1

Cabe destacar, que los “Otros” componentes que sufren daño ambiental no pueden estar contenidos en los receptores de Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, la Salud de la Población ni el Patrimonio Sociocultural (que contempla la actividad económica como el uso del suelo), de manera de evitar dobles conteos.

**Tabla 7-4 Cualificación de las Consecuencias Otros componentes**

Magnitud (VS)	Puntos
<b>Crítica</b>	5
<b>Alta</b>	4
<b>Media</b>	3
<b>Baja</b>	2
<b>No relevante</b>	1

**Ficha 8 Puntaje magnitud de las consecuencias según Receptor**

Componente	Puntaje de Magnitud
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	
Salud de la Población	
Patrimonio Sociocultural	
Otros componentes	

(Para más detalle ver página 98)

**Ecuación 1. Estimación del Riesgo del Componente B&RNR**

$$riesgo = probabilidad \times magnitud$$

**Tabla 7-5 Cualificación del Riesgo para el Componente B&RNR, Patrimonio Sociocultural y Otros**

Riesgo Componente Biodiversidad y Recursos Natrales Renovables, Patrimonio Cultural y Otros	Puntaje
<b>Crítico</b>	20-25
<b>Alto</b>	12-16
<b>Medio</b>	8-10
<b>Bajo</b>	4-6
<b>No relevante</b>	1-3

**Tabla 7-6 Cualificación del Riesgo para el Componente Salud humana**

Riesgo Salud de la Población	Puntaje
<b>Crítico</b>	16-25
<b>Alto</b>	10-15
<b>Medio</b>	5-9

**Ficha 9 Resumen Análisis de Peligro Inminente por componente**

Escriba el Puntaje y la Cualificación del Riesgo por Componente		
Componente	Puntaje	Cualificación
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR)		
Salud de la Población		
Patrimonio Sociocultural		
Otros componentes		

(Para más detalle ver página 99)

### 7.3 Fichas Etapa 2: Caracterización del Daño Ambiental (día 15, con más antecedentes)

A partir de la información de las tablas, complete las fichas metodológicas. Para más detalle, usted puede recurrir a la referencia del pie de cada ficha, donde se podrá revisar en el manual metodológico cada uno de los factores con sus criterios de asignación claros.

#### Ficha 10 Constatación de la afectación

¿Se constata afectación al medioambiente?	Sí		Seguir en esta sección
	No		Ir a la sección 7.4

(Para más detalle ver página 102)

Tabla 7-7 Definición de conceptos para la estimación de la significancia del daño

CONCEPTO	Sobre Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	Sobre Componente Humano	Sobre Componente Patrimonio Sociocultural
<b>Grado de Perturbación (GP)</b>	Magnitud porcentual del cambio observado en las variables de estado en relación con lo esperado a partir de su variación natural	Depende de si los efectos en la Salud de la Población son de carácter local o sistémico	Magnitud porcentual del cambio sobre las variables estructurales del Patrimonio Material; o sobre el nivel de irrupción espacial y temporal de las comunidades indígenas (Patrimonio Inmaterial)
<b>Duración (Du)</b>	Tiempo que un contaminante o el efecto de una acción responsable de daño persiste en el sistema	Tiempo de exposición al agente de riesgo más la persistencia en el cuerpo humano	Tiempo de repercusión del efecto físico sobre el Patrimonio Material; o tiempo que el efecto del daño deja de actuar sobre las comunidades del Patrimonio Inmaterial
<b>Extensión (Ex)</b>	Espacio de influencia del impacto en relación a las unidades naturales afectadas	Número de casos de constatación de daños a la salud de las personas	Espacio de influencia en relación a las comunidades que podrían verse afectadas por la alteración o pérdida de los bienes
<b>Vulnerabilidad (Vu)</b>	Estado de conservación, endemismo y la rareza de las especies involucradas; y la afectación de servicios de soporte	Vulnerabilidad de los grupos afectados según la historia de conflictos	Estado de conservación del bien Material y singularidades en el Inmaterial
<b>Pérdida de Valor Social (VS)</b>	Pérdida de servicios ecosistémicos, áreas protegidas y Valoración cultural de las especies y paisajes	Efecto sobre el bienestar humano	Efecto sobre la pérdida de los recursos, y los servicios socioculturales y económicos producto de la afectación

La idea, es seguir lo más explícitamente posible las definiciones y los pasos que aparecen detallados en el manual de la metodología, de manera de evitar dobles conteos. Cabe destacar, que para algunos factores de riesgo o daño, existen distintos criterios, dentro de los cuales se debe escoger el más exigente.

**Ficha 11 Resumen Puntajes Significancia del Daño en Componente Biodiversidad y Recursos  
Naturales Renovables**

	Puntos					Puntaje	Criterio
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10		
<b>Usted debe indicar el criterio elegido y el puntaje en el casillero que corresponda</b>							
<b>Grado de Perturbación</b>	Mínimo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto		
<b>Duración</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Extensión</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Vulnerabilidad</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>TOTAL (Suma Puntajes)</b>							

(Para más detalle ver página 107)

## Ficha 12 Resumen Puntajes Significancia del Daño en Componente Salud de la Población

	Puntos					Puntaje
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
Usted debe indicar el criterio elegido y el puntaje en el casillero que corresponda						
<b>Grado de Perturbación</b>	Mínimo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
<b>Duración</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Extensión</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Vulnerabilidad</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>TOTAL (Suma Puntajes)</b>						

(Para más detalle ver página 117)

**Ficha 13 Resumen Puntajes Significancia del Daño en Componente Patrimonio Sociocultural**

	Puntos					Puntaje	Criterio
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10		
Usted debe indicar el criterio elegido y el puntaje en el casillero que corresponda							
<b>Grado de Perturbación</b>	Mínimo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto		
<b>Duración</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Extensión</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Vulnerabilidad</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta		
<b>TOTAL (Suma Puntajes)</b>							

(Para más detalle ver página 120)

Tabla 7-8 Cualificación y puntos de la Significancia por Componentes

Suma de los Factores GP+Du+Ex+Vu+VS			
Puntos B&RNR y Patrimonio <sup>7</sup>	Puntos Salud de la Población <sup>8</sup>	Cualificación Significancia	Puntaje
entre 33 y 50	entre 31 y 50	Crítica	9-10
entre 29 y 32	entre 27 y 30	Alta	7-8
entre 25 y 28	entre 24 y 26	Media	5-6
entre 21 y 24	entre 19 y 23	Baja	3-4
entre 5 y 20	entre 5 y 18	No significativa	1-2

Ficha 14 Puntaje y Cualificación Significancia del daño según Receptor

Componente	Puntaje de Significancia	Cualificación de Significancia
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables		
Salud de la Población		
Patrimonio Sociocultural		

(Para más detalle ver página 126)

<sup>7</sup> Para construir los intervalos de valores, se asumieron distribuciones uniformes entre 1 y 10, para cada factor y, se dividió la función de probabilidad acumulada en 5 intervalos aproximadamente iguales.

<sup>8</sup> Para darle una mayor protección a la salud de la población se realizó el mismo ejercicio que para el resto, pero se considero un intervalo de aproximadamente un 25%, para alta y crítico, de 20% para media y baja y de un 10% para insignificante.

**Ficha 15 Puntaje de la Irreparabilidad de la afectación en Receptor B&RNR**

	Puntos					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
<b>Usted debe indicar el puntaje en el casillero que corresponda</b>						<b>Puntaje</b>
<b>Irreparabilidad</b>	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	

(Para más detalle ver página 128)

**Ficha 16 Puntaje de la Irreparabilidad de la afectación en Componente Salud de la Población**

	Puntos					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
<b>Usted debe indicar el puntaje en el casillero que corresponda</b>						<b>Puntaje</b>
<b>Irreparabilidad</b>	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	

(Para más detalle ver página 130)

**Ficha 17 Puntaje de la Irreparabilidad de la afectación en Receptor Patrimonial**

	Puntos					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
<b>Usted debe indicar el puntaje en el casillero que corresponda</b>						<b>Puntaje</b>
<b>Irreparabilidad</b>	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	

(Para más detalle ver página 130)

**Ficha 18 Puntaje y Cualificación Irreparabilidad según Receptor**

Componente	Puntaje de Irreparabilidad	Cualificación Irreparabilidad
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables		
Salud de la Población		
Patrimonio Sociocultural		

(Para más detalle ver página 131)

**Ecuación 2 Importancia del Daño por componente**

$$\text{Importancia del Daño} = \text{Significancia} * \text{Irreparabilidad}$$

**Tabla 7-9 Cualificación de la Importancia del Daño Componentes**

<b>Magnitud del Daño Significancia*Irreparabilidad</b>	<b>Cualificación Daño</b>
<b>entre 50 y 100</b>	Gravísimo
<b>entre 21 y 49</b>	Grave
<b>entre 5 y 20</b>	Leve
<b>entre 1 y 4</b>	Irrelevante

**Ficha 19 Puntaje y Cualificación Importancia del Daño Ambiental según Receptor**

<b>Componente</b>	<b>Puntaje de Daño</b>	<b>Cualificación del Daño</b>
<b>Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables</b>		
<b>Salud de la Población</b>		
<b>Patrimonio Sociocultural</b>		

(Para más detalle ver página 133)

## 7.4 Fichas Etapa 2: Caracterización del Peligro de daño Ambiental (15 días, con más antecedentes)

Para este paso metodológico en que no hay constatación de la afectación, se debe hacer un análisis más exhaustivo del peligro inminente para la Salud de la Población, para ello llene las siguientes fichas.

### Ficha 20 Señale el puntaje de la Extensión de la Población Expuesta

Extensión	Puntos	Puntaje
<b>Muy alta</b>	9-10	
<b>Alta</b>	7-8	
<b>Media</b>	5-6	
<b>Baja</b>	3-4	
<b>Mínima</b>	1-2	

(Para más detalle ver página 136)

### Ficha 21 Señale el puntaje del Riesgo Individual Componentes Salud de la Población

Riesgo Individual	Puntos	Puntaje
<b>Muy alto</b>	9-10	
<b>Alto</b>	7-8	
<b>Medio</b>	5-6	
<b>Bajo</b>	3-4	
<b>Mínimo</b>	1-2	

(Para más detalle ver página 137)

### Ecuaación 3 Magnitud del Peligro de daño, entendido como Riesgo

$$\text{Riesgo Salud Población} = \text{Población Expuesta} * \text{Riesgo Individual}$$

**Tabla 7-10 Cualificación del Riesgo a la Salud de la Población**

Riesgo a la Salud de la Población	Cualificación Riesgo
entre 45 y 100	Crítico
entre 24 y 42	Alto
entre 10 y 21	Medio
entre 1 y 9	Bajo

Ahora, repitiendo la Etapa 1 (**sección 7.2**), para los componentes de Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, el Patrimonio Sociocultural y los “Otros” receptores de daño no considerado en las categorías anteriores, se llena la ficha resumen para el peligro de daño ambiental.

**Ficha 22 Resumen Análisis de Peligro inminente por componente**

Consecuencia del Componente	Cualificación
Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	
Salud de la Población	
Patrimonio Sociocultural	
Otros componentes	

## 8. Taller de Validación y Difusión

Se realizaron dos talleres para mostrar y difundir la metodología, ellos se explican a continuación.

### 8.1 Taller de Validación

Con la motivación de mejorar el instrumento metodológico, se realizó el día 24 de enero 2012, en el Campus San Joaquín de la Universidad Católica, un taller de validación con 25 expertos invitados (en salud pública, abogados, ingenieros, ecólogos, arqueólogos, sociólogos, antropólogos, economía, etc.), quienes la aplicaron a dos casos ficticios.

Los módulos de contenidos se ven en el siguiente programa:

#### PROGRAMA

09:00- 09:20	Introducción: Contexto estratégico y normativo, asociado al desarrollo de una metodología de determinación de existencia y caracterización del daño ambiental y el peligro de daño. <i>División de Cumplimiento y Sanción Superintendencia del Medio Ambiente</i>
09:20- 10:30	Presentación de la propuesta metodológica desarrollada por DICTUC S.A. <i>Equipo consultor DICTUC S.A.</i>
11:00- 11:50	Presentación de aplicación de la propuesta metodológica a dos caso de estudio. <i>Equipo consultor DICTUC S.A.</i>
11:50- 12:50	Discusión de la propuesta metodológica y su aplicación al caso de estudio. <i>División de Cumplimiento y Sanción Superintendencia del Medio Ambiente</i>

Los resultados de la determinación del peligro de daño y de la caracterización del daño en los casos aplicados, se presentan en la **sección 11** de **anexos**.

Si bien, la discusión en público fue bastante extensa al igual que las observaciones, el nivel de aprobación de la propuesta metodológica fue de un 88%, opinando un 84% de los invitados que la metodología es funcional con detalles a mejorar.

Lo anterior, facilitó el intercambio de opinión, con lo que mejoró la metodología. El detalle de las opiniones más frecuentes del Taller se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 8-1 Observaciones y sugerencias Taller de Validación metodología**

Frecuencia	Observación
7	Incluir los medios y agentes abióticos.
6	Es fundamental una guía que explique muy claramente los significados de los puntajes.
2	Existen criterios no excluyentes. Simplificar los puntajes
1	Aclarar conceptos: componentes, receptores, etc.
1	Acercar las definiciones legales a las usadas
1	¿Cómo medir Reparabilidad en Salud en 15 días? Pedir opinión de Médicos para "Salud"
1	Escalas de calificación, algunas logarítmicas y otras lineales ¿por qué?

Fuente: Elaboración Propia en base a las observaciones del Taller

Las opiniones de cambio de forma de los participantes fueron revisadas, y las de fondo tomadas en consideración para modificar estructuralmente algunos criterios.

El cambio más significativo de la metodología, fue incluir una etapa de valoración de los Otros componentes, no considerados originalmente como receptores de daño, entre ellos están los medios y los recursos naturales No renovables. Otra modificación, fue considerar factores de daño aditivo, en vez de la media geométrica como se estaba proponiendo. Esto, porque estos últimos no eran tan comprensibles, mientras que los resultados de la suma de los factores de Peligro de daño para la primera etapa de la metodología resultaron muy eficaces y de fácil aplicación. Otro cambio de fondo que se acogió, fue la utilización de escalas logarítmicas en área de extensión para el componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables.

A partir de la realización del taller se diseñaron Manuales de las diferentes etapas, que permiten comunicar y facilitar la aplicación de la metodología. Además, de una Guía Metodológica con las fichas a llenar por el fiscalizador.

## 8.2 Taller de Difusión (Capacitación)

En la **sección 12**, de **anexos**, se exponen los resultados de la capacitación realizada en formato de Taller de Difusión de la aplicación de la Metodología a los mismos ejercicios del Taller de Validación, el cual incluyó los cambios surgidos a este último. Los resultados demostraron el alto nivel de consistencia de la metodología y, una muy adecuada calibración en relación al juicio experto. Cabe señalar, que el Taller de Difusión fue mucho más práctico que lo esperado, pues los 40 participantes debieron aplicar la metodología paso a paso, analizando 3 ejercicios (1ª etapa, 2ª etapa para daño y 2ª etapa para riesgo). La actividad tuvo muy buena acogida y una intensa participación de los asistentes.

Los módulos de contenidos se ven en el siguiente programa:

**PROGRAMA**

09:00-09:30		<b>Presentación.</b> <i>Jaime Lira C.</i> <i>Superintendente del Medio Ambiente</i> <i>Cecilia Urbina B.</i> <i>Jefa de División de Cumplimiento y Sanción – SMA</i>
09:30-10:00	Estructura de metodología para la caracterización del riesgo y del daño ambiental desarrollada por DICTUC S.A.	<i>Luis Cifuentes</i> <i>DICTUC S.A.</i>
10:15-12:30	Aplicación de la Etapa 1 de la metodología.	<i>Andrés Pica</i> <i>DICTUC S.A.</i>
13:30-15:45	Aplicación de la Etapa 2 de la metodología.	<i>Pilar Lapuente</i> <i>DICTUC S.A.</i>
15:45-16:15		<b>Palabras de cierre.</b> <i>Luis Cifuentes</i> <i>DICTUC S.A.</i> <i>Cecilia Urbina</i> <i>Jefa de División de Cumplimiento y Sanción - SMA</i>

## 9. Evaluación de las herramientas informáticas de apoyo

Es importante reconocer que para la aplicación de la metodología desarrollada, tanto para la estimación del Peligro de Daño como del Daño, resulta fundamental contar con la mejor información posible.

En este contexto, la Superintendencia del Medio Ambiente, está desarrollando una plataforma informática, denominada Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), este instrumento pretende concentrar y administrar toda la información de fiscalización ambiental. En efecto, la SNIFA incluirá Bases de Datos, Sistemas de Información Geográfica (SIG), entre otros elementos, relativos a una identificación y caracterización lo más precisa y actualizada posible, de los sujetos regulados y, principalmente de todos los proyectos que cuentan con RCAs. Además, de contar con la información acerca de la ubicación y estado de los componentes del medio ambiente a proteger, tales como: Población, Parques Nacionales, Sitios Arqueológicos, monumentos nacionales, monitores de agua y aire, etc. Es evidente que estamos frente a una tarea ambiciosa por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente que, de llegar a realizarse, significará una mejora continua para la posterioridad.

Uno de los módulos que está en desarrollo actualmente, el cual podría ser de gran utilidad a la hora de implementar la metodología propuesta, es el "Modelo de Representación del Riesgo Ambiental de proyectos o actividades con resolución de calificación ambiental (RCA) a nivel nacional", estudio en desarrollo por parte de DICTUC. En efecto, este modelo permitirá por medio del uso de SIG, localizar los proyectos en relación a distintos componentes del medio ambiente, caracterizando su vulnerabilidad relativa para todo Chile, integrando además, indicadores de monitoreo de ciertos medios, tales como aire y agua, principalmente.

Esta herramienta, cuyo principal objetivo es priorizar la fiscalización ambiental de los proyectos u actividades sujetas a RCA, por medio de criterios de riesgo relativo, nos podría permitir de manera adicional a la hora de fiscalizar un proyecto específico, identificar los principales bienes de protección en un radio determinado (poblaciones más cercanas, Parque Nacionales, Monumentos Nacionales, etc.), información extremadamente útil para aplicar la primera etapa de la metodología.

Respecto a lo anterior, es altamente recomendable que esta información sea provista por medio de un equipo portátil adecuado, ya sea tablet o netbook, con acceso a internet vía 3g y Wi-Fi, con su respectivo software de visualización de ciertas funciones del SNIFA, lo que permitiría realizar consultas al sistema, como por ejemplo Identificación de componentes u otras RCA, dentro de un radio determinado. En resumen, esto permitiría la actualización de la información relativa a las RCAs disponibles en el Sistema Nacional de

Información de Fiscalización Ambiental, durante las actividades de fiscalización y sanción en terreno.

Es importante recomendar, que cada fiscalizador en terreno cuente con este tablet o netbook con el software adecuado, que tenga en formato digital las fichas y el manual desarrollado (ver página 290). Esto, facilitaría enormemente la aplicación y los resultados de dicha aplicación de la metodología, ya que en primer lugar, permitiría al fiscalizador aclarar dudas asociadas a cada ficha de la metodología por medio de una ayuda que referencie directamente a descripciones del presente documento. En efecto, esto permitiría evitar la trabajosa labor de buscar información dentro de un manual en papel, que podría generar errores de mal uso, asociado a la dificultad adicional de encontrar la información. De esta manera, se aseguraría que el fiscalizador en cada etapa use de manera adecuada la metodología.

Por otro lado, es evidente que la calificación de un puntaje de daño o riesgo de daño es útil, pero obviamente es necesario también, justificar adecuadamente esta evaluación. Si bien es cierto, que en esta línea la metodología enumera diversos criterios asociados a cada puntaje, un software permitiría al fiscalizador, al instante de asignar un cierto puntaje, indicar cual criterio lo justifica y, en caso de que existiera algún elemento fuera de los criterios presentes en la metodología, estaría obligado a fundamentarlo. Este proceso aseguraría que toda la información asociada a la toma de medidas provisionales al inicio del proceso sancionatorio que documentada inmediatamente, lo que facilitaría enormemente la defensa de una decisión frente a los Tribunales Ambientales.

En resumen, resulta clave contar con equipos informáticos, ya sea tablets o netbooks con acceso a internet, vía 3g y vía Wi-fi, que cuenten con softwares, tanto para conectarse a una versión “ligera” del SNIFA como para digitalizar la presente metodología. Contar con estos equipos informáticos, además, permitiría responder rápidamente dudas metodológicas, ya sea para rellenar las fichas del presente documento, así como también para la posterior justificación de las evaluaciones de riesgo y daño ambiental obtenida.

## 10. Conclusiones y Recomendaciones

La Metodología propuesta es un apoyo para la toma de decisiones con respecto a la definición de sanciones por daño o peligro de daño ambiental ocasionado, que deberá establecer la SMA. A continuación, algunas conclusiones y recomendaciones para lograr de mejor manera esos objetivos.

### 10.1 Conclusiones

La propuesta generada se elaboró en base a la revisión de una gran cantidad de documentos nacionales e internacionales, manteniendo concordancia con la realidad legislativa nacional y, apoyándose en la amplia experiencia multidisciplinaria del equipo consultor. Además, se integraron otras áreas de valoración ambiental, no abordadas en las metodologías de daño ambiental revisadas, como son el daño por riesgo a la salud de la población, el grado de afectación a distintas actividades económicas y el deterioro del patrimonio sociocultural.

La propuesta metodológica es un proceso aplicable a gran escala con una complejidad razonable, que se compone de dos etapas acordes a tres instancias del proceso sancionatorio. Considerando todos los componentes de interés, se procede en una primera etapa a la *determinación* del riesgo inminente, y en una segunda etapa a la *caracterización* de daño. Posteriormente, para la mayoría de los casos se puede replicar la metodología de la etapa dos, idealmente con el apoyo de expertos. Para los casos más complejos, en los cuales la metodología puede resultar insuficiente, se recomienda la realización de análisis más específicos por parte de los expertos en la materia; especialmente en casos de afectación a un elemento del medio ambiente no considerado. En estas situaciones se puede hacer una valorización contingente o un estudio de precios hedónicos del bien.

A partir de esta Metodología se pueden homologar Criterios de Riesgo y Daño para componentes que no son en primera instancia comparables, como Biodiversidad, Salud humana y Patrimonio sociocultural. Además, es versátil, pues puede establecer jerarquías de importancia entre distintos tipos de afectaciones ambientales sin perder la simplicidad.

En la primera etapa se propone una metodología de rápida implementación, y objetiva, para estimar los riesgos asociados a la mayoría de los casos a incumplimientos de tipo administrativo y los factores a analizar son la Identificación de agentes de peligro y la Identificación de potenciales afectaciones asociadas. Se aconseja, en este primer nivel de decisión, tener a mano los documentos de monitoreo y los datos del Modelo de Representación del riesgo ambiental de proyectos o actividades con RCA a nivel nacional (DICTUC S.A.) para la toma de medidas cautelares.

El segundo nivel de decisión dura 15 días, y se utiliza la metodología completa aunando los antecedentes necesarios en el plazo. El nivel de convicción debe ser al menos medio, ya que la caracterización del daño será el insumo para la formulación de cargos. Los factores de cualificación de la importancia del daño en el marco legal son: la significancia (definida por el Grado de Perturbación, la Duración, la Extensión, la Vulnerabilidad y la pérdida de Valor Social), y la irreparabilidad de los efectos según los receptores.

El tercer nivel de decisión puede tardar hasta 5 meses y, corresponde a la caracterización del daño para definir la sanción. En esta etapa del proceso se utiliza la metodología de la segunda etapa (*caracterización* de daño), pero con apoyo de expertos idealmente, aunando la mayor cantidad de antecedentes posibles. El nivel de convicción debe ser alto, ya que la caracterización del daño será un insumo para definir la sanción. Volvemos a resaltar que para casos de mayor complejidad, puede ser necesario el uso de análisis más complejos y específicos.

Esta metodología terminará generando 8 indicadores de daño ambiental:

- Nivel de daño a la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables
- Nivel de riesgo a la Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables
- Nivel de daño a la Salud a la población
- Nivel de riesgo a la Salud a la población
- Nivel de daño al Patrimonio Sociocultural
- Nivel de riesgo al Patrimonio Sociocultural
- Nivel de daño para otros componentes
- Nivel de riesgo al otros componentes

Para calificar el riesgo y el daño, se debe considerar el máximo de los indicadores de riesgo y el máximo de los de daño. El resto, deben ser considerados a criterio de la SMA, como elementos agravantes para la definición de la sanción, labor que se debe realizar caso a caso, dado que el consultor considera que cualquier estadígrafo utilizado es imperfecto para representar el daño ambiental total, pero el máximo es un punto de partida.

Es importante destacar, que el desarrollo del Taller de validación de la Metodología en el mundo de expertos, fue muy enriquecedor para validarla (con un 88% de aprobación) y afinarla. Posteriormente, se realizó una capacitación, en formato de taller de Difusión, donde la Metodología mostró ser extremadamente consistente, especialmente la primera etapa, dado que limita el nivel de discrecionalidad del fiscalizador. Por otro lado, los resultados finales son concordantes con el juicio experto, lo que da cuenta de que la calibración es la adecuada. Si bien, para la determinación del daño, existió más dispersión y una calibración menos precisa, a nivel general, los resultados de ambas actividades fueron muy positivos para validar la metodología.

## 10.2 Recomendaciones

No se puede dejar pasar, que si bien el estudio tiene por primera finalidad la caracterización de riesgo y daño, será trascendental determinar en una etapa posterior del proceso el tipo de reparación necesaria, debido a la ocurrencia de la afectación ambiental. Con respecto a esto, el concepto de débito y crédito de la Metodología Europea podría resultar fundamental, pues considera, tanto la remediación primaria y complementaria, como las medidas compensatorias. Éstas últimas, son cualquier acción tomada para compensar las pérdidas interinas del servicio y/o recurso natural, ocurridas desde la fecha del daño hasta que la remediación primaria (y/o complementaria) haya logrado su efecto, es decir, que se alcance la línea base.

Se propone además al Mandante los siguientes pasos de validación, puesta en marcha y complemento de la Metodología:

### 10.2.1 Revisión práctica de la Metodología

- Aplicación de la metodología a diversos casos históricos y, posterior revisión y actualización de ésta
  - Revisión de expedientes y la correspondiente síntesis de los elementos relevantes, en un reporte resumido
  - Debiera incluir experiencias de validación, donde profesionales del ámbito ambiental, tras una pequeña inducción, aplicaran la metodología por su cuenta a un caso, tras la lectura del reporte
  - Simular un terreno de fiscalización
  - Capacitaciones

### 10.2.2 Apoyo en la parte Operacional de la Metodología

Desarrollo de plataforma para la aplicación de la metodología en terreno.

- Herramienta de oficina previa a la fiscalización
  - Herramienta informática que haga todas las operaciones, consulte información disponible y genere un reporte tipo
  - Conexión con información del Modelo de Representación del riesgo ambiental de proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental a nivel nacional. Estudio actualmente en desarrollo por parte de DICTUC S.A.
- Herramienta para terreno
  - Tablet o netbook
  - Módulo para consultar y completar información del SNIFA
  - Software para asistir el llenado de fichas, con referenciación directa a los elementos del manual necesarios en caso de haber dudas

### 10.2.3 Revisión práctica de la Metodología

- Estudio de cómo las decisiones de los fiscalizadores se ven afectadas por diferentes formas de mostrar la información: ¿Qué debe ver un fiscalizador en terreno? ¿Qué indicadores son los más correctos a la hora de evaluar un riesgo o un daño, para las situaciones más comunes o relevantes? ¿Hay sesgos?

Capacitación y aplicación a los fiscalizadores

### 10.2.4 Valorización de los Recursos Ambientales

- Estudio transversal de la Valorización y Beneficios futuros traídos a Valor Presente de los distintos recursos naturales por zona de Chile
- Estructuración de una Línea de Base general por zona de nuestro país

## 11. Anexo 1: Cantidad umbral y Peligrosidad de los contaminantes

A continuación se listan sustancias y otros agentes de riesgo, que afectan la salud de la población humana y al entorno natural, obtenidos de los datos del Modelo de Representación del riesgo ambiental de proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental a nivel nacional. Estudio actualmente en desarrollo por parte de DICTUC S.A.

### 11.1.1 Agentes de Riesgo emitidos a la atmósfera

Con respecto a las emisiones atmosféricas, el compuesto menos peligroso es el CO<sub>2</sub>, teniendo una tolerancia máxima de emisión (umbral) al año 100 mil toneladas, en cambio los más peligrosos son las Dioxinas y Furanos, cuya tolerancia máxima es de 0,0001 kg/año.

**Tabla 11-1 Peligrosidad y Umbral Emisiones al Aire**

Contaminante	Expresión	Peligrosidad	Umbral (kg/año)
Dioxinas y Furanos	PCDD+PCDF	Muy alta	0,001
Hexabromobifenilo	PBB	Muy alta	0,1
Bifenilos Policlorados	BPC	Muy alta	0,1
Hidroclorofluorocarburos	CFC	Muy alta	1
Clorofluorocarburos	HCFC	Muy alta	1
Hidrocarburos Halogenados	HHAL	Muy alta	1
Aldrin	ALD	Muy alta	1
Clordano	CLORDA	Muy alta	1
Clordecona	CLORDE	Muy alta	1
Asbesto	ASB	Muy alta	1
Dicloro Difenil Tricloroetano	DDT	Muy alta	1
Dieldrin	DIELD	Muy alta	1
Endrin	ENDR	Muy alta	1
Heptacloro	HEPCL	Muy alta	1
Lindano	LIND	Muy alta	1
Mirex	MRX	Muy alta	1
Pentaclorobenceno	PCB	Muy alta	1
Toxafeno	TXF	Muy alta	1
Mercurio	Hg	Alta	10
Hexaclorobenceno	HCB	Alta	10
Hexaclorociclohexano	HCH	Alta	10

<b>Pentaclorofenol</b>	PCP	Alta	10
<b>Cadmio</b>	Cd	Alta	10
<b>Triclorobencenos</b>	TCB	Alta	10
<b>Di-(2-etilhexil) ftalato</b>	DEHP	Alta	10
<b>Arsénico</b>	As	Alta	20
<b>Niquel</b>	Ni	Alta	50
<b>Hidrocarburo Aromatico Policiclico</b>	HAP	Alta	50
<b>Hexafluoruro de Azufre</b>	SF6	Alta	50
<b>Tetracloroetano-1,1,2,2</b>	C2H2Cl4	Alta	50
<b>Antraceno</b>	C14H10	Alta	50
<b>Cromo</b>	Cr	Alta	100
<b>Cobre</b>	Cu	Alta	100
<b>Hidrofluorocarburos</b>	HFC	Alta	100
<b>Perfluorocarbonos</b>	PFC	Alta	100
<b>Tetraclorometano</b>	TCM	Alta	100
<b>Tricloroetano-1,1,1</b>	TCE	Alta	100
<b>Naftaleno</b>	C10H8	Alta	100
<b>Zinc</b>	Zn	Alta	200
<b>Cianuro de Hidrógeno</b>	HCN	Alta	200
<b>Plomo</b>	Pb	Alta	200
<b>Triclorometano</b>	TRICM	Alta	500
<b>Diclorometano</b>	DCM	Alta	1.000
<b>Benceno</b>	C6H6	Alta	1.000
<b>Dicloroetano-1,2</b>	DCE	Alta	1.000
<b>Cloruro de Vinilo</b>	C2H3Cl	Alta	1.000
<b>Óxido de Etileno</b>	C2H4O	Alta	1.000
<b>Tricloroetileno</b>	TRI	Alta	2.000
<b>Tetracloroetileno</b>	PCE	Alta	2.000
<b>Compuestos Inorgánicos Fluorados</b>	HF	Alta	5.000
<b>Amoníaco</b>	NH3	Media	10.000
<b>Compuestos Inorgánicos Clorados</b>	HCl	Media	10.000
<b>Óxido Nitroso</b>	N2O	Media	10.000
<b>Material Particulado Fino</b>	MP2,5	Media	20.000
<b>Material Particulado Respirable</b>	MP10	Media	50.000
<b>Metano</b>	CH4	Baja	100.000
<b>Óxidos de Nitrógeno</b>	NOX	Baja	100.000
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles No-metánicos</b>	COVNM	Baja	100.000

<b>Óxidos de Azufre</b>	SOX	Baja	150.000
<b>Monóxido de Carbono</b>	CO	Baja	500.000
<b>Dióxido de Carbono</b>	CO2	Baja	100.000.000

Fuente: Adaptado de (EU-PARLIAMENT and EU-COUNCIL 2006)

Con respecto al ruido, la excedencia es binaria, de tal manera que si se escucha algún ruido desde los proyectos, esto ya es peligroso. Con respecto a los olores, el umbral de tolerancia es comenzar a sentir olor desde los 250 m alejados de la actividad.

De no aparecer algún agente de riesgo en las listas, se puede ir completando la información a partir de las restricciones que aparezcan en las RCAs u otras normas por proyecto. Así, el índice de liberación estará dado por el porcentaje de superación del umbral permitido al igual que en caso europeo.

### 11.1.2 Agentes de Riesgo liberados en el agua y alcantarillado

Con respecto a las descargas a aguas y alcantarillado, los cloruros son los menos peligrosos y, nuevamente los más peligrosos son las Dioxinas y Furanos, cuya tolerancia máxima es de 0,0001 kg/año, como se ve en la siguiente tabla.

**Tabla 11-2 Umbral de Descarga al Agua o Alcantarillado**

Contaminante	Expresión	Peligrosidad	Umbral (kg/año)
<b>Dioxinas y Furanos</b>	PCDD+PCDF	Muy alta	0,0001
<b>Hexabromobifenilo</b>	PBB	Muy alta	0,1
<b>Bifenilos Policlorados</b>	BPC	Muy alta	0,1
<b>Bromodifenileteres</b>	PBDE	Muy alta	1
<b>Cloroalcanos</b>	C10-13	Muy alta	1
<b>Hexaclorobenceno</b>	HCB	Muy alta	1
<b>Hexaclorobutadieno</b>	HCBD	Muy alta	1
<b>Hexaclorociclohexano</b>	HCH	Muy alta	1
<b>Mercurio</b>	Hg	Muy alta	1
<b>Alclor</b>	ALCl	Muy alta	1
<b>Aldrin</b>	ALD	Muy alta	1
<b>Atrazina</b>	Atr	Muy alta	1
<b>Clordano</b>	CLORDA	Muy alta	1
<b>Clordecona</b>	CLORDE	Muy alta	1
<b>Clorfenvinfos</b>	CLORFV	Muy alta	1
<b>Clorpirifos</b>	CPF	Muy alta	1

Dicloro Difenil Tricloroetano	DDT	Muy alta	1
Dieldrin	DIELD	Muy alta	1
Diuron	DIUR	Muy alta	1
Endosulfan	ENDS	Muy alta	1
Endrin	ENDR	Muy alta	1
Heptacloro	HEPCL	Muy alta	1
Lindano	LIND	Muy alta	1
Mirex	MRX	Muy alta	1
Pentaclorobenceno	PCB	Muy alta	1
Pentaclorofenol	PCP	Muy alta	1
Simazina	SMZ	Muy alta	1
Tetracloroetileno	PCE	Muy alta	1
Triclorobencenos	TCB	Muy alta	1
Toxafeno	TXF	Muy alta	1
Antraceno	C14H10	Muy alta	1
Nonilfenol y Nonilfenol Etoxilatos	NP/NPEs	Muy alta	1
Isoproturon	ISOP	Muy alta	1
Di-(2-etilhexil) ftalato	DEHP	Muy alta	1
Tributilestaño y compuestos	TBSn	Muy alta	1
Trifenilestaño y compuestos	TFSn	Muy alta	1
Trifluralina	TRIF	Muy alta	1
Asbesto	ASB	Muy alta	1
Octilfenoles y octilfenol etoxilatos	OCTF/OCTFE	Muy alta	1
Fluoranteno	C16H10	Muy alta	1
Isodrin	C12H8Cl6	Muy alta	1
Benzo (g, h, i) perileno	BGHIP	Muy alta	1
Hidrocarburo Aromatico Policiclico	HAP	Muy alta	5
Arsénico	As	Muy alta	5
Cadmio	Cd	Muy alta	5
Dicoloroetano-1,2	DCE	Alta	10
Diclorometano	DCM	Alta	10
Triclorometano	TRICM	Alta	10
Tetraclorometano	TCM	Alta	10
Cloruro de Vinilo	C2H3Cl	Alta	10
Tricloroetileno	TRI	Alta	10
Naftaleno	C10H8	Alta	10
Óxido de Etileno	C2H4O	Alta	10

Níquel	Ni	Alta	20
Fenoles	Fenoles	Alta	20
Plomo	Pb	Alta	20
Cobre	Cu	Alta	50
Cromo	Cr	Alta	50
Compuestos del Organotin	Sn	Alta	50
Cianuros	Cn	Alta	50
Zinc	Zn	Alta	100
Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos	BTEX	Alta	200
Compuestos orgánicos halogenados	AOX	Media	1.000
Fluoruros	F	Media	2.000
Amoníaco	NH3	Media	3.000
Fósforo	P	Media	5.000
Sólidos Suspendidos	SS	Baja	20.000
Carbono Orgánico Total	COT	Baja	50.000
Nitrógeno	N	Baja	50.000
DBO	DBO	Baja	150.000
Cloruros	Cl	Baja	2.000.000

Fuente: Adaptado de (EU-PARLIAMENT and EU-COUNCIL 2006)

### 11.1.3 Agentes de Riesgo desechados a los suelos

Con respecto a los contaminantes al suelo, se pueden dividir en peligrosos y no peligrosos, considerando también su disposición final.

**Tabla 11-3 Umbral de Descarga al Suelo**

Tipo de contaminante	Disposición	Umbral (ton/año)
<b>Desechos Peligrosos</b>	Cantidad desechada en el sitio	>500
	Cantidad desechada fuera del sitio	>500
<b>Desechos No-peligrosos</b>	Cantidad desechada en el sitio	>2.000
	Cantidad desechada fuera del sitio	>2.000

Fuente: Adaptado de (EU-PARLIAMENT and EU-COUNCIL 2006)

### 11.1.4 Criterios de Peligrosidad

Los Criterios para determinar sustancias peligrosas según la NCh 2120 son:

#### Corrosividad

- pH menor que 2 ó mayor que 12.5
- capacidad de corroer el acero al carbón a una velocidad mayor que 6.35 mm por año, a una temperatura de 55°C

#### Toxicidad al ambiente

- cuando contiene uno a más constituyentes que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad (incluye lista con constituyentes y concentraciones permitidas)

#### Reactividad

- bajo condiciones de golpe, presión, temperatura o espontáneamente se descompone, combina o polimeriza vigorosamente
- es normalmente inestable y se combina o transforma violentamente sin detonación
- reacciona con el agua y forma mezclas potencialmente explosivas o genera gases, vapores o humos
- posee en su constitución sustancias que cuando se exponen a condiciones de pH adecuadas, puede generar gases, vapores o humos
- es capaz de producir radicales libres

#### Explosividad

- es más sensible a golpes o fricción que el dinitrobenceno
- es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C, y a una atmósfera de presión

#### Inflamabilidad

- en solución acuosa, contiene más de 24% de alcohol en volumen
- es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C
- es capaz de causar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos

## 12. Anexo 2: Persistencia de los Contaminantes

### 12.1 Orgánicos Persistentes: Muy Peligrosos

A continuación, se presenta una tabla de los usos históricos de Contaminantes Orgánicos Persistentes, considerados “muy peligrosos” según los organismos de los Estados Unidos. Se utilizan los siguientes Acrónimos:

**FIFRA:** Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act

**TSCA:** Toxic Substances Control Act

**CAA:** Clean Air Act

**CWA:** Clean Water Act

**Tabla 12-1 Contaminantes Persistentes Orgánico**

COP	Uso histórico global/Fuente	Resumen Estatus de los EE.UU
<b>Aldrin y dieldrin</b>	Insecticidas utilizados en los cultivos como el maíz y el algodón, también se utiliza para combatir las termitas.	FIFRA: 1. No hay registros EE.UU., la mayoría de los usos cancelados en 1969, todos los usos en 1987. 2. <b>Todas las tolerancias en los cultivos de alimentos revocada</b> en 1986. No hay producción, importación o exportación.
<b>Clordano</b>	Insecticidas utilizados en los cultivos, incluyendo vegetales, granos pequeños, las patatas, caña de azúcar, remolacha, frutas, nueces, cítricos y el algodón. Se utiliza en el hogar césped y jardín plagas. También se utiliza ampliamente para controlar termitas.	FIFRA: 1. No hay registros EE.UU., la mayoría de los usos cancelados en 1978, todos los usos en 1988. 2. Todas las tolerancias en los cultivos de alimentos revocada en 1986. No hay producción (detenido en 1997), la importación o exportación. <b>Regulado como un contaminante muy peligroso del aire (CAA).</b>
<b>DDT</b>	Insecticida utilizado en los cultivos agrícolas, principalmente de algodón, y los insectos que transmiten enfermedades como la malaria y el tifus.	FIFRA: No hay registros de EE.UU., la mayoría de los usos cancelados en 1. 1972, todos los usos en 1989. 2. Tolerancias en los cultivos de alimentos revocada en 1986. No hay producción de los EE.UU., importación o exportación. DDE (metabolito del DDT). <b>Regulado como un contaminante muy peligroso del aire (CAA). Prioridad tóxicos contaminantes</b>

		(CWA).
<b>Endrina</b>	Insecticidas utilizados en los cultivos como algodón y los cereales, también se utiliza para controlar a los roedores.	FIFRA, sin registros EE.UU., la mayoría de los usos cancelados en 1979, todos los usos en 1984. No hay producción, importación o exportación. <b>Prioridad tóxicos contaminantes (CWA).</b>
<b>Mirex</b>	Insecticida utilizado para combatir las hormigas rojas, las termitas y cochinillas. También se utiliza como retardante del fuego en plásticos, caucho, y productos eléctricos.	FIFRA, sin registros EE.UU., <b>todos los usos cancelados</b> en 1977. No hay producción, importación o exportación.
<b>heptacloro</b>	Insecticida utilizado principalmente contra insectos del suelo y termitas. También se utiliza en contra de algunas plagas de los cultivos y para combatir la malaria.	FIFRA: 1. Mayoría de los usos cancelados en 1978, registrado canceló voluntariamente el uso para controlar las hormigas de fuego en cajas de cableado subterráneo a principios de 2000. 2. <b>Todas las tolerancias de plaguicidas en los cultivos de alimentos revocada</b> en 1989. No hay producción, importación o exportación.
<b>Hexaclorobenceno</b>	Fungicidas utilizados para el tratamiento de semillas. También un producto químico industrial utilizado para hacer fuegos artificiales, municiones, caucho sintético, y otras sustancias. También la producción no intencional durante la combustión y la fabricación de ciertos productos químicos. También una impureza en algunos plaguicidas.	FIFRA, sin registros EE.UU., todos los usos cancelados en 1985. No hay producción, importación o exportación como pesticida. Fabricación y uso de productos químicos intermedios (lo permitido por la Convención). <b>Regulado como un contaminante muy peligroso del aire (CAA).</b> <b>Prioridad tóxicos contaminantes (CWA).</b>
<b>PCBs</b>	Usados para una variedad de procesos industriales y de fines, incluyendo en aparatos eléctricos transformadores y condensadores, como fluidos de intercambio de	Fabricación y el uso de nuevas prohibida en 1978 (TSCA). <b>Regulado como un contaminante muy peligroso del aire (CAA).</b> <b>Prioridad tóxicos contaminantes</b>

	<p>calor, como aditivos para pinturas, en papel autocopiativo, y en los plásticos. También la producción no intencional durante la combustión.</p>	<b>(CWA).</b>
<b>Toxafeno</b>	<p>Insecticida usado para controlar plagas en los cultivos y el ganado, y para matar peces indeseables en lagos.</p>	<p>FIFRA: 1. No hay registros EE.UU., la mayoría de los usos cancelados en 1982; todos los usos en 1990. 2. Todas las tolerancias en los cultivos de alimentos revocada en 1993. No hay producción, importación o exportación. <b>Regulado como un contaminante muy peligroso del aire (CAA).</b></p>
<b>Dioxinas y furanos</b>	<p>Producidos involuntariamente durante la mayoría de las formas de la combustión, incluida la quema de desechos municipales y médicos, quema en los patios de basura, y los procesos industriales. También se pueden encontrar como contaminantes en trazas de ciertos herbicidas, conservantes de la madera, y en las mezclas de PCB.</p>	<p>Regulado como contaminantes peligrosos del aire (CAA). Dioxina en forma de 2,3,7,8-TCDD <b>es un contaminante tóxico prioritario (CWA).</b></p>

## 12.2 Otros Bioacumulativos

- mercurio
- benzo (a) pireno
- octacloroestireno
- alquilo de plomo

### 13. Anexo 3: Taller de Validación

A continuación se presentan las diapositivas expositivas de la presentación general de la Propuesta metodológica para la Determinación y Caracterización del Daño y Peligro de daño Ambiental.

#### 13.1 Presentación



**GreenLab UC**

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A



“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL Y DEL PELIGRO DE DAÑO OCASIONADO”

**ESTUDIO SOLICITADO POR LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE**

Santiago, Chile, 24 de enero 2012

## Contenidos

1

- Contexto del Estudio
- Presentación de Propuesta Metodológica
  - Etapa 1: Determinación del Riesgo Inminente de daño Ambiental
    - Primer nivel de toma de decisiones: Medidas cautelares
  - Etapa 2: Caracterización del Daño ambiental y del Peligro de Daño ocasionado
    - Segundo nivel de toma de decisiones: Inicio del proceso sancionatorio

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Equipo de Trabajo

1

<u>Riesgo Ambiental</u>	<u>Ecología</u>	<u>Patrimonio</u>	<u>Economía Ambiental</u>	<u>Derecho Ambiental</u>
Luis Abdón Cifuentes	Fabián Jaksic	Piergiorgio Di Giminiani	Rodrigo Arriagada Cisternas	Francisco Javier González
Andrés Pica Téllez	Ariel Farías	Julián Moraga	Daniela Acuña Reyes	Miguel Aylwin Fernández
Nicolás Borchers Arriagada				
Pilar Lapuente Fuentes				
Mayo Rodríguez Baeza				

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## 4 CONTEXTO del ESTUDIO

1. Objetivos del Estudio
2. Metodología inserta en el Proceso de Fiscalización de la SMA
3. Definiciones Legales
4. Identificación de los bienes a proteger (receptores)
5. Identificación de los Medios

### 1. Objetivos del Estudio

- Realizar un análisis conceptual, integral y multidisciplinario de daño ambiental, identificando los componentes y subcomponentes ambientales, así como las relaciones entre ellos que pudieran resultar afectadas.
- Hacer una revisión de experiencias comparadas nacionales e internacionales relevantes para la determinación de la existencia de daño ambiental, su cuantificación, su reparabilidad y otros aspectos asociados a su caracterización, así como la determinación y cuantificación del peligro de daño ambiental.

## 2. Contexto Metodológico

6

- Con la finalidad de determinar una multa justa al responsable de daño o riesgo ambiental, la SMA está creando una metodología de sanción que involucra el Beneficio Económico del sujeto regulado, la Caracterización del daño o peligro y los Ajustes.
- La Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado es el COMPONENTE DISUASIVO.
- Se propone una metodología para determinar de manera objetiva y sistemática la existencia de daño ambiental real o inminente, y su cuantificación; su reparabilidad y otros aspectos asociados a su caracterización, así como la determinación y cuantificación del peligro de daño ambiental, para ser aplicada en el proceso de toma de decisiones de la SMA.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## 3. Definiciones

Antes de explicar la metodología, es útil precisar algunos conceptos (Ley 19.300 Art. 2):

- e) **Daño ambiental:** Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes.
- l) **Medio ambiente:** Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socio culturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.
- r) **Recursos Naturales:** componentes del medio ambiente **susceptibles de ser utilizados por el ser humano** para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos.
- s) **Reparación:** acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## 4. Identificación de los Receptores

8

- Los receptores son los únicos componentes del medio ambiente susceptibles de daño ambiental.
- Se pueden clasificar en tres **componentes**:
  1. Salud humana
  2. Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables
  3. Patrimonio Cultural
- La **significancia e irreparabilidad del daño** dependen fundamentalmente del receptor afectado.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### 4.1 Receptores según Componentes

9

- **Componente Salud Pública:**
  - Salud de la población
  - Bienestar humano
- **Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables:**
  - Poblaciones
  - Comunidades
  - Ecosistemas
  - Paisaje
  - Servicios ecosistémicos
- **Componente Patrimonio Socio-cultural:**
  - Patrimonio Cultural Material
  - Patrimonio Cultural Inmaterial
  - Servicios de relacionamiento socio-cultural y económicos asociados

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## 5. Identificación de los Medios

10

- Los medios son aquellos componentes del medio ambiente a través de los cuales se transmiten los impactos desde las actividades, acciones u omisiones, hasta los receptores:
  - Abiota
    - Aire
    - Agua
    - Suelo
  - Biota (Ej: cadena alimenticia)
  
- Los medios NO son sujetos de daño, el daño se produce en los receptores. Sólo el cumplimiento de las normas o requerimientos de calidad ambiental se verifica en los medios

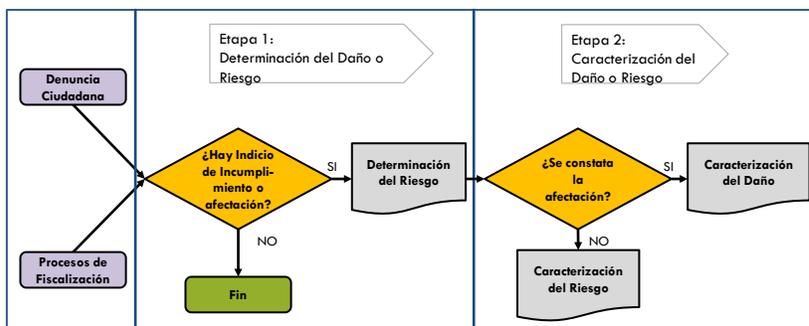
GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### Propuesta Metodológica

1. Proceso progresivo, que profundiza en cada etapa, con el fin de:
  - i. Aplicar medidas cautelares
  - ii. Ser un insumo para determinar la sanción
2. Instancias:
  - i. Ex ante (en terreno): Determinación del Peligro de Daño Inminente (primer nivel de toma de decisiones)
  - ii. Ex Post: Caracterización del Daño o Peligro de Daño Ambiental (segundo nivel de toma de decisiones)

## Etapas del Proceso Metodológico

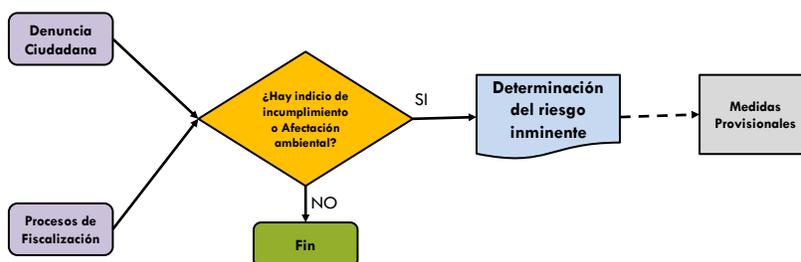
- En caso de denuncia o fiscalización calendarizada se pueden encontrar indicios de incumplimiento o afectación ambiental, por lo que se debe estimar el riesgo inminente.
- Luego se debe ratificar la existencia de afectación para caracterizar el daño o el peligro de daño ocasionado, según corresponda.



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 1. Determinación del Riesgo Inminente (Ex ante, en terreno)

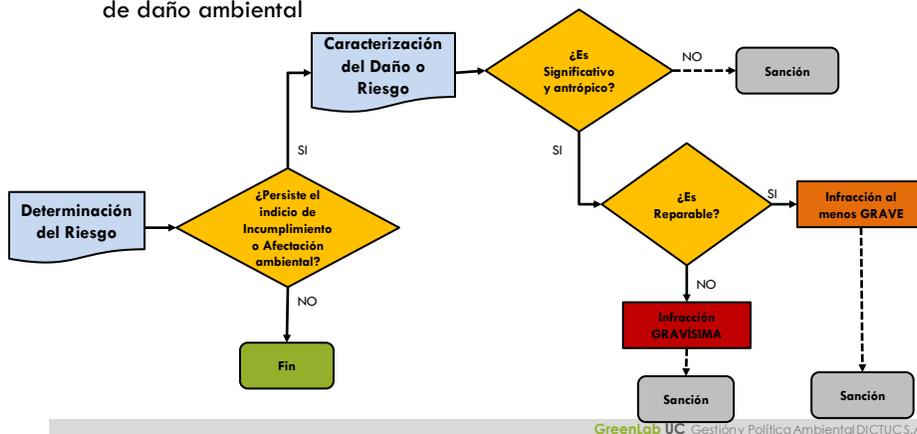
- La metodología permite estimar el riesgo de peligro inminente para decidir si tomar medidas provisionales en caso de denuncia o fiscalización por indicios de incumplimiento o afectación ambiental.



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2. Caracterización del Daño y del Peligro de Daño ocasionado (Ex post)

- Contando con más antecedentes del caso, se puede ratificar el indicios de incumplimiento o afectación ambiental.
- La metodología propuesta permite en esta etapa cualificar el Daño o Peligro de daño ambiental



## Etapa 1: Determinación del Peligro inminente

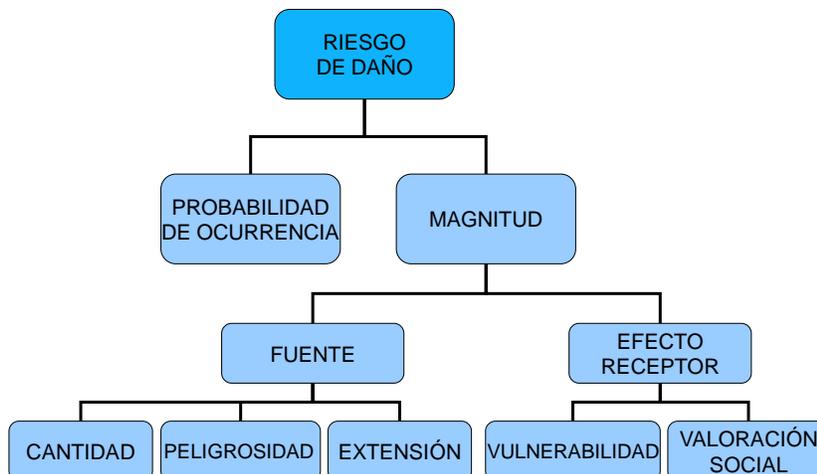
15

- Para cada uno de los componentes (Salud humana, Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables y Patrimonio Cultural) se realizan los siguientes pasos:
  - Paso 1. Estimación de la Probabilidad de ocurrencia de afectación inminente
  - Paso 2. Identificación de los principales factores de daño y sus consecuencias
  - Paso 3. Estimación y cualificación de la Magnitud de las consecuencias
  - Paso 4. Estimación del riesgo inminente
- Finalmente se agregan todos los componentes
  - Paso 5. Estimación del riesgo global

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 1: Mapa Conceptual

16



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 1. Estimación de la Probabilidad de ocurrencia de afectación Inminente

17

- Dado el indicio de afectación, el fiscalizador debe estimar la probabilidad de consecuencias inminentes según la siguiente tabla:

Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad de ocurrencia inminente	Puntaje
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy Probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 años	Improbable	1

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2. Identificación de los principales factores de daño

18

Los factores que afectan la magnitud son:

❑ Fuente o actividad:

1. Cantidad
2. Peligrosidad

❑ Receptor:

1. Extensión
2. Vulnerabilidad
3. Pérdida de valor social

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Definición General de Factores que afectan la magnitud

19

### Cantidad

Se define en relación con un incremento o sustracción más allá de los límites permitidos según la normativa reguladora correspondiente. Lo mismo se aplica sobre cualquier actividad cuya realización esté prohibida o vedada temporalmente (ej. extracción de una especie cuya caza, pesca o tala se encuentre prohibida).

### Peligrosidad

Es la "capacidad de una sustancia, producto, o situación, de producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, o a los elementos materiales". Estos últimos incluyen cualquier elemento químico, físico o biológico que afecte directa o indirectamente la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y socioculturales.

### Extensión

Tiene que ver con el área de influencia o cantidad de elementos potencialmente abarcados por el impacto a los distintos receptores, y en el caso del componente salud de la población, tiene relación con el número de personas potencialmente expuestas a los agentes de riesgo.

### Vulnerabilidad del receptor

Se mide según el grado de conservación de la especie para el caso del Componente B&RNR; según la existencia de Población con historia de conflictos ambientales, y tiene que ver con el estado de conservación del bien patrimonial y la singularidad del mismo.

### Valoración Social del receptor

El valor que prestan los componentes ambientales al bienestar humano se mide según el estudio de Evaluación de Ecosistemas del Milenio y el nivel de protección que tiene el Receptor.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Definición de Factores que afectan la magnitud por componente afectado

20

CONCEPTO	Sobre Componente B&RNR	Sobre Componente Humano	Sobre Componente Patrimonio Sociocultural
<b>Cantidad</b>	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída que afecta a las personas	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno
<b>Peligrosidad</b>	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones que afecta a las personas	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes
<b>Extensión</b>	Espacio de influencia del impacto en relación con el entorno considerado	Número estimado de personas expuestas	Espacio de influencia del impacto en relación con el medio considerado
<b>Vulnerabilidad</b>	Estado de Conservación de los subcomponentes de la B&RNR	Vulnerabilidad de los grupos afectados según la historia de conflictos	Estado de conservación del bien material y singularidades en el inmaterial
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Pérdida de servicios ecosistémicos al bienestar humano	Efecto sobre el bienestar humano	Efecto sobre el patrimonio sociocultural, y el capital productivo

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 3.1. Estimación de la Magnitud de las consecuencias: **Suma del puntaje**

21

### □ Ej: Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables

	Puntos				Puntaje
	1	2	3	4	
<b>Indique el puntaje para cada factor:</b>					
<b>Cantidad: que afecta al entorno natural</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Peligrosidad: intrínseca de la sustancia</b>	Poco Peligroso	Medianamente Peligroso	Peligroso	Muy Peligroso	
<b>Extensión: Área de influencia entorno natural</b>	Puntual	Poco extenso	Extenso	Muy extenso	
<b>Vulnerabilidad: Estado de conservación B&amp;RNR</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Pérdida de Valor Social: Servicios Ecosistémicos</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS (suma puntajes)</b>					

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 3.2. Cualificación de la Magnitud de las consecuencias

22

La magnitud total corresponde a la suma de cada uno de los factores, y se cualifica según la tabla:

Puntaje Total	Calificación de la Magnitud	Puntaje magnitud
Entre 18 y 20	Crítica	5
Entre 15 y 17	Alta	4
Entre 11 y 14	Media	3
Entre 8 y 10	Baja	2
Entre 5 y 7	No relevante	1

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4. Estimación y cualificación del Riesgo

23

- El riesgo se obtiene del producto de la probabilidad de ocurrencia y la magnitud:

$$r = pxm$$

Para B&RNR y Patrimonio Sociocultural:

Probabilidad	Magnitud					RIESGO
	1	2	3	4	5	
5	5	10	15	20	25	Crítico Muy Alto Alto Medio Bajo
4	4	8	12	16	20	
3	3	6	9	12	15	
2	2	4	6	8	10	
1	1	2	3	4	5	

Para Salud de la Población:

Probabilidad	Magnitud					RIESGO
	1	2	3	4	5	
5	5	10	15	20	25	Crítico Muy Alto Alto Medio Bajo
4	4	8	12	16	20	
3	3	6	9	12	15	
2	2	4	6	8	10	
1	1	2	3	4	5	

- Para el componente Salud, la cualificación del riesgo es más exigente.
- Se sugiere tomar medidas cautelares desde un nivel de riesgo Medio.

## Paso 5. Riesgo Global

24

- El Riesgo Global esta dado por la máxima cualificación del riesgo entre todos los componentes:

Máx (R1, R2, R3)

- Los otros componentes contribuyen a los agravantes del riesgo global.  
Ejemplo:

Riesgo del Componente	Cualificación
B&RNR	Muy Alto
Salud de la Población	Muy Alto
Patrimonio Sociocultural	Medio
<b>Riesgo Global</b>	<b>Muy Alto</b>

- El resultado de este caso es “Muy Alto”, con el agravante de que podría afectar significativamente a más de un componente.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.1 Caracterización del Daño (Ex post)

25

- Para cada uno de los componentes (Salud humana, Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables y Patrimonio Cultural) se realizan los siguientes pasos:

- Paso 1. Identificación de los principales factores de daño
- Paso 2. Estimación y cualificación de la Significancia de la afectación
- Paso 3. Estimación de la irreparabilidad de la afectación
- Paso 4. Estimación y cualificación de la importancia del daño

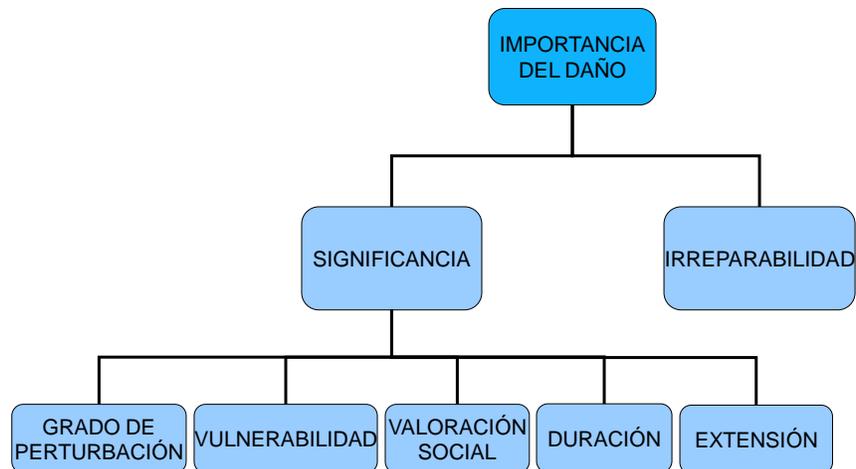
**Finalmente se agregan todos los componentes**

- Paso 5: Estimación y cualificación del daño global

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.1: Mapa Conceptual

26



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 1. Identificación de los principales factores de daño

27

Los factores de Importancia del Daño son:

1. **Significancia:**
  - a) Pérdida de Valor Social
  - b) Grado de Perturbación
  - c) Vulnerabilidad del receptor
  - d) Duración
  - e) Extensión
2. **Irreparabilidad**

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Definición General de Factores de Significancia de la afectación

28

### Valoración Social (VS):

El valor que prestan los componentes ambientales al bienestar humano se mide según el estudio de Evaluación de Ecosistemas del Milenio y el nivel de protección que tiene el Receptor. **Grado de**

### Perturbación (GP):

Amplitud de las modificaciones del elemento ambiental afectado, sea en sus características estructurales y/o funcionales.

### Vulnerabilidad (Vu):

Es la Importancia de protección de una unidad territorial o de un elemento en su entorno. Se mide según el grado de conservación de la especie para el caso del Componente B&RNR; según la existencia de Población con historia de conflictos ambientales, y tiene que ver con el estado de conservación del bien patrimonial y la singularidad del mismo.

### Duración (Du):

Tiempo que permanecería el contaminante en el receptor desde la exposición, hasta que el bien de protección retorne a las condiciones previas a la acción. Hay que considerar que si el evento tiene un tiempo de desarrollo largo, o es intermitente, este tiempo se sumará al de persistencia intrínseca del contaminante en el receptor, agravando la puntuación de este factor.

### Extensión (Ex):

Es la cantidad recursos afectada, ya sea en número de población expuesta, en área, o en términos de pérdida de servicios ambientales según sea el componte.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2.1. Estimación de la Significancia

29

### □ Ej: Patrimonio Sociocultural

	Puntos					Puntaje
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
Indique el puntaje para cada factor						
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Grado de Perturbación</b>	Mínimo	Bajo	Medio	Fuerte	Muy Fuerte	
<b>Vulnerabilidad</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Duración</b>	Menor a 1 día	Más de 1 día, hasta 2 semanas	Entre 2 semanas y 4 meses	Entre 4 meses y un año	Más de un año o permanente	
<b>Extensión</b>	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>TOTAL SIGNIFICANCIA (Media Geométrica Puntajes)</b>						

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2.2. Cualificación de la Significancia de la afectación

30

- La significancia se calcula como es la media Geométrica entre los factores:

$$\text{Significancia} = \sqrt[5]{VS * GP * Vu * Du * Ex}$$

- Y se cualifica según la tabla, dependiendo del Componente, pues el daño es más estricto para la Salud de la Población

Puntaje B&RNR o Patrimonio Sociocultural	Puntaje en Salud de la Población	Significancia
9-10	7-10	Crítica
7-9	4-7	Alto
5-7	3-4	Medio
3-5	2-3	Bajo
1-3	1-2	No significativo

## Paso 3. Estimación de la Irreparabilidad de la afectación

31

- Ej: Salud de la Población

	Puntuación					Puntaje
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
<b>Irreparabilidad</b>	Menor a 1 día	Entre 1 día y 1 semana	Entre 1 semana y 1 mes	Entre 1 mes y 1 año	Más de 1 año/ Irrecuperable	

## Paso 4.1 Estimación de la Importancia de la Afectación

32

- A partir de los dos criterios legales analizados: Significancia e Irreparabilidad, se puede llegar a cualificar la Importancia del daño, mediante el producto de dichos criterios:

$$\text{Importancia del Daño} = \text{Significancia} * \text{Irreparabilidad}$$

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4.2 Estimación de la Importancia de la Afectación

33

- Componente B&RNR y Patrimonio Sociocultural

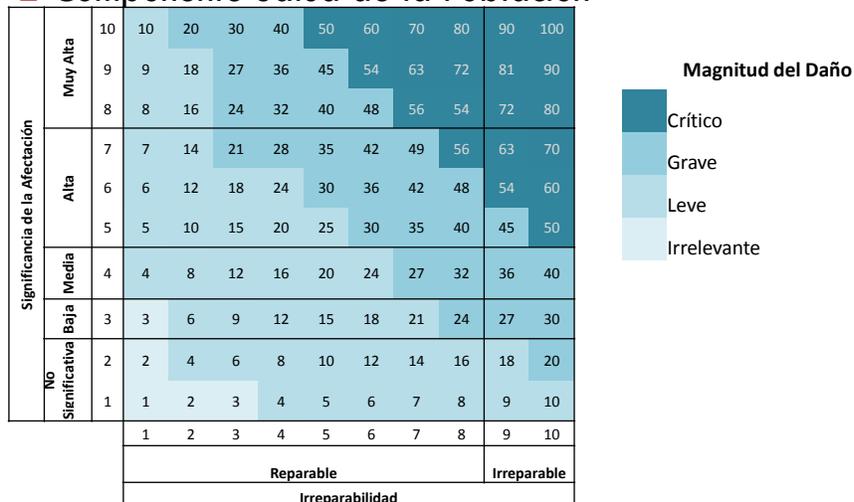
Significancia de la Afectación	Muy Alta	Magnitud del Daño									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Muy Alta	9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	8	8	16	24	32	40	48	56	54	72	80
Alta	7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Media	5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	4	4	8	12	16	20	24	27	32	36	40
Baja	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
No Significativa	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reparable											
Irreparable											
Irreparabilidad											

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4.2 Estimación de la Importancia de la Afectación

34

### Componente Salud de la Población



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 5. Importancia del Daño Global

35

- El Daño Global esta dado por la máxima cualificación de la importancia de daño entre todos los componentes:

$$\text{Máx} (M1, M2, M3)$$

- Los otros componentes contribuyen a los agravantes del Daño global. Ejemplo:

Magnitud del Daño por Componente	Cualificación
B&RNR	Leve
Salud de la Población	Leve
Patrimonio Sociocultural	Grave
<b>Magnitud Global</b>	<b>Grave</b>

- El resultado de este caso es "Grave", con el agravante de que podría afectar significativamente a más de un componente.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.2 (Ex post) Caracterización del Peligro de Daño

36

□ Para los componentes Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables y Patrimonio Cultural se realiza nuevamente la Etapa 1 (determinación del riesgo inminente), contando con mayores antecedentes.

□ Para el componente Salud de la Población se siguen los siguientes pasos:

Paso 1. Estimación de la Población Expuesta

Paso 2. Estimación del riesgo individual a la salud en relación al “Benchmark”

Paso 3. Cálculo del riesgo a la Salud de la Población

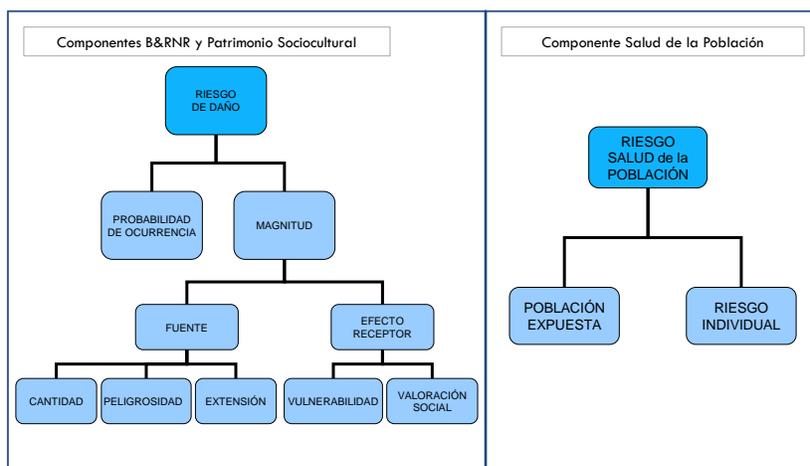
Finalmente se agregan todos los componentes

Paso 4: Estimación y cualificación del Peligro de daño global

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.2: Mapa Conceptual

37



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 1. Estimación de la Población Expuesta

38

- Número de personas expuestas a la liberación de los agentes de riesgo por sobre las normas de emisión
  - **Muy Alta:** más de 10.000 personas expuestas
  - **Alta:** entre 1.000 y 10.000 personas expuestas
  - **Media:** entre 100 y 1.000 personas expuestas
  - **Baja:** entre 10 y 100 personas expuestas
  - **Muy Baja:** menos de 10 personas expuestas

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2. Estimación del riesgo individual a la salud en relación al “Benchmark”

39

- Si existe violación a una norma de emisión, incumplimiento de una RCA o un efecto No previsto, se puede poner en peligro la salud de las personas y el riesgo aumenta en la medida que aumenta el nivel de incumplimiento del “benchmark” (norma de calidad primaria o plan de descontaminación)
- Para realizar una estimación del daño, se calcula un índice de peligrosidad, en el caso de que el benchmark controle un máximo aceptable, este se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Índice peligrosidad}_b = \frac{\text{Nivel Actual}}{\text{Benchmark}}$$

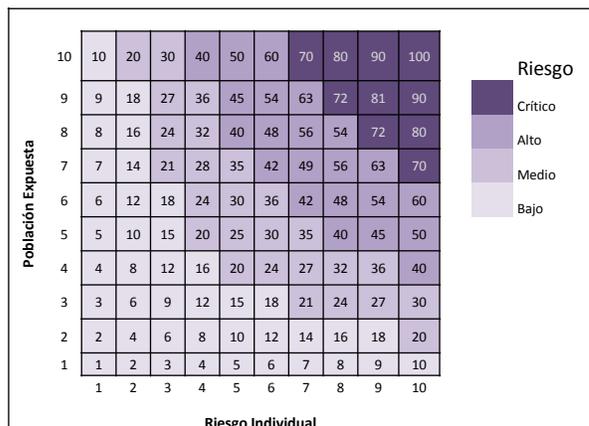
- **Donde:**
  - Índice de peligrosidad<sub>b</sub>: Es el índice para el benchmark considerado.
  - Nivel actual: Comúnmente es el dato de concentración más reciente.
  - Benchmark: Es lo establecido por la norma de calidad o el plan de descontaminación.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 3. Cálculo del riesgo a la Salud de la Población

40

- Del cruce de estos dos factores se puede determinar el peligro de daño, que para este Estudio será entendido como el Riesgo



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4. Peligro de Daño Global

41

- El Peligro de Daño Global está dado por la máxima cualificación del riesgo entre todos los componentes:

$$\text{Máx (R1, R2, R3)}$$

- Los otros componentes contribuyen a los agravantes del riesgo global. Ejemplo:

Riesgo del Componente	Cualificación
B&RNR	Muy Alto
Salud de la Población	Muy Alto
Patrimonio Sociocultural	Medio
<b>Riesgo Global</b>	<b>Muy Alto</b>

- El resultado de este caso es “Muy Alto”, con el agravante de que podría afectar significativamente a más de un componente.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



## Muchas gracias

**GreenLabUC**

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

Los casos de aplicación de la metodología para la instancia del Taller de Validación, fueron presentados como ejercicios, donde se presentaban los antecedentes, simulando una fiscalización en terreno y, una instancia posterior de recabado de antecedentes. A continuación, se presentan los ejercicios:

### 13.2 Ejercicio 1: Determinación del Peligro de daño ambiental

Usted es fiscalizador de la SMA y, producto de su labor, llega a fiscalizar una faena minera.

1. Es su primera visita de Inspección en Terreno a una faena minera, ubicada en el Norte Grande. Debido a la denuncia por la construcción de un pozo y la sobre extracción de agua sin permiso de la DGA.
2. Se detecta un consumo de agua de 150 L/s, cuando la RCA permite hasta 90 L/s.
3. Caracterización de la Zona:
  - Zona de asentamientos humanos Aymaras.
  - Cercanía a un bofedal protegido por la Ley 19.145, este se extiende por 5000 m<sup>2</sup> y alimenta una cuenca de 5 km<sup>2</sup>.
  - En el bofedal habitan Gatos andinos (en peligro de extinción) y Vicuñas (Medianamente amenazado).
  - Cuenca del bofedal alimenta zonas agrícolas aledañas, aprovechadas por 80 familias campesinas.

El fiscalizador en terreno, durante el primer día no tendrá mucha más información que esto. Sin embargo, debe decidir si toma o no medidas provisionales. Para asesorar esta decisión, que debe tomarse en un plazo de un día (independiente de que se pueda re-evaluar posteriormente), se propone la primera etapa de la metodología.

### 13.3 Resultados Ejercicio 1

En la siguiente tabla, se muestra la comparación entre los resultados de la aplicación de la Etapa 1 de la metodología: Determinación del Peligro Inminente, del equipo consultor y el panel de expertos invitados al Taller para el componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables (B&RNR).

**Tabla 13-1 Comparación Resultados en Taller de Metodología de Determinación del Peligro Inminente**

			<u>Equipo Consultor</u>	<u>Taller de Expertos</u>
			<i>B&amp;RNR</i>	<i>B&amp;RNR</i>
¿Receptor potencialmente Afectado?			✓	✓
Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad Puntaje	a	Muy Probable 4	Muy Probable 3.5
Consecuencias	Cantidad	b	3	3
	Peligrosidad	c	2.9	4
	Extensión	d	2.9	3
	Vulnerabilidad	e	3.5	4
	Pérdida de Valor Social	f	3.6	4
	cualificación	b+c+d+e+f	15.9	17
	Magnitud Puntaje	g	Alta 4	Alta 4
Riesgo por componente	Puntaje	a*g	14	16
	Cualificación		Muy Alto	Muy Alto

Se realizó en esta primera instancia, ya que el tiempo se hizo corto, una comparación sólo para el componente “Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables”, sin embargo, se pudo validar en gran medida por la precisión de los resultados. Los demás componentes, fueron evaluados por el equipo consultor en su conjunto, y se muestran a continuación:

**Tabla 13-2 Resultados Metodología de Determinación del Peligro Inminente Equipo Consultor**

			<i>Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables</i>	<i>Salud Población</i>	<i>Patrimonio Cultural</i>
¿Receptor potencialmente Afectado?			✓	✓	✓
Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad Puntaje	a	Muy Probable 4		
Consecuencias	Cantidad	b	3	3	3
	Peligrosidad	c	4	1	4
	Extensión	d	2	1	1
	Vulnerabilidad	e	4	1	3
	Pérdida de Valor Social	f	4	2	3
	cualificación	b+c+d+e+f	17	8	14
	Magnitud Puntaje	g	4	2	3
Riesgo por componente	Puntaje Cualificación	a*g	16 Muy Alto	8 Alto	12 muy Alto

### 13.4 Ejercicio 2.1: Caracterización del Daño ambiental

Han pasado 2 semanas desde que se fiscalizó la faena minera. Ahora, se debe determinar si se inicia o no el proceso sancionatorio. Para ello, se debe caracterizar el peligro y el daño ambiental generado. Los antecedentes adicionales (en relación a la 1ª etapa) que se han logrado recabar, son los siguientes:

- Se detectaron incumplimientos RCA, por construcción de pozos y extracción de agua sobre un 70% de lo estipulado en la RCA.
- Constatación de que el bofedal se secó en sus 5000 m<sup>2</sup> de extensión, afectando toda la cuenca (5 km<sup>2</sup>) que alimentaba
- El desarrollo del evento dura más de un año, desde que se inicia la extracción de agua hasta la primera visita de fiscalización, afectando el nivel freático
- Disminución de la disponibilidad de agua, tanto para consumo diario como para riego agrícola en las 80 familias de la cuenca
- Decaimiento de la productividad de los suelos
- Disminuyó la alimentación del ganado
- Entre las familias afectadas se encuentran familias Aymaras

### 13.5 Resultados Ejercicio 2.1

Con respecto a la Metodología de Caracterización del daño, los resultados no fueron tan cercanos a la realidad del caso, en gran medida, porque se estaba proponiendo una media geométrica entre los factores de determinación del daño. A continuación los resultados:

**Tabla 13-3 Resumen Metodología para Daño Ambiental (Media Geométrica de factores)**

			<i>Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables</i>	<i>Salud Población</i>	<i>Patrimonio Cultural</i>
¿Receptor potencialmente Afectado?			✓	✓	✓
Significancia	Pérdida de Valor Social	a	10	6	9
	Grado de Perturbación	b	10	1	7
	Vulnerabilidad	a	9	1	6
	Duración	c	5	1	7
	Extensión	e	5	1	1
	Puntaje	Media geométrica f=a,b,c,d,e	7,4	1,4	4,8
Cualificación		Alta	No significativo	bajo	
Reparabilidad	Puntaje	g	5	1	3
Magnitud del Daño por Componente	Puntaje	f*g	37,1	1,4	14,5
	Cualificación		Alta Reparable	No significativo	Baja-Reparabe

Para este caso, se esperaba que el daño al Patrimonio Sociocultural fuese por lo menos medio reparable, como opinó la mayoría de los expertos invitados. Esta diferencia fue muy valiosa, porque se revisaron las diferencias y, gracias a la opinión de los expertos invitados, se concluyó que la mejor manera de agrupar los factores es mediante la suma, igual que el primer paso de determinación de riesgo.

Al rehacer la tabla, pero esta vez sumando los factores de determinación del daño, se llega a los siguientes resultados (mucho más acorde con los resultados esperados):

Tabla 13-4 Resumen Metodología para Daño Ambiental (SUMA de factores)

			Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	Salud Población	Patrimonio Cultural
¿Receptor potencialmente Afectado?			✓	✓	✓
Significancia	Pérdida de Valor Social	a	10	6	9
	Grado de Perturbación	b	10	1	7
	Vulnerabilidad	c	9	1	6
	Duración	d	5	1	7
	Extensión	e	5	1	1
	Suma	a+b+c+d+e	39	10	30
	Cualificación		Alta	No significativo	Media
	Puntaje	f	8	2	6
Irreparabilidad	Cualificación		Reparable	Reparable	Reparable
	Puntaje	g	5	1	3
Magnitud del Daño por Componente	Cualificación		Alta Reparable	No significativo	Media-Reparabe
	Puntaje	f*g	40	2	18

### 13.6 Ejercicio 2.2: Caracterización del Peligro de daño ambiental

Como fiscalizador de la SMA, se le informa a Usted que:

- Los informes de monitoreo histórico señalan que el pH siempre se ha mantenido entre 6,3 y 6,8. Sin embargo, en los últimos meses el pH ha descendido a niveles de 5,8.
- El agua superficial de la quebrada tiene usos recreativos, que usan unos 50 bañistas cada día, por lo que afecta una norma de calidad primaria que establece que el pH no puede ser menor a 6.

Debido a esto, se decide fiscalizar a la minera que se encuentra aguas arriba al punto de monitoreo, dado que no existen otros posibles emisores. Donde se detectan los siguientes antecedentes:

- Afloramiento lixiviado desde un botadero de ripio, específicamente ácido sulfúrico, que es considera sustancia muy peligrosa, según la norma chilena de seguridad.
- Sospecha de contaminación de suelos y napas.

Han pasado 2 semanas desde que se fiscalizó la faena minera. Ahora, debe determinar si se inicia o no, el proceso sancionatorio. Para ello, debe caracterizar el peligro de daño

ambiental asociado, dado que no existen antecedentes de daño. No se han podido recabar antecedentes adicionales en tan breve período, salvo que se constata:

- El afloramiento de lixiviado, escurrió 3 km aguas abajo, desde el botadero de ripio.
- Se evidenció que existe contaminación de suelos y napas subterráneas.

### 13.7 Resultados Ejercicio 2.2

Se realizó el análisis de peligro de daño (entendido como riesgo) a la salud de la población debido a que para los otros componentes receptores de daño se repite la Etapa 1.

Los resultados presentados por equipo consultor ante el panel de expertos, fueron los siguientes:

**Tabla 13-5 Resultados Caracterización del Peligro de daño a la Salud de la Población equipo Consultor**

		Salud de la Población	
Riesgo	Población Expuesta	a	5
	Riesgo individual	b	9
Magnitud del Riesgo	Puntaje	a*b	45
	Cualificación		alto

## 14. Anexo 4: Taller de Difusión (Capacitación)

Posterior a las correcciones surgidas en el taller de Validación, se difunde la metodología a los servicios involucrados en la fiscalización. A continuación la presentación y luego los resultados de los casos aplicados.

### 14.1 Presentación

**GreenLab UC**

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A



“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA  
DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO  
AMBIENTAL Y DEL PELIGRO DE DAÑO OCASIONADO”

**ESTUDIO SOLICITADO POR LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO  
AMBIENTE**

Santiago, Chile, 06 de marzo 2012

## Contenidos

3

- Contexto del Estudio
- Presentación de Propuesta Metodológica:
- Etapa 1
  - Primer nivel de toma de decisiones: Medidas cautelares
  - Determinación del Riesgo Inminente de Daño Ambiental
- Etapa 2:
  - Segundo nivel de toma de decisiones: Inicio del proceso sancionatorio
  - Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño ocasionado

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

4

## Contexto del Estudio

1. Objetivos
2. Contexto de los resultados del estudio en el Proceso de Fiscalización de la SMA
3. Definiciones Legales
4. Identificación de los bienes de protección (Receptores)
5. Identificación de los Medios

# 1. Objetivos del Estudio

1. Revisión y análisis de experiencias comparadas nacionales e internacionales relevantes para la determinación de la existencia de daño ambiental, su cuantificación, su reparabilidad y otros aspectos asociados a su caracterización, así como la determinación y cuantificación del peligro de daño ambiental.
2. Realizar un análisis conceptual, integral y multidisciplinario del daño ambiental, identificando los componentes y subcomponentes ambientales, así como las relaciones entre ellos que pudieran resultar afectadas.
3. **Desarrollar una metodología para la deteminacion del daño ambiental y del peligro inminente.**

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

# 2. Contexto Metodológico

6

La metodología propuesta permite determinar de manera objetiva y sistemática la existencia de daño ambiental real o inminente, y su cuantificación; su reparabilidad y otros aspectos asociados a su caracterización, así como la determinación y cuantificación del peligro de daño ambiental.

Esta metodología sirve para apoyar el proceso de toma de decisiones de la SMA en dos ambitos:

Como insumo para los procesos sancionatorios:

- La **Caracterización del daño o peligro** se requiere para determinar una multa justa al responsable de daño o riesgo ambiental **en el proceso sancionatorio.**

Como un Componente disuasivo:

- La **Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado** a través de una metodología conocida por todos los emisores representa un **Componente Disuasivo.**

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### 3. Definiciones

Antes de explicar la metodología, es útil precisar algunos conceptos (Ley 19.300 Art. 2):

**Medio ambiente:** Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socio culturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.

**Daño ambiental:** Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes.

**Recursos Naturales:** componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos.

**Reparación:** acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### 4. Identificación de los Receptores

9

- Los receptores se pueden clasificar en tres componentes:
  1. Salud humana
  2. Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables
  3. Patrimonio Cultural
- Los receptores son los únicos componentes del medio ambiente susceptibles de daño ambiental.
- La significancia e irreparabilidad del daño dependen en forma importante del receptor afectado.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## 4.1 Receptores según Componentes

10

### Componente Salud Pública:

- Salud de la población
- Bienestar humano

### Componente Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables:

- Poblaciones
- Comunidades
- Ecosistemas
- Paisaje
- Servicios ecosistémicos

### Componente Patrimonio Socio-cultural:

- Patrimonio Cultural Material
- Patrimonio Cultural Inmaterial
- Servicios socioculturales y económicos asociados

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## 5. Identificación de los Medios

11

- Los medios son aquellos componentes del medio ambiente a través de los cuales se transmiten los impactos desde las actividades, acciones u omisiones, hasta los receptores:
  - Abiota
    - Aire
    - Agua
    - Suelo
  - Biota
    - Ej: cadena alimenticia
- Los medios no son sujetos de daño. El daño se produce en los receptores.
- Sólo el cumplimiento de las normas o requerimientos de calidad ambiental se verifica en los medios

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Medios o Receptores?

- Aun cuando los medios no son susceptibles de daño, hay casos en los que, debido al largo periodo de latencia del daño, el impacto en medios es un mejor proxy para la determinación del daño. Ejemplos:
  - Contaminación de acuíferos. El daño se puede manifestar en el largo plazo, ya que desde la contaminación hasta la ocurrencia de efectos pasa un largo tiempo.
  - Residuos peligrosos. La existencia de residuos puede no producir daño hasta que se produzca la exposición.
- Hay que ser cuidadoso de no caer en doble conteo si se consideran daños en receptores y medios simultáneamente!
- De cualquier modo, se debe considerar en forma explícita el periodo de tiempo hasta la eventual ocurrencia del daño al cuantificar el daño.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

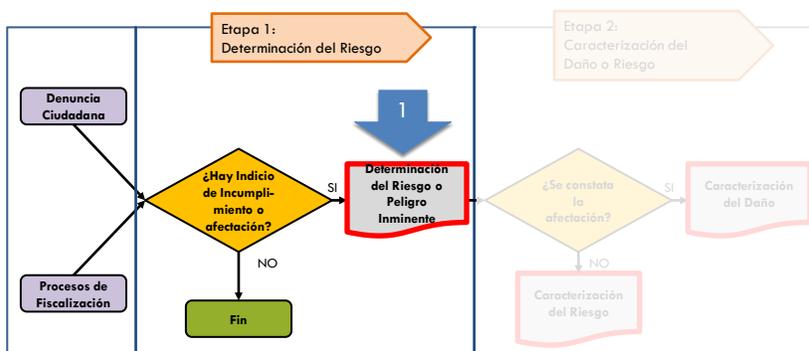
13

## Propuesta Metodológica

1. Proceso iterativo, que profundiza en cada etapa, con el fin de:
  - i. Aplicar medidas cautelares
  - ii. Ser un insumo para determinar el monto de la sanción
2. Dos instancias de aplicación:
  - i. Ex ante (en terreno): Determinación del Peligro de Daño Inminente (primer nivel de toma de decisiones)
  - ii. Ex Post: Caracterización del Daño o Peligro de Daño Ambiental (segundo nivel de toma de decisiones)

## Primera Etapa del Proceso Metodológico

- En caso de denuncia o fiscalización calendarizada se pueden encontrar indicios de incumplimiento o afectación ambiental, por lo que se debe estimar el riesgo inminente.
- Luego se debe ratificar la existencia de afectación para caracterizar el daño o el peligro de daño ocasionado, según corresponda.



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

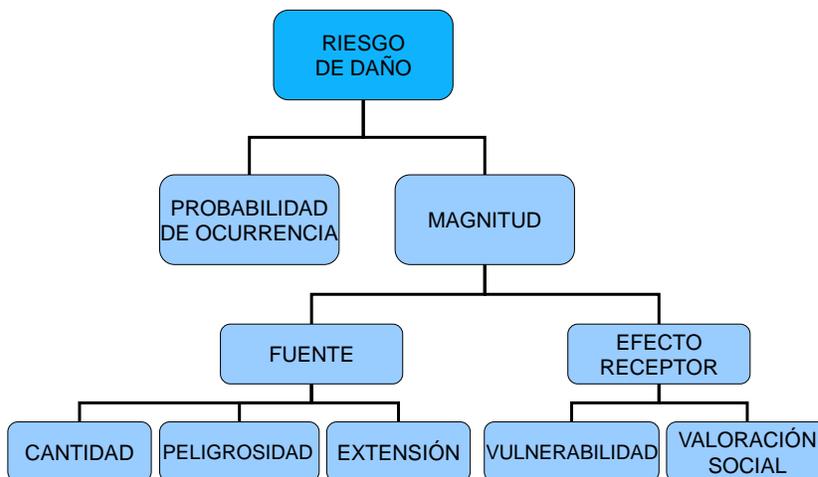
## Etapa 1: Ex Ante: Determinación del Peligro inminente

- Para cada uno de los componentes (Salud humana, Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables y Patrimonio Cultural) se siguen los siguientes pasos:
  - Paso 1. Estimación de la Probabilidad de ocurrencia de afectación inminente
  - Paso 2. Identificación de los principales factores de daño y sus consecuencias
  - Paso 3. Estimación y cualificación de la Magnitud de las consecuencias
  - Paso 4. Estimación del riesgo inminente
  - Paso 5. Estimación del riesgo global agregando el riesgo de todos los componentes

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 1: Mapa Conceptual

19



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### Paso 1. Estimación de la Probabilidad de ocurrencia de afectación Inminente

20

- Dado el indicio de afectación, el fiscalizador debe estimar la probabilidad de consecuencias inminentes según la siguiente tabla:

Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad de ocurrencia inminente	Puntaje
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy Probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 años	Improbable	1

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2. Identificación de los principales factores de daño

21

Los factores que afectan la magnitud son:

- ❑ Fuente o actividad:
  1. Cantidad
  2. Peligrosidad
- ❑ Receptor:
  1. Extensión
  2. Vulnerabilidad
  3. Pérdida de valor social

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Definición de Factores que afectan la magnitud por Receptor afectado

24

Factor/Componente	B&RNR	Salud Humana	Patrimonio Sociocultural
<b>Cantidad</b>	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída que afecta a las personas	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno
<b>Peligrosidad</b>	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones que afecta a las personas	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes
<b>Extensión</b>	Zona de influencia del impacto en relación con el entorno considerado	Número estimado de personas expuestas	Zona de influencia del impacto en relación con el medio considerado
<b>Vulnerabilidad</b>	Estado de Conservación de los subcomponentes de la B&RNR	Vulnerabilidad de los grupos afectados según la historia de conflictos	Estado de conservación del bien material y singularidades en el inmaterial
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Pérdida de servicios ecosistémicos al bienestar humano	Efecto sobre la salud y bienestar humano	Efecto sobre el patrimonio sociocultural, y el capital productivo

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Factores que afectan la magnitud de Otros componentes del medioambiente

25

### Valoración Social del receptor

Los Otros componentes del medioambiente no considerados en la metodología como receptores, se deben evaluar de acuerdo a la valoración social que le de el ser humano. De esta manera, si el bien tiene una valoración muy alta, como por ejemplo un glaciar, la magnitud de los posibles daños será también muy alta.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 3.1. Estimación de la Magnitud de las consecuencias: **Suma del puntaje**

26

### □ Ej: Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables

	Puntos				Puntaje
	1	2	3	4	
<b>Indique el puntaje para cada factor:</b>					
<b>Cantidad: que afecta al entorno natural</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Peligrosidad: intrínseca de la sustancia</b>	Poco Peligroso	Medianamente Peligroso	Peligroso	Muy Peligroso	
<b>Extensión: Área de influencia entorno natural</b>	Puntual	Poco extenso	Extenso	Muy extenso	
<b>Vulnerabilidad: Estado de conservación B&amp;RNR</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Pérdida de Valor Social: Servicios Ecosistémicos</b>	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS (suma puntajes)</b>					

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 3.2. Cualificación de la Magnitud de las consecuencias

27

La magnitud total corresponde a la suma de cada uno de los factores, y se cualifica según la tabla:

Puntaje Total	Calificación de la Magnitud	Puntaje magnitud
Entre 18 y 20	Crítica	5
Entre 15 y 17	Alta	4
Entre 11 y 14	Media	3
Entre 8 y 10	Baja	2
Entre 5 y 7	No relevante	1

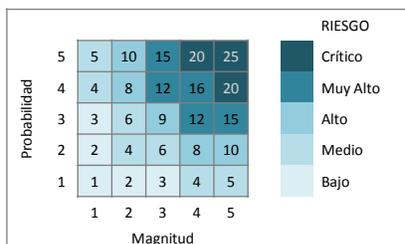
GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4. Estimación y cualificación del Riesgo

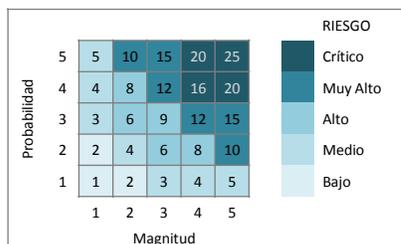
28

- El riesgo se obtiene del producto de la probabilidad de ocurrencia y la magnitud:  $R = \text{Probabilidad} * \text{Magnitud}$

**B&RNR, Patrimonio Sociocultural y Otros:**



**Salud de la Población:**



- Para el componente Salud, la cualificación del riesgo es más exigente.
- Se sugiere tomar medidas cautelares desde un nivel de riesgo Medio.

## Paso 5. Riesgo Global

29

- El Riesgo Global esta dado por la máxima cualificación del riesgo entre todos los componentes (Receptores y Otros): Máx (R1, R2, R3, R4)
- Los otros componentes contribuyen a los agravantes del riesgo global. Ejemplo:

Riesgo del Componente	Cualificación
B&RNR	Muy Alto
Salud de la Población	Muy Alto
Patrimonio Sociocultural	Medio
Otros componentes	Alto
<b>Riesgo Global</b>	<b>Muy Alto</b>

- El resultado de este caso es “Muy Alto”, con el agravante de que podría afectar significativamente a más de un componente.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### Etapa 2: Caracterización del Daño o Peligro de Daño Ambiental: Ex Post

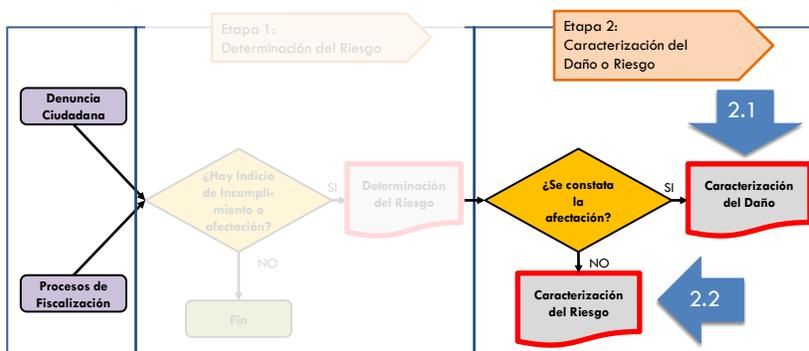
Hay dos tipos dependiendo de si se constato o no la afectacion:

2.1 Si se constató la afectacion:  
Caracterizacion del Daño

2.2 Si no se ha constatado la afectacion:  
Caracterizacion del Peligro de Daño  
(riesgo)

## Etapas del Proceso Metodológico

- En caso de denuncia o fiscalización calendarizada se pueden encontrar indicios de incumplimiento o afectación ambiental, por lo que se debe estimar el riesgo inminente.
- Luego se debe ratificar la existencia de afectación para caracterizar el daño o el peligro de daño ocasionado, según corresponda.



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### Etapa 2.1 Caracterización del Daño (Ex post)

32

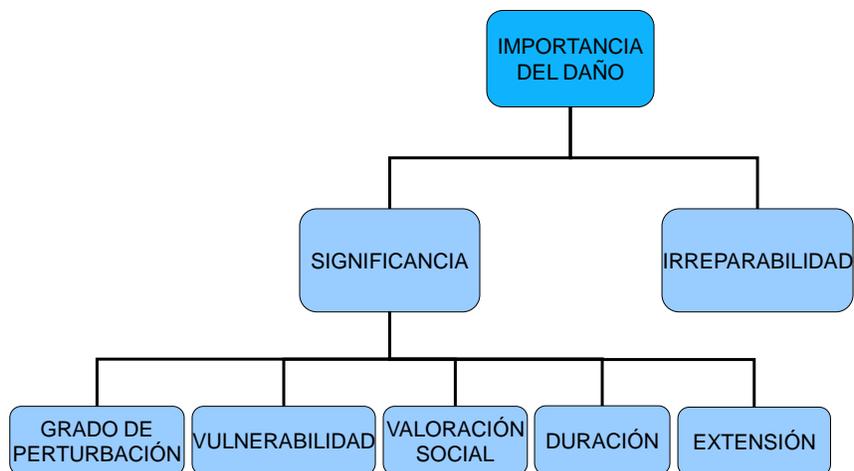
Para cada uno de los componentes (Salud humana, Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables y Patrimonio Cultural) se realizan los siguientes pasos:

- Paso 1. Identificación de los principales factores de daño
- Paso 2. Estimación y cualificación de la Significancia de la afectación
- Paso 3. Estimación de la irreparabilidad de la afectación
- Paso 4. Estimación y cualificación de la importancia del daño
- Paso 5: Estimación y cualificación del daño global agregado todos los componentes.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.1 : Mapa Conceptual

33



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 1. Identificación de los principales factores de daño

34

Los factores de Importancia del Daño son:

1. **Significancia:**
  - a) Pérdida de Valor Social
  - b) Grado de Perturbación
  - c) Vulnerabilidad del receptor
  - d) Duración
  - e) Extensión
2. **Irreparabilidad**

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Definición General de Factores de Significancia de la afectación

- **Grado de Perturbación (GP):** Amplitud de las modificaciones del elemento ambiental afectado, sea en sus características estructurales y/o funcionales.
- **Duración (Du):** Tiempo que permanecería el contaminante en el receptor desde la exposición, hasta que el bien de protección retorne a las condiciones previas a la acción. Hay que considerar que si el evento tiene un tiempo de desarrollo largo, o es intermitente, este tiempo se sumará al de persistencia intrínseca del contaminante en el receptor, agravando la puntuación de este factor.
- **Extensión (Ex):** Es la cantidad recursos afectada, ya sea en número de población expuesta, en área, o en términos de pérdida de servicios ambientales según sea el componente.
- **Vulnerabilidad (Vu):** Es la Importancia de protección de una unidad territorial o de un elemento en su entorno. Se mide según el grado de conservación de la especie para el caso del Componente B&RNR; según la existencia de Población con historia de conflictos ambientales, y tiene que ver con el estado de conservación del bien patrimonial y la singularidad del mismo.
- **Valoración Social (VS):** El valor que prestan los componentes ambientales al bienestar humano se mide según el estudio de Evaluación de Ecosistemas del Milenio y el nivel de protección que tiene el Receptor.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### Paso 2.1. Estimación de la Significancia

9

	Puntos					Puntaje
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	
Indique el puntaje para cada factor						
<b>Grado de Perturbación</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Duración</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Extensión</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Vulnerabilidad</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>Pérdida de Valor Social</b>	Mínima	Baja	Media	Alta	Muy alta	
<b>TOTAL SIGNIFICANCIA (SUMA Puntajes)</b>						

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2.2. Cualificación de la Significancia de la afectación

10

- La significancia se calcula como es la Suma entre los factores:  
 $significancia = GP + Du + Ex + Vu + VS$
- Y se cualifica según la tabla, dependiendo del Componente, pues el daño es más estricto para la Salud de la Población

Suma de los Factores GP+Du+Ex+Vu+VS			
Puntos B&RNR y Patrimonio	Puntos Salud de la Población	Cualificación Significancia	Puntaje
entre 33 y 50	entre 31 y 50	<b>Crítica</b>	<b>9-10</b>
entre 29 y 32	entre 27 y 30	<b>Alta</b>	<b>7-8</b>
entre 25 y 28	entre 24 y 26	<b>Media</b>	<b>5-6</b>
entre 21 y 24	entre 19 y 23	<b>Baja</b>	<b>3-4</b>
entre 5 y 20	entre 5 y 18	<b>No significativa</b>	<b>1-2</b>

## Paso 3. Estimación de la Irreparabilidad

- **Reparabilidad:** Es la capacidad de restitución, ya sea natural (reversibilidad/resiliencia) o mediante medidas de remediación (recuperabilidad), del medio ambiente o uno o más de sus componentes, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas dentro de un plazo de tolerancia definido por criterios técnicos, legales y/o socioculturales.
- Entre la reversibilidad natural y la recuperación mediante medidas de gestión se considera el plazo más corto como reparabilidad, ya que no es tolerable esperar más del tiempo estrictamente necesario para la restauración del bien.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4.1 Estimación de la Importancia de la Afectación

13

- A partir de los dos criterios analizados, Significancia e Irreparabilidad, se puede determinar la Importancia del daño, mediante el producto de dichos criterios:

$$\text{Importancia} = \text{Significancia} * \text{Irreparabilidad}$$

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4.2 Cualificación de la Importancia de la Afectación

14

Significancia de la Afectación	Crítica	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	Alta	8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
		7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	Media	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
		5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Baja	4	4	8	12	16	20	24	27	32	36	40
		3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	No Significativa	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
		1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Reparable								Irreparable	
			Irreparabilidad									

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 5. Importancia del Daño Global

15

- El Daño Global esta dado por la máxima cualificación de la importancia de daño entre todos los componentes:

- Máx (M1, M2, M3)

Magnitud del Daño Sign*Irrep	Cualificación Daño
entre 50 y 100	Gravísimo
entre 21 y 49	Grave
entre 5 y 20	Leve
entre 1 y 4	Irrelevante

- Los otros componentes contribuyen a los agravantes del Daño global. Ejemplo:

Magnitud del Daño por Componente	Cualificación
Biodiversidad &RNR	Leve
Salud de la Población	Leve
Patrimonio Sociocultural	Grave
<b>Magnitud Global</b>	<b>Grave</b>

- El resultado de este caso es "Grave"

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

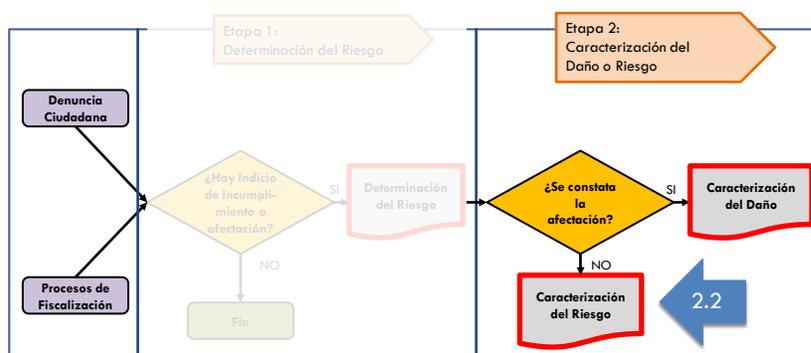
### Etapa 2.2 Caracterización del Peligro de Daño

Existen dos tipos para esta etapa:

- Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, y Patrimonio Cultural: similar a la etapa I, pero con más antecedentes
- Diferente a etapa I

## Etapa 2.2 Caracterización del Peligro de Daño

□ .



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.2 (Ex post) Caracterización del Peligro de Daño

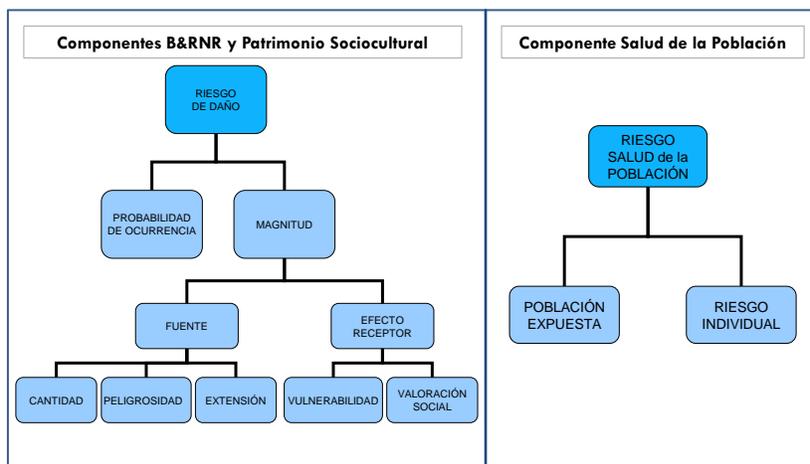
46

- Para los componentes Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables y Patrimonio Cultural se realiza nuevamente la Etapa 1 (determinación del riesgo inminente), contando con mayores antecedentes.
- Para el componente Salud de la Población se siguen los siguientes pasos:
  - Paso 1. Estimación de la Población Expuesta
  - Paso 2. Estimación del riesgo individual a la salud en relación al "Benchmark"
  - Paso 3. Cálculo del riesgo a la Salud de la Población
- Finalmente se agregan todos los componentes: B&RRNN, Patrimonio y Salud:
  - Paso 4: Estimación y cualificación del Peligro de daño global

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Etapa 2.2: Mapa Conceptual

47



GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

### Etapa 2.2 para el componente Salud Humana

- Paso 1: Estimación de la población expuesta
- Paso 2: Estimación del riesgo individual
- Paso 3: Cualificación del riesgo

## Paso 1. Estimación de la Extensión

21

- La extensión para el componente salud viene dada por el número de personas expuestas a la liberación de los agentes de riesgo por sobre las normas de emisión.
- a) **(9-10 Puntos) Muy Alta:** más de 10.000 personas expuestas
- b) **(7-8 Puntos) Alta:** entre 1.000 y 10.000 personas expuestas
- c) **(5-6 Puntos) Media:** entre 100 y 1.000 personas expuestas
- d) **(3-4 Puntos) Baja:** entre 10 y 100 personas expuestas
- e) **(1-2 Puntos) Muy Baja:** menos de 10 personas expuestas

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 2. Estimación del riesgo individual a la salud en relación al “Benchmark”

22

- Si existe violación a una norma de emisión, incumplimiento de una RCA o un efecto No previsto, se puede poner en peligro la salud de las personas y el riesgo aumenta en la medida que aumenta el nivel de incumplimiento del “benchmark” (norma de calidad primaria o plan de descontaminación)
- Para realizar una estimación del daño, se calcula el índice de peligrosidad:

$$\text{Índice peligrosidad}_b = \frac{\text{Nivel Actual}}{\text{Benchmark}}$$

- Donde:
  - Nivel actual: Comúnmente es el dato de concentración más reciente.
  - Benchmark: Es lo establecido por la norma de calidad o el plan de descontaminación.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 3. Cualificación del riesgo a la Salud de la Población

23

$$\text{riesgo} = \text{extensión} \times \text{índice}_{\text{peligrosidad}}$$

Población Expuesta	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
	5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	4	4	8	12	16	20	24	27	32	36	40
	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Riesgo Individual									

Riesgo

- Crítico
- Alto
- Medio
- Bajo

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

## Paso 4. Peligro de Daño Global

24

- Una vez estimados los riesgos para cada componente, el Peligro de Daño Global está dado por la máxima cualificación del riesgo entre todos ellos:

$$\text{Máx} (R_1, R_2, R_3, R_4)$$

- Los otros componentes contribuyen a los agravantes del riesgo global. Ejemplo:

Riesgo del Componente	Cualificación
B&RNR	Muy Alto
Salud de la Población	Muy Alto
Patrimonio Sociocultural	Medio
Otros componentes	Alto
<b>Riesgo Global</b>	<b>Muy Alto</b>

- El resultado de este caso es “Muy Alto”, con el agravante de que podría afectar significativamente a más de un componente.

GreenLab UC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



## Muchas gracias

**GreenLabUC**

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A

Los resultados del taller, aplicados a los mismos ejercicios que el Taller de Validación (sección Anexo 11) fueron:

## 14.2 Resultado Ejercicio 1: Determinación del Peligro de daño

Tabla 14-1 Comparación de resultados Determinación de Peligro de daño ambiental

			Taller	Equipo Consultor	Taller	Equipo Consultor	Taller	Equipo Consultor	Taller	Equipo Consultor
			Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	Salud de la Población	Salud de la Población	Patrimonio Cultural	Patrimonio Cultural	Otros Componentes	Otros Componentes
¿Receptor potencialmente Afectado?			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Ocurrencia de la Afectación	Probabilidad		Muy Probable	Muy Probable	Probable	Probable	Probable	Probable	Probable	
	Puntaje	a	3.7	4	2.7	3	2.9	3	2,8	
Consecuencias	Cantidad	b	3.1	3	2.8	3	2.9	3	-	
	Peligrosidad	c	2.7	3	1.9	1	2.5	3	-	
	Extensión	d	2.8	3	2.6	3	1.6	2	-	
	Vulnerabilidad	e	3.5	4	2.4	2	3.2	2	-	
	Pérdida de Valor Social	f	3.4	4	2.6	2	3.4	4	-	
	Magnitud	b+c+d+e+f	15	17	12	11	13.5	14	3	
Cualificación		Alta	Alta	Media	Media	Media	Media	Media		
Puntaje	g	4	4	3	3	3	3	3		
Riesgo por componente	Puntaje	a*g	15	16	8	9	9	9	9	
	Cualificación		Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	No Aplica

## 14.3 Resultado Ejercicio 2.1: Caracterización del Daño

Tabla 14-2 Comparación de resultados Caracterización del Daño ambiental

			Taller	Equipo Consultor	Taller	Equipo Consultor	Taller	Equipo Consultor
			Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables	Salud Población	Salud Población	Patrimonio Cultural	Patrimonio Cultural
¿Receptor potencialmente Afectado?			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Significancia	Grado de Perturbación	a	8,2	10	7,0	1	7,0	9
	Duración	b	7,7	7	6,7	1	8,7	9
	Extensión	c	6,0	6	6,7	1	3,2	4
	Vulnerabilidad	d	8,5	10	5,8	1	7,3	9
	Pérdida de Valor Social	e	8,7	10	6,0	4	8,0	8
	Suma	a+b+c+d+e	39,1	43	32,3	8	34,2	39
	Cualificación		Critico	Critico	Critico	No Significativo	Crítica	Crítica
	Puntaje	f	9	10	9	1	9,0	9
Irreparabilidad	Cualificación		Reparable	Reparable	Reparable	Reparable	Reparable	Reparable
	Puntaje	g	6,5	5	4,4	1	5,8	5
Magnitud del Daño por Componente	Cualificación		Gravísimo Reparable	Gravísimo Reparable	Grave Reparable	Irrelevante	Gravísimo Reparable	Grave Reparable
	Puntaje	f*g	58,5	50	39,3	1	52,5	45

## 14.4 Resultado Ejercicio 2.2: Caracterización del Peligro de daño

Tabla 14-3 Comparación de resultados Caracterización del Peligro de daño a la Salud

	Consultor			Taller			Juicio Experto
	Salud de la Población			Salud de la Población			Salud de la Población
Riesgo	Poblacion Expuesta	a	4	Poblacion Expuesta	a	4,5	-
	Riesgo individual	b	9	Riesgo individual	b	8,5	-
Magnitud del Riesgo	Puntaje	a*b	36	Puntaje	a*b	37,8	6,8
	Cualificación		Alto	Cualificación		Alto	Medio-Alto

## 15. Anexo 5: Revisión de Experiencias Nacionales e Internacionales

Con el objetivo de tener una visión de experiencias de metodologías de calificación de daño y peligro de daño en el mundo, es que se hace una revisión de los antecedentes más relevantes a nivel nacional e internacional.

### 15.1 Nacional

A nivel nacional, son pocos los documentos que aportan antecedentes en el contexto de este estudio. Sin embargo, los documentos analizados entregan información relevante con respecto a los aspectos normativos e institucionales que deben ser abordados en el desarrollo de la metodología de daño, así como aspectos relativos a criterios de evaluación del riesgo para la salud de las personas.

#### 15.1.1 Generación de Metodología para el Desarrollo de Análisis General del Impacto Económico y Social de Normas Secundarias de Calidad de Agua

La relevancia de este estudio, desarrollado por Luis Cifuentes para la Comisión Nacional del Medio Ambiente en el año 2008, radica en que se elaboró una metodología general para la evaluación del impacto económico y social de las Normas Secundarias de Calidad del Agua (NSCA), considerando la dificultad y complejidad en el desarrollo de una metodología de este tipo. Se debe tener en cuenta que sólo algunos pocos países han avanzado en una herramienta tal, sin aún contar con una metodología completa.

La metodología, fue desarrollada y adaptada a la realidad nacional a partir de la experiencia del equipo consultor y los antecedentes nacionales e internacionales analizados. El resultado de este estudio fue un material de tipo procedimental, donde se explicaba, paso a paso, cada una de las etapas de la metodología, identificando los parámetros e información requerida y los resultados a obtener.

De esta manera, se desarrolló una metodología sencilla que consta de seis pasos:

1. Identificación de Receptores
2. Selección de Receptores Relevantes
3. Determinación de Clases de Calidad de Agua
4. Cálculo del cambio de productividad a nivel de tramo y receptores
5. Valorización de impactos a nivel de tramo y receptores
6. Agregación y Sinergias

A pesar de que el objetivo de esta herramienta metodológica es distinto a la que compete a este estudio, es interesante en términos de claridad, sencillez y manera de enfrentar las complejidades asociadas a la falta de información. Enfoque útil para la herramienta a generar en el contexto de esta consultoría.

Por otra parte, es relevante el modelo de impacto ambiental relativo, esgrimido en el Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) de la Cuenca de Aysén, y analizado, utilizado y modificado para la generación de la metodología de AGIES de las NSCA. El modelo consiste en una metodología de riesgo v/s aporte relativo, para determinar qué zonas en las cuencas hidrográficas presentan una mayor “presión”, producto de la implementación de la NSCA, caracterizando las actividades y tramos, según su nivel de impacto relativo. Para esto, consideraron 3 aspectos: Aporte Económico, Impacto Ambiental y Vulnerabilidad Ambiental.

Para definir el Impacto Ambiental relativo, se estima, en primer lugar, el cambio de los parámetros relevantes, considerando el escenario base (sin norma, en este caso) y el escenario con norma (NSCA en este caso), para cada uno de los tramos de la cuenca. Luego, un grupo de expertos debe responder si el cambio propuesto por la NSCA, para cada parámetro, afecta o no a cada actividad en ese tramo, de acuerdo a una categorización y valor: 0 (no hay impacto en la actividad), 1 (impacto leve), 2 (impacto moderado) y 3 (impacto alto). Posteriormente, se calcula un índice relativo de impacto, sumando los valores de cada tramo y actividad, y estandarizándolos a una escala de 1 a 10, como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla 15-1 Ejemplo Determinación de Impactos Ambientales Relativos**

<b>Tramo 1</b>							
<b>Parámetros/Actividad</b>	Agricultura	Ganadería	Pesca Artesanal	Recreación informal	Pesca Recreacional	Salud Ecosistemas y Biodiversidad	
Conductividad Eléctrica	2	2	1	0	1	1	
Oxígeno Disuelto	1	1	2	0	2	2	
pH	0	0	0	0	0	0	
RAS	1	0	1	0	1	2	
Cloruro	1	0	1	1	1	1	
Sulfato	1	2	1	1	1	3	
Boro	3	3	3	3	3	3	
Cobre	0	0	0	2	0	2	
Hierro	1	1	1	0	0	0	
Manganeso	2	1	1	1	1	2	
Molibdeno	1	1	1	1	1	1	
Zinc	0	1	2	3	2	0	
Aluminio	1	1	0	0	0	1	
Arsénico	0	3	1	0	2	2	
Coliformes Fecales	3	1	2	0	2	1	
Coliformes Totales	1	0	0	2	1	2	
<b>Puntaje Total</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	
<b>Estandarización</b>	<b>7,83</b>	<b>7,39</b>	<b>7,39</b>	<b>6,09</b>	<b>7,83</b>	<b>10,00</b>	

Fuente: (Cifuentes 2008)

Finalmente, es posible crear un índice de impacto relativo del tramo acumulado (que considere todas las actividades) cuando se hayan considerado todos los tramos. Para esto, se suman los puntajes totales de todas las actividades y, luego se estandariza referenciándolos al resto de los tramos.

A partir de esta metodología es posible comparar los impactos que tendría una NSCA en cada actividad, considerando todos los parámetros relevantes, estableciendo cuál de ellas es la más impactada. La lógica de esta metodología es útil, coherente, ad hoc y, por tanto, transferible a la temática que se abarca en este estudio y se considerará como referente para el desarrollo de la metodología de caracterización de daño.

### 15.1.2 Metodología para la Evaluación del Daño Ambiental (Maza and Cerda)

Documento metodológico, utilizado en la Corporación Nacional Forestal (CONAF), que fue desarrollado por la Universidad de Chile en el contexto del curso Evaluación de Daño Ambiental por las profesoras Carmen Luz de La Maza y Claudia Cerda. El documento, entrega una metodología para la evaluación del daño ambiental que consiste en la Calificación Ambiental del Daño (CAD), método de evaluación jerárquica de los factores relevantes del impacto o daño a través de tres etapas:

1. Identificación de los daños
2. Evaluación de daños
3. Localización geográfica de los daños

Para la identificación de los daños se genera una matriz para cada uno de los elementos ambientales a analizar, en la que se identifica el medio donde ocurren los daños potenciales, el componente ambiental que potencialmente puede resultar afectado, y el elemento ambiental que corresponde al componente ambiental más específico. Para cada una de los elementos se explicitan las acciones que dan origen al daño, el efecto de estas acciones u operaciones y finalmente, el daño ambiental.

Tabla 15-2 Ejemplo Matriz de Identificación de Daños

MEDIO: Físico		COMPONENTE: Hidrología	
ELEMENTO: Río			
ACTIVIDAD	EFEECTO	DAÑO	
Despeje y limpieza de la faja caminera	Aporte de sedimentos	Aumento de contenidos de sedimentos en los cursos de agua	
Instalación de Faenas (plantas y campamentos)	Descargas de aguas servidas	Contaminación del curso	

Fuente: (Maza and Cerda)

La evaluación de daños, se realiza definiendo los principales atributos de la alteración, con su respectiva asignación de valores, para obtener de esta manera, una matriz donde se determina la importancia y jerarquía de los distintos factores, considerado todos los atributos definidos, de manera numérica, permitiendo su comparación.

Los atributos considerados en esta metodología son intensidad, extensión, duración, desarrollo y reversibilidad.

**1. Intensidad:** Importancia relativa de las consecuencias que tendrá la alteración del elemento sobre el medio ambiente. Este atributo queda definido a su vez, por el Grado de Perturbación y Valoración ambiental. El primer criterio, evalúa la amplitud de las modificaciones en las características estructurales y funcionales del elemento afectado. Mientras que el segundo, expresa la importancia de una unidad territorial o de un elemento en su entorno.

- Rangos:

- I. Grado de Perturbación (GP): Fuerte – Medio – Suave
- II. Valoración Ambiental (VA): Muy alto – Alto – Medio – Bajo
- III. Intensidad: Se determina el rango y calificación a partir de los rangos de los dos criterios anteriores (GP, VA)

Tabla 15-3 Determinación Rango Intensidad

GP	VA			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fuerte	Muy Alta	Alta	Mediana	Leve
Medio	Alta	Alta	Mediana	Leve
Suave	Mediana	Mediana	Leve	Leve

Fuente: (Maza and Cerda)

- Calificación:

La calificación de la intensidad queda definida de acuerdo a los siguientes valores:

**Tabla 15-4 Rango y Calificación Atributo Intensidad**

Rango	Calificación
Muy Alta	1
Alta	0.7
Mediana	0.4
Leve	0.1

Fuente: (Maza and Cerda)

**2. Extensión:** Magnitud del área afectada por el daño**Tabla 15-5 Rango y Calificación Atributo Extensión**

Rango	Calificación
Regional	1 - 0.8
Local	0.7 - 0.4
Puntual	0.3 - 0.1

Fuente: (Maza and Cerda)

**3. Duración:** Período de tiempo durante el cual las repercusiones del daño serán sentidas o resentidas**Tabla 15-6 Rango y Calificación Atributo Duración**

Rango	Calificación
Permanente (10 años o más)	1 - 0.8
Larga (5 – 10 años)	0.7 - 0.5
Media (4 – 3 años)	0.4 - 0.3
Corta (2 años o menos)	0.2 – 0.1

Fuente: (Maza and Cerda)

**4. Desarrollo:** Tiempo en que el daño tarda en desarrollarse completamente, desde que se inicia y se manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.**Tabla 15-7 Rango y Calificación Atributo Desarrollo**

Rango	Calificación
Muy rápido (menor a un mes)	1 - 0.9
Rápido (1 – 6 meses)	0.8 - 0.7
Medio (6 – 12 meses)	0.6 - 0.5
Lento (12 – 24 meses)	0.4 – 0.3
Muy Lento (mayor a 24 meses)	0.2 – 0.1

Fuente: (Maza and Cerda)

**5. Reversibilidad:** Capacidad que tiene el efecto del daño de ser revertido

**Tabla 15-8 Rango y Calificación Atributo Reversibilidad**

Rango	Calificación
Irreversible	1 - 0.8
Parcialmente irreversible	0.7 - 0.4
Reversible	0.3- 0.1

Fuente: (Maza and Cerda)

El documento no explicita como se obtienen las calificaciones, por lo que una manera de obtenerlas debiera ser través de juicios de expertos o, utilizando criterios de otras guías desarrolladas por organismos nacionales o internacionales.

Sin embargo, con estas calificaciones se evalúa, para cada uno de las matrices de identificación de daños, la calificación ambiental del daño (CAD), que expresa de manera numérica la interacción de los atributos que caracterizan los daños ambientales. Este valor se obtiene para cada una de las acciones definidas en la matriz de identificación de daños inicial (Matriz de CAD de cada elemento).

Finalmente, se realiza una matriz global que contiene el resultado de cada una de las matrices CAD, en la cual se agrupan todos los elementos separados por componente y medio. Esto, permite comparar cada uno de los factores de acuerdo al impacto ambiental.

Esta metodología tiene mucha relación con el encargo del presente estudio, sobre todo por el uso de rangos y calificaciones en la evaluación de daño.

### 15.1.3 Guía para la Elaboración de Planes de Emergencias y Desastres del Sector Salud (Ministerio de Salud 2011)

Este documento, fue desarrollado por el Ministerio de Salud durante el año 2011, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). El objetivo principal de este documento, fue desarrollar una herramienta que permitiera a las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud y a los Servicios de Salud, la elaboración de sus Planes de Emergencias y Desastres (PED), de manera estandarizada y expedita.

El documento entrega en una primera instancia, los antecedentes históricos con respecto a eventos catastróficos en Chile y el marco conceptual y normativo en el cual se desarrollan los PED. En una segunda etapa, se presenta una guía paso a paso para la creación de planes de emergencia y desastres en el sector salud, definiendo de manera clara el formato, la estructura y el contenido que este debe tener. Resalta principalmente en este documento, en términos de relevancia para este estudio, los aspectos normativos e institucionales, en los cuales se enmarcan las acciones del sector público de salud para

enfrentar situaciones de emergencias y desastres en que un eventual daño ambiental puede transformarse.

En relación a los aspectos normativos, la Ley 19.937 de Autoridad Sanitaria, a través de su artículo 14 B, establece que dentro de las funciones de las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud se encuentra el: *“Ejecutar las acciones que correspondan para la protección de la salud de la población de los riesgos producidos por el medio ambiente y para la conservación, mejoría y recuperación de los elementos básicos del ambiente que inciden en ella, velando por el debido cumplimiento de las disposiciones del Código Sanitario y de los reglamentos, resoluciones e instrucciones sobre la materia”* (Ministerio de Salud 2011). Adicionalmente, el Código Sanitario, específicamente en el Artículo 36, establece que el Director General del Servicio de Salud puede ejercer facultades extraordinarias para evitar la propagación de epidemias o de enfermedades o, para enfrentar emergencias que: *“Signifiquen grave riesgo para la salud o la vida de los habitantes”* (Ministerio de Salud 2011), otorgadas por el Presidente de la República.

En cuanto a los aspectos institucionales es importante constatar el funcionamiento del Ministerio de Salud, con respecto a la gestión de riesgo ante situaciones de emergencias y desastres. El cual debiera contar con un Departamento de Emergencias y Desastres, en la Subsecretaría de Redes Asistenciales, así como con un Comité de Emergencia dentro de los servicios de salud, y finalmente, un Comité Operativo de Emergencias (COE).

Conocer los aspectos descritos en relación al marco normativo e institucional es relevante en el contexto de este estudio, ya que es esencial entender y analizar las distintas instituciones y, normativas que definirán el desarrollo e implementación de una Metodología de Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado.

#### **15.1.4 Guía de Evaluación. Artículo 11 de la Ley 19.300, letra a, Riesgo para la Salud de la Población (Servicio de Evaluación Ambiental 2011)**

Documento de trabajo desarrollado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en el año 2011, en el que se revisa de manera detallada la evaluación del: *“Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos”*, en el contexto de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Con el objetivo de entregar lineamientos y, aclarar la pertinencia de presentar un EIA, de un determinado proyecto o actividad.

La guía entrega importantes referencias con respecto al alcance que tiene una evaluación de impacto ambiental en Chile, así como los organismos con competencia ambiental en el ámbito de la salud de las personas y, el marco conceptual en que se desarrolla una

evaluación de este tipo. Finalmente, el documento entrega una pauta de orientación para la evaluación del riesgo para la salud de la población en el marco del SEIA, explicitando cómo un proyecto o actividad puede generar un riesgo para la salud de la población, y cuáles son los criterios para evaluar si el proyecto o actividad, implicaría la generación o presencia de riesgo a la salud de la población.

La Ley N° 19.300 en su Artículo 11, establece que los proyectos que se someten al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), deben evaluar si generan o presentan efectos, características o circunstancias específicas que, incluyen desde el riesgo para la salud de las personas hasta efectos adversos sobre los recursos naturales, reasentamiento de comunidades humanas y alteraciones al valor paisajístico o al patrimonio cultural. En el caso que el proyecto o actividad presente alguno de estos efectos, características o circunstancias, debe evaluarse a través de un Estudio de Impacto Ambiental.

Es en este contexto que el documento aborda la pertinencia de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, entregando lineamientos específicos para la evaluación del: *“Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos”*. Desde esa perspectiva, el documento desarrollado por el SEA es relevante para el presente estudio, ya que establece el alcance de una evaluación ambiental de riesgo para la salud de la población, entregando los conceptos y criterios necesarios para la aplicación de una evaluación de este tipo, conceptos y criterios que deben ser considerados en el desarrollo de la metodología que determine y caracterice el daño ambiental, al abarcar también este ámbito del riesgo (salud de las personas)

La guía hace patente la relación entre los impactos ecosistémicos y el riesgo para la salud de las personas, estableciendo así la necesidad de considerar en la evaluación de este efecto: *“La potencial alteración que determinados efluentes, emisiones y residuos puedan producir sobre determinados ecosistemas, por la liberación, transporte y transformación de contaminantes en éstos, y el consecuente riesgo para la salud que dicha alteración pueda generar”* (Servicio de Evaluación Ambiental 2011). Por otra parte, explicita que no es requisito que: *“Las emisiones, efluentes y residuos que dan origen al riesgo para la salud deban necesariamente ser propios del proyecto o actividad en evaluación”*<sup>9</sup> (Servicio de Evaluación Ambiental 2011), con lo cual se establece que un proyecto o actividad puede generar o presentar riesgo para la salud de la población, por el hecho de facilitar con su ejecución que los receptores (población) se expongan a la fuente de contaminante, (emisiones, efluentes o residuos) o estableciendo una vía de exposición que sin el proyecto no existiría. Esto se traduce en que si el proyecto o actividad hace que existan los tres componentes del riesgo simultáneamente, entonces genera o presenta riesgo (Fuente de contaminantes, Vías de Exposición, Receptores).

---

<sup>9</sup> Esto debido a que en la Ley N° 19.300 se refiere en términos genéricos al riesgo para la salud de la población *“debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos”*, sin precisar el origen de los mismos

Los criterios que el SEIA establece para evaluar la generación o presencia de riesgo para la salud, son los siguientes:

- a) Superación de valores máximos o mínimos de exposición establecidos en una norma de calidad ambiental nacional.
- b) Superación de valores máximos o mínimos de exposición establecidos en una norma de calidad ambiental de referencia.
- c) Aumento (o disminución) de la concentración por sobre (o bajo) valores máximos (o mínimos) establecidos en una norma de calidad nacional o de referencia (caso en que la línea base de calidad del aire alcanza los valores de saturación, o bien, hay declaración de Zona Saturada).
- d) Superación del nivel de riesgo incremental aceptado para el caso de contaminantes cancerígenos.
- e) Superación de valores referenciales para el caso de contaminantes no cancerígenos.

Estos criterios deben ser abordados en la Metodología de Daño que abarca este ámbito (riesgo para la salud de las personas).

## 15.2 Internacional

Con respecto a la revisión Internacional, a continuación se describirán las metodologías de Estados Unidos, la Unión Europea, dentro de ella un caso de estudio de España, la metodología del Reino Unido y finalmente, acercándonos a la realidad de nuestro país, la metodología de Colombia.

### 15.2.1 Estados Unidos

En los Estados Unidos de América (EE.UU.) se lleva a cabo una Evaluación de Daño a los Recursos Naturales (NRDA, por sus siglas en inglés) para estimar el costo monetario de restaurar daños ambientales, producto de la liberación de sustancias peligrosas o descargas de petróleo. Este proceso es llevado a cabo a través de *Natural Resources Trustees* (Administradores o Fideicomisarios de Recursos Naturales, designados por el País, los Estados o Tribus Indias). Las regulaciones para la realización de una NRDA han sido promulgadas, tanto por CERCLA<sup>10</sup> (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act) en caso de contaminantes peligrosos y derrame de petróleo; como por OPA<sup>11</sup> (Oil Pollution Act) si el daño es solamente producto del derrame de petróleo.

<sup>10</sup> [http://www.epa.gov/superfund/spanish/descripcion\\_cercla.htm](http://www.epa.gov/superfund/spanish/descripcion_cercla.htm)

<sup>11</sup> <http://www.epa.gov/osweroe1/content/lawsregs/opaover.htm>

Los daños son evaluados identificando las funciones o servicios que los recursos naturales proveen, determinando la línea base de los recursos dañados y cuantificando la reducción en los niveles de servicios, producto de la contaminación.

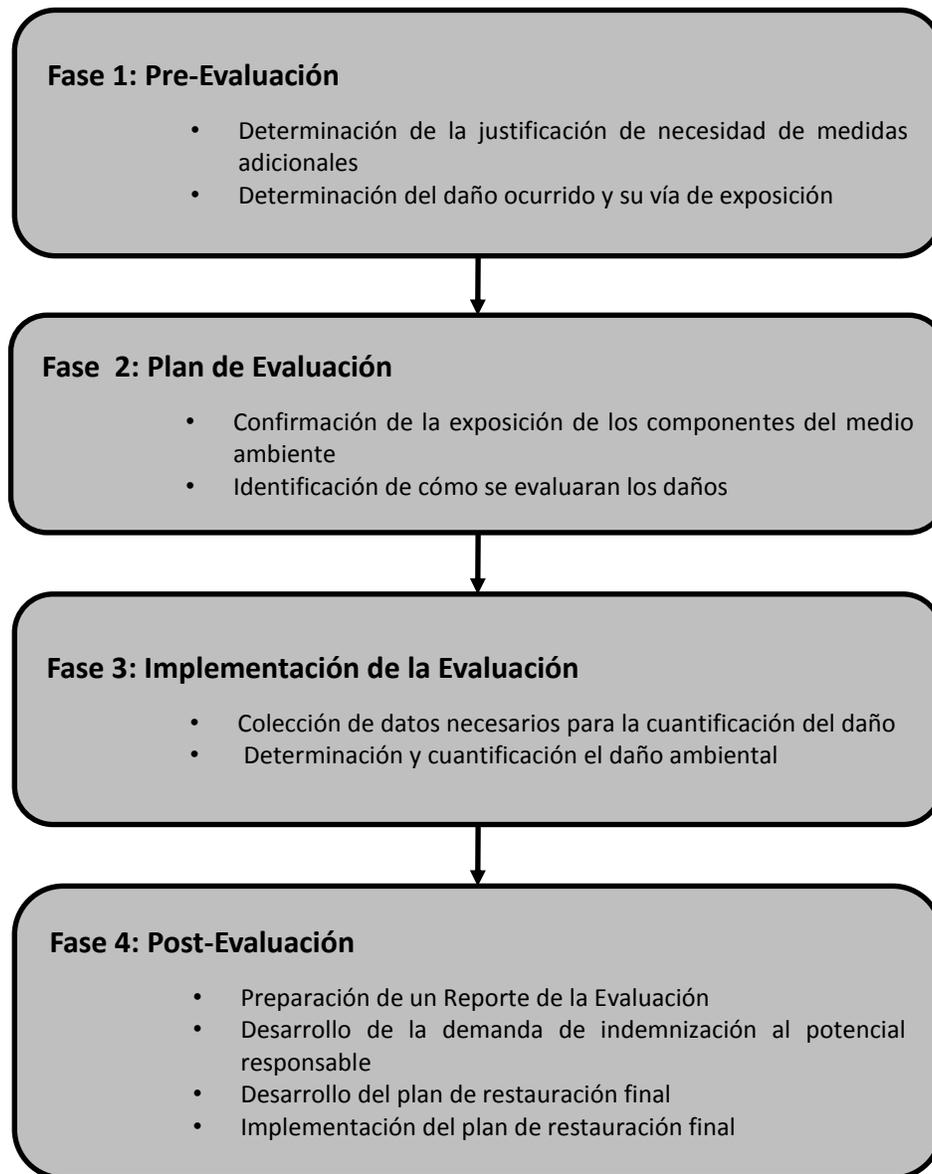
En ambas metodologías hay que diferenciar dos conceptos que a primera vista parecieran ser sinónimos: *injury* (lesión) y *damage* (daño). El primero, se refiere a una lesión o cambio adverso causado a los recursos naturales o servicios ambientales. Mientras que el segundo, se refiere al perjuicio del medio ambiente o daño ambiental en el ámbito legal.

Las metodologías de EE.UU. de NRDA, tienen como objetivo determinar la compensación monetaria por el daño ocasionado a los recursos naturales, el cual está asociado al costo de reparación o restauración de los servicios ambientales prestados por dichos recursos. Sin embargo, el análisis del presente caso se realizará sin profundizar en aquellas etapas asociadas a la restauración.

#### 15.2.1.1 CERCLA

Bajo esta regulación es posible evaluar el daño a los recursos naturales en los siguientes ambientes:

- **Tipo A - Ambientes costeros y marinos:** se utiliza un modelo computacional que permite evaluar los daños de una manera estándar y simplificada, producto de la contaminación del derrame de químicos o petróleo. Los fideicomisarios federales, estatales o tribales pueden usar los procedimientos de este modelo para desarrollar un reclamo para compensación de grupos potencialmente responsables.
- **Tipo B – Otros ambientes:** estos casos requieren un enfoque personalizado, ya que se trata de proyectos individuales en distintos ámbitos. En los ambientes de tipo B es necesario seguir el proceso de NRDA que se presenta a continuación:

**Figura 15-1 Resumen del proceso de NRDA bajo las regulaciones de CERCLA**

Fuente: <http://www.epa.gov/superfund/programs/nrd/nrda2.htm>

Antes de profundizar en cada etapa, es importante tener en cuenta algunas definiciones presentes en esta reglamentación:

- **Recursos Naturales:** Tierra, peces, vida silvestre, biota, aire, agua, agua subterránea, suministros de agua potable, y otros recursos pertenecientes a, gestionados por, confiados a, concernientes a, o de otra manera controlado por los EE.UU. Se categorizan en los siguientes 5 grupos:
  - Recursos de agua superficial
  - Recursos de agua subterránea

- Recursos de aire
- Recursos geológicos
- Recursos biológicos
- **Servicios Ambientales:** las funciones físicas y biológicas llevadas a cabo por los recursos, incluyendo usos humanos de esas funciones. Estos servicios son el resultado de la calidad física, química o biológica del recurso.
- **Línea Base:** las funciones físicas y biológicas llevadas a cabo por los recursos, incluyendo usos humanos de esas funciones. Estos servicios son el resultado de la calidad física, química o biológica del recurso.
- **Lesión (injury):** un cambio adverso medible, en el corto o largo plazo, en la calidad química o física o la viabilidad de un recurso natural que es resultado directa o indirectamente de la exposición a una descarga de petróleo o liberación de sustancia peligrosa, o exposición a un producto de reacciones resultantes de una descarga de petróleo o liberación de una sustancia peligrosa. Incluye las frases “lesión”, “destrucción” y “pérdida”.
- **Daño (Damage):** la cantidad de dinero buscado por los fideicomisarios de recursos naturales como compensación por la lesión, destrucción, o pérdida de recursos naturales.

#### 15.2.1.2 Pre-evaluación

Esta etapa incluye actividades de notificación, coordinación y de emergencia de ser necesario, y la revisión de información. La etapa de pre-evaluación, consiste principalmente, en una revisión rápida de información fácilmente disponible que permita que el oficial autorizado tome una decisión temprana sobre si un NRDA puede y debe ser llevado a cabo.

Se deberá recolectar información con respecto a:

1. El tiempo, cantidad, duración y frecuencia del derrame o liberación;
2. El nombre de la sustancia peligrosa;
3. La historia del uso actual y pasado del sitio identificado como la fuente del derrame de petróleo o liberación de sustancia peligrosa;
4. Operaciones relevantes ocurriendo en o cerca del sitio;
5. Petróleo o sustancias peligrosas adicionales potencialmente derramadas o liberadas desde el sitio;
6. Partes potencialmente responsables

### 15.2.1.3 Plan de Evaluación

Si un *trustee* decide realizar un NRDA, es necesario crear un Plan de Evaluación antes de comenzar con la evaluación misma, para asegurar que ésta se realice de una manera planificada y sistemática y, que las metodologías elegidas tengan un costo razonable.

El plan de evaluación deberá identificar y documentar todos los procedimientos y metodologías científicas y económicas, que se espera sean utilizadas en la evaluación de la lesión al recurso natural y la determinación del daño. El nivel de detalle debe ser suficiente como para poder determinar si el enfoque de evaluación propuesto es costo-efectivo. Se entiende, por costo-efectivo que: “Cuando dos o más actividades proveen el mismo nivel de beneficios, aquella actividad que provea el beneficio a mínimo costo será elegida”.

Deberán realizarse aproximaciones gruesas a los costos y beneficios a estas medidas alternativas de los daños. Esta evaluación deberá hacerse con la información disponible, y no hay necesidad de recolectar o modelar nueva información.

### 15.2.1.4 Implementación de la Evaluación

Las fases a seguir en la evaluación, son las siguientes:

- **Determinación de Lesión:**

El propósito es establecer que uno o más recursos naturales han sido lesionados como resultado de un derrame de petróleo o liberación de sustancia peligrosa. También, tiene como propósito asegurar que solamente evaluaciones de lesiones bien documentadas sigan con el proceso. Hay que seguir los siguientes pasos:

- a. Determinar si el recurso potencialmente lesionado constituye uno de los siguientes: agua superficial, agua subterránea, aire, o un recurso geológico o biológico.
- b. Seleccionar una metodología para la determinación de la lesión. Se deberán seleccionar uno o más procedimientos de testeo y muestreo que sean compatibles con la metodología seleccionada.
- c. Determinar la ruta a través de la cual el petróleo o sustancia peligrosa está siendo o fue transportada desde la fuente de descarga o liberación hasta el recurso lesionado.
- d. Si hay más de un recurso potencialmente lesionado, se deberán seguir los pasos para cada uno de ellos.

- **Cuantificación:**

Luego de finalizado el paso de determinación de lesión, el oficial autorizado deberá cuantificar para cada recurso lesionado, el efecto de la descarga o liberación en términos de reducción con respecto a la línea base, en la calidad y cantidad de los

servicios proveídos por los recursos lesionados. Se utilizará la guía de la regulación en cuestión.

El propósito es establecer la extensión de la lesión a los recursos naturales en términos de **pérdida de servicios ambientales**, que el recurso natural podría haber entregado en caso de haber derrame o descarga. Los pasos a seguir en la fase de cuantificación son:

1. Medición de la extensión de la lesión.
2. Estimación de la condición de línea base de los recursos lesionados.
3. Identificación de los servicios ambientales de la línea base.
4. Determinación de recuperabilidad de los recursos lesionados.
5. Estimación de la reducción de servicios como resultado de la descarga o liberación.

Al finalizar esta fase, el oficial autorizado deberá determinar la reducción de servicios ambientales como resultado de la descarga o liberación. Esta información se utilizará como insumo en la fase de determinación de daño.

■ **Determinación de Daño:**

El propósito de esta etapa es establecer la cantidad de dinero que se busca como compensación por las lesiones a los recursos naturales, resultados de una descarga de petróleo o liberación de una sustancia peligrosa. La medida de daño es el costo de:

1. Restauración o rehabilitación de los recursos naturales lesionados a una condición donde puedan proveer los servicios ambientales disponibles en la línea base, o
2. El reemplazo y/o adquisición de recursos naturales equivalentes, capaces de proveer dichos servicios.

El daño también podrá incluir, bajo la discreción del oficial autorizado, el valor compensable de todos o una porción de los servicios perdidos por el público durante el período entre la descarga o liberación hasta el momento de restauración, rehabilitación, reemplazo, y/o adquisición de línea base equivalente.

El oficial autorizado deberá desarrollar un Plan para la Determinación de Restauración y Compensación. Para esto se deberá:

- Desarrollar una cartera de posibles alternativas de restauración, rehabilitación, reemplazo, y/o adquisición de recursos naturales equivalentes. El oficial autorizado deberá identificar también, los servicios que prestan los recursos en la situación de línea base.
- Seleccionar aquella alternativa más conveniente. Se deberán incluir los siguiente factores para tomar la decisión: factibilidad técnica; relación costo-beneficio; costo-efectividad; resultados de las acciones de respuesta

actuales o planificadas; período natural de recuperación; habilidad de los recursos de recuperarse con y sin las acciones alternativas; efectos potenciales de la acción en la salud y seguridad humana; consistencia con políticas federales, estatales y tribales relevantes; cumplimiento con leyes federales, estatales y tribales aplicables; y el oficial no debiese seleccionar aquella alternativa que necesite la adquisición de tierra al menos que se determine que restauración, rehabilitación y/u otro reemplazo no es posible.

- Identificar las metodologías de estimación de costos y valoración que serán utilizadas para la estimación del daño. Se podrán usar las siguientes metodologías para valoración:
  1. Precios de mercado
  2. Valor agregado reverso
  3. Costo de viaje
  4. Precios hedónicos
  5. Valor unitario/transferencia de beneficios
  6. Valoración contingente
  7. Análisis conjunto
  8. Análisis de Equivalencia de Hábitat
  9. Análisis de Equivalencia de Recurso
  10. Modelo de Utilidad Aleatoria

En resumen, la determinación del daño consiste principalmente en valorar económicamente los recursos naturales lesionados.

#### 15.2.1.5 Post-evaluación

En la subparte F de la reglamentación de CERCLA se encuentran los requisitos de esta etapa. Ejemplos son:

- Se requiere la entrega de un documento que contenga los resultados de la evaluación, y que documente que la evaluación haya sido llevada a cabo de acuerdo a esta reglamentación.
- Se delinea la manera en que se presentan las sumas monetarias estimadas como daño.

Esta etapa no tiene aplicación alguna en la presente consultoría, pero su presentación ayuda para analizar la metodología propuesta en la reglamentación de CERCLA.

### 15.2.1.6 OPA

La metodología presentada por OPA, consiste en 3 etapas como se puede apreciar en la Figura 15-2.

**Figura 15-2 Resumen del proceso de NRDA bajo las regulaciones de OPA**



Fuente: Elaboración Propia

Antes de profundizar en cada etapa es importante tener en cuenta algunas definiciones según esta reglamentación:

- **Recursos Naturales:** Tierra, peces, biota, aire, agua, agua subterránea, suministros de agua potable, y otros recursos pertenecientes a, gestionados por, o de otra manera controlado por EE.UU. (incluyendo los recursos de la Zona Económica

Exclusiva), o cualquier estado o gobierno local o tribu India, o cualquier gobierno extranjero, según lo definido en la sección 1001(21) de OPA (33 U.S.C. 2701(20))

- **Línea Base:** la condición de los recursos naturales o servicios ambientales que hubiesen existido de no haber ocurrido el incidente. Data de Línea Base puede ser estimada con información histórica, información de referencia, o información de cambios incrementales (ej. Cantidad de animales muertos), individualmente o en combinación, según sea más apropiado.
- **Lesión (*injury*):** Un cambio adverso observable o medible en un recurso natural o discapacidad de un servicio ambiental. La lesión puede ocurrir directa o indirectamente a un recurso natural y/o servicio ambiental. Lesión incorpora los términos “destrucción”, “pérdida” y “pérdida de uso”, según lo especificado por OPA.

#### 15.2.1.7 Fase de Pre-evaluación

Esta etapa consiste en un ejercicio que permite la obtención de información necesaria para determinar si hay que buscar un plan de restauración. Tiene los siguientes objetivos:

- Determinar si administradores (*trustees*) tienen la jurisdicción para buscar restauración bajo la normativa OPA
- En cuyo caso, determinar si es necesario buscar restauración

En base a la información disponible, los administradores determinan preliminarmente si los recursos naturales o servicios sufrieron alguna lesión. Luego, se procede a determinar si con la aplicación de acciones de respuesta eliminarán la amenaza de lesión en curso. Si se espera que la lesión continúe en el tiempo, y existen alternativas factibles de restauración, los administradores proceden con el proceso de NRDA.

#### 15.2.1.8 Fase de Planificación de la Restauración

Esta etapa consiste en evaluar potenciales lesiones a los recursos naturales y servicios, y usar esa información para determinar la necesidad y magnitud de las acciones de restauración. Se divide en dos sub-etapas:

- Evaluación de Lesión
- Selección de la Restauración

##### 15.2.1.8.1 Evaluación de Lesión

Acá, el objetivo es determinar la naturaleza, grado y extensión de cualquier daño a los recursos naturales o servicios.

La determinación de la lesión causada por una exposición directa a una descarga de petróleo requiere que los fideicomisarios demuestren que:

- Existe una ruta entre la descarga y el recurso natural en cuestión;
- El recurso fue expuesto a la descarga; y
- La exposición tuvo un efecto adverso en el recurso.

En el caso de que la lesión no fuere un resultado de una exposición directa, es necesario que los fideicomisarios documenten un efecto adverso, y demuestren que el efecto fue un resultado del incidente en cuestión.

Por otro lado, para la cuantificación de la lesión es necesario determinar la severidad, extensión y duración del efecto adverso. Para esto, se puede estimar el efecto adverso directamente o la reducción de los servicios ambientales prestados por estos recursos. El cambio en el recurso natural o servicio ambiental es comparado con una situación de línea base.

Aunque ambas etapas se presentan como separadas, comúnmente son analizadas en conjunto.

Existen una serie de metodologías disponibles a los fideicomisarios para realizar la evaluación de la lesión, entre las que se encuentran:

- **Revisiones bibliográficas:** Es un paso importante, y puede ser utilizado de manera individual o en conjunto con estudios en terreno, estudios de laboratorio, estudios de modelamiento. La recopilación de información de estudios realizados anteriormente, podría apoyar la hipótesis de existencia de un daño.
- **Estudios en terreno:** la manera más directa para evaluar el daño. La información es obtenida mediante observación, fotografías, videos, y muestreo de biota, sedimentos y agua.
- **Estudios de laboratorio:** mediante estudios de laboratorio es posible determinar lesión, ruta y exposición. Los resultados podrán servir para corroborar las conclusiones realizadas en terreno. Al mismo tiempo, estos resultados podrían servir para determinar el tipo de estudios de terreno que es necesario realizar.
- **Estudios de modelamiento:** con frecuencia se utilizan modelos para describir o cuantificar procesos y sistemas físicos, químicos y biológicos. Estos consisten en ecuaciones matemáticas que requieren el ingreso de valores, condiciones borde, y otros parámetros de manera de aplicar el modelo a una situación específica. Son abstracciones de procesos y sistemas reales, sumamente útiles para poder simplificar fenómenos complejos, y de esta manera estudiarlos de forma estructurada y controlada.

Con las metodologías anteriores, los fideicomisarios podrán cuantificar las lesiones en algunos de los siguientes términos:

- El grado, y extensión espacial y temporal de la lesión sobre un recurso natural;

- El grado, y extensión espacial y temporal de una lesión sobre un recurso natural, con la traducción de ese cambio adverso a una reducción de los servicios que provee dicho recurso natural; o
- La cantidad de servicios perdidos como resultado del incidente.

Es necesario para cuantificar la lesión, que los fideicomisarios estimen de manera cualitativa o cuantitativa, el tiempo que toma la restauración natural sin restauración, pero incluyendo cualquier acción de respuesta. El análisis puede considerar los siguientes factores:

- Naturaleza, grado, y extensión espacial y temporal de la lesión;
- La sensibilidad y vulnerabilidad del recurso natural y/o servicio lesionado;
- El potencial de reproducción y reclutamiento;
- La resistencia y resiliencia (estabilidad) del ambiente afectado;
- **La variabilidad natural;** y

Los procesos físicos/químicos del ambiente afectado.

#### 15.2.1.8.2 Selección de Restauración

Esta sub-etapa consiste en 4 pasos:

**Figura 15-3 Etapas Selección de la Restauración OPA**



Fuente: Elaboración Propia basado en *Specifications use NRDA*, 1996

#### Restauración:

Luego de completarse (o casi completarse) la Evaluación del Daño, los administradores desarrollan un plan para restaurar los recursos naturales o servicios dañados. De acuerdo a la regulación, deben identificar un rango razonable de alternativas de restauración, evaluarlas y seleccionar la(s) alternativa(s) preferidas, desarrollar un borrador y un Plan Final de Restauración. Se puede aplicar acciones aprobadas por la OPA: restauración, rehabilitación, reemplazo o adquisición de un equivalente.

#### Escalamiento de Acciones de Restauración:

De manera de asegurarse que la acción de restauración trate apropiadamente las lesiones producidas luego de un incidente, los fideicomisarios deben determinar la escala de la restauración necesaria para devolver los recursos naturales lesionados a niveles de línea base y compensar por las pérdidas interinas. Para esto, se utiliza un enfoque que permite determinar la cantidad apropiada de reemplazo de recursos naturales y/o servicios necesarios para compensar por el monto de recursos naturales o servicios lesionados.

### **Selección de una Alternativa de Restauración Preferida:**

Para seleccionar la alternativa de restauración preferida, éstas son evaluadas en base a un número de factores entre los que se incluyen:

- Costos necesarios para llevar a cabo la alternativa
- La medida en la que se espera que la alternativa cumpla con los objetivos y las metas de los fideicomisarios, de que la alternativa en cuestión sea capaz de devolver los recursos naturales a niveles de línea base y/o que pueda compensar por las pérdidas interinas ocasionadas.
- Probabilidad de éxito.
- La medida en que se espera que la alternativa sea capaz de prevenir que sucedan futuras lesiones como resultado de un incidente dado, y que permita evitar lesiones colaterales como resultado de la aplicación de la alternativa
- La medida en que una alternativa permite beneficiar a más de un recurso natural y/o servicio, y
- El efecto de cada alternativa sobre la salud y seguridad humana.

De acuerdo a lo anterior, los fideicomisarios deberán seleccionar la alternativa más costo-efectiva entre dos o más alternativas preferidas.

### **Desarrollo de un Plan de Restauración:**

Finalmente, se desarrolla un borrador de Plan de Restauración, de manera que pueda ser revisado y comentado por el público, donde además estén incluidos dentro de lo posible miembros de la comunidad científica. En este borrador se presentaran todas las etapas mencionadas anteriormente, y se espera que luego de la revisión los fideicomisarios desarrollen una versión final que sirva como base para reclamar por el daño.

#### **15.2.1.9 Fase de Implementación de Restauración**

La versión final del Plan de Restauración es entregada a las partes responsables, y éstos serán los encargados de implementar o financiar a los fideicomisarios con los costos de implementación. De esta manera, se da oportunidad a llegar a un arreglo entre los

involucrados sin la necesidad de un litigio. Si por alguna razón las partes responsables deciden no aceptar las condiciones del acuerdo, la OPA autoriza a los fideicomisarios a tomar acciones civiles por daños en la corte federal o buscar financiamiento de parte del *Oil Spill Liability Trust Fund* para cubrir dichos daños.

Esta etapa no tiene aplicación alguna en la presente consultoría, pero su presentación ayuda para analizar la metodología propuesta en la reglamentación de la OPA.

A modo de conclusión, podemos notar que la metodología Estadounidense tiene por objetivo estimar el costo monetario de restauración de los daños ambientales, basado en una cuantificación incremental de las pérdidas de los servicios. Si bien es cierto, esta metodología se enfoca bastante en las fases de restauración a partir del juicio de los administradores, no ahondan en el mecanismo para llegar a la cuantificación de los daños. Otro factor relevante que difiere del objetivo de este estudio es que no abordan el tema del riesgo, sino del daño una vez ocurrido el evento impactante. Sí es interesante usar en la metodología chilena los factores que consideran relevantes en la evaluación como la extensión de la lesión, la estimación de los recursos y servicios de la línea base a partir de las pérdidas incrementales y la capacidad de recuperación de los recursos dañados.

## 15.2.2 Unión Europea

La Unión Europea, se ha comprometido con el esfuerzo de generar un esquema de responsabilidad de los daños a los recursos naturales, mediante un **Método de Equivalencia de Recursos** para evaluar el daño ambiental en Europa (REMEDE, por su sigla en inglés) (Dr Joshua Lipton, Dr Katherine LeJeune et al. 2008). El REM, se enmarca en el contexto legal de la Directiva de Responsabilidad Ambiental 2004/35/CE de la UE (ELD), la Directiva de Hábitats y Aves Salvajes (H&WBD) y la Directiva de Evaluación de Impacto ambiental (EIDA) que imponen la responsabilidad de ciertos tipos de partes responsables para un amplio rango de daños al medioambiente, incluyendo impactos sobre recursos de agua, suelo, especies ecológicas y hábitats naturales.

### 15.2.2.1 Metodología: “¿Cuánta remediación complementaria y compensatoria es suficiente?”

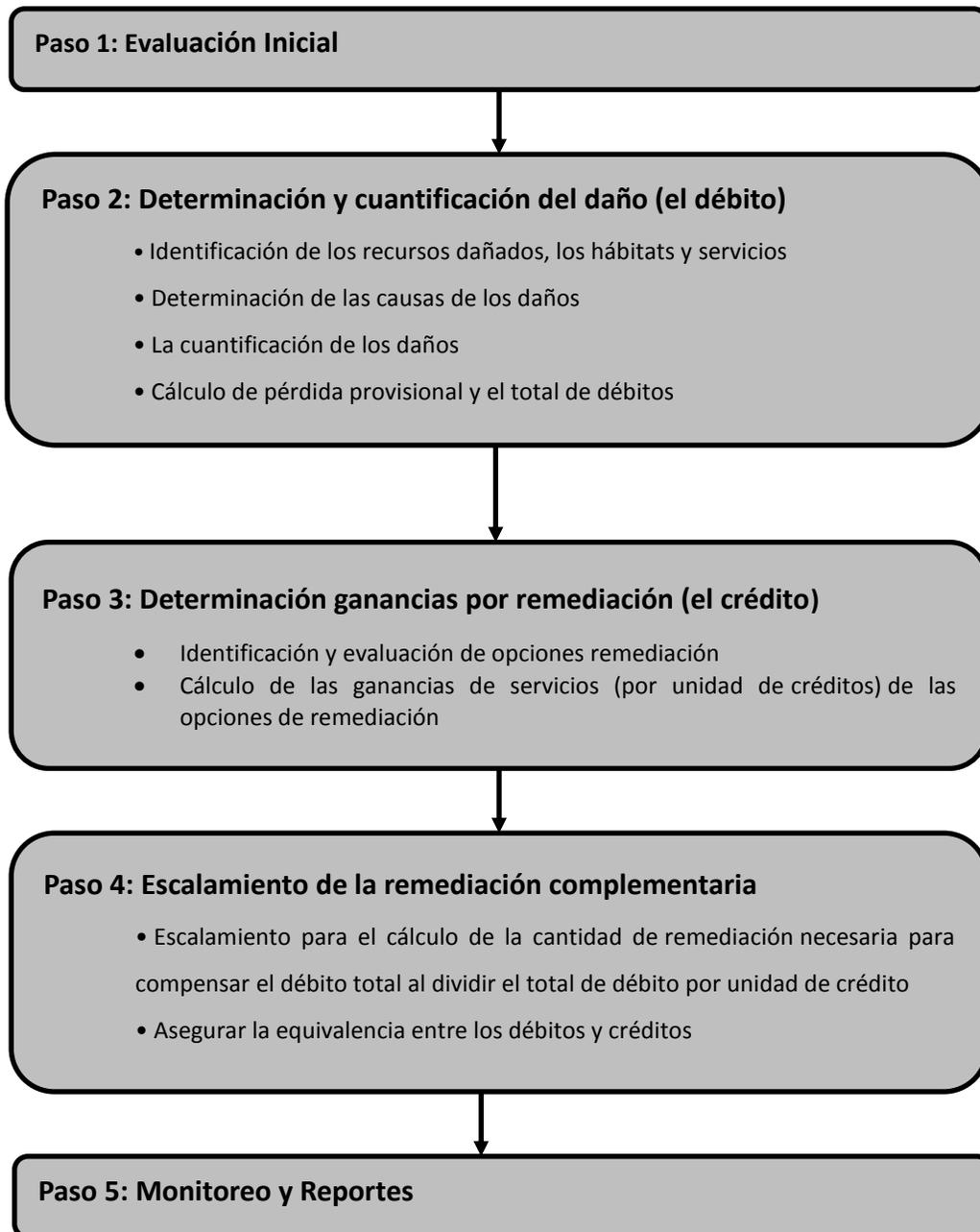
La metodología europea REM, determina el tipo y cantidad de recursos y servicios naturales que se pierden en el tiempo, producto de daño ambiental (débito), y el tipo y cantidad de acciones que se necesitan para compensar esta pérdida interina (crédito).

Cabe destacar, que las acciones primarias consisten en devolver los recursos naturales o servicios a su estado de línea base, sin embargo, la selección de sus medidas está fuera de

la necesidad de un análisis de equivalencia como el REMEDE, ya que generalmente sólo consisten en actividades de limpieza o restauración en el sitio.

La **Figura 15-4**, presenta los pasos a seguir para la evaluación del daño a los recursos naturales, los cuales se detallarán a continuación.

**Figura 15-4 Resumen del proceso de Evaluación de daño bajo las regulaciones de ELD**



Fuente: Lipton, LeJeune et al. 2008

### 15.2.2.2 Evaluación Inicial

La evaluación inicial se realiza para determinar si se debe llevar a cabo el análisis de equivalencia, y de ser necesario, determinar la métrica y contexto de análisis apropiado.

### 15.2.2.3 Determinación y cuantificación del daño (el débito)

En este paso, los recursos dañados, hábitats y/o servicios se identifican y cuantifican en relación a la línea base. Se establecen las causas del daño, y finalmente, se determinan los beneficios de la remediación primaria, y se cuantifica el total de débito (neto a la remediación primaria).

- Identificación de los recursos dañados, los hábitats y los servicios: debe considerar también factores sociales y económicos (valores de uso y no uso). Se requiere la evaluación de los factores estresores y los receptores del daño, y un modelo de su relación.
- Determinación de las causas del daño: Relación de causalidad entre el incidente y el daño resultante, mediante datos científicos, modelación y análisis lógico.
- Cuantificación del daño: Extensión temporal y espacial, graduación del daño en comparación con la línea base usando una cuantificación métrica.

Las distintas métricas de equivalencia utilizadas (de recursos, hábitat o en valor monetario) se explican de manera más completa en la sección 15.2.2.7

### 15.2.2.4 Determinación y cuantificación de las ganancias por remediación (el crédito)

Los créditos se determinan identificando y evaluando las alternativas de remediación, y calculando los beneficios que se ganarán por implementar los proyectos de remediación complementaria y/o compensatoria.

- Identificación y evaluación de las opciones de remediación: Los beneficios esperados de cada proyecto son identificados y cuantificados en términos de la métrica utilizada en la pérdida.
- Cuantificación de las ganancias de la remediación: Incluye el cálculo de servicios ganados (curvas de recuperación que refleja el tiempo esperado y el grado de productividad de las acciones de remediación).

### 15.2.2.5 Escalamiento de la remediación complementaria y compensatoria

Este último paso en el análisis de equivalencia, consiste en determinar la escala o cantidad de remediación a implementar. Se realiza el escalamiento para que, con el tiempo, los flujos de servicios descontados por los proyectos de remediación (créditos) sean iguales a las pérdidas (débitos).

- Debido a que el escalamiento requiere un equilibrio entre el débito y el crédito de la ecuación, se requieren dos medidas:
  - el total de los servicios perdidos, o **total de débitos** y
  - las ganancias por unidad de valor presente, o **crédito por unidad** del proyecto de remediación.
- El escalamiento se logra dividiendo el total de débitos por los créditos por unidad, lo que resulta en la cantidad apropiada de remediación para compensar el daño. Este enfoque funciona para ambos métodos: monetarios y no monetarios.

#### **Ecuación 15-1 Cantidad de Remediación Necesaria según la Metodología de la UE**

$$\text{Unidades de remediación a proveer hoy} = \frac{\text{débitos totales}}{\text{créditos por unidad}}$$

Fuente: Lipton, LeJeune et al. 2008

### 15.2.2.6 Monitoreo y reportes

Luego de que el análisis de equivalencia se ha realizado, y los proyectos de remediación se han seleccionado y escalado, se prepara un plan de remediación que incluya las metas del proyecto, detalles sobre la implementación, planes de ingeniería y diseño, planes de biología y diseño. El Plan de Remediación, debe incluir también los procedimientos e itinerarios para monitorear la recuperación de los recursos y servicios, seguida a la implementación, y evaluación del éxito del proyecto.

### 15.2.2.7 Métrica

Existen distintas métricas que dependen del tipo de daño y de la información disponible.

- **REA:** Cuantifica el daño en unidades de recursos
- **HEA:** Cuantifica el daño en términos de hábitats
- **VEA:** Valoriza monetariamente el daño

Se prefiere generalmente establecer el análisis a partir de los recursos o hábitats para compensar directamente el daño. En última instancia se utiliza el análisis de valor, cuando

la rehabilitación de recursos o hábitats similares es imposible o muy costosa, y por lo tanto, las unidades monetarias se necesitan para asegurar la equivalencia.

### 15.2.2.8 Análisis de Equivalencia de Recursos (REA):

Se usa para escalar débitos y créditos a través de unidades específicas de recursos, por ejemplo, cantidad de biomasa o peces. Ha sido recientemente aplicado a daños de agua, donde la remediación se escala en términos de volumen o flujo de aguas subterráneas y superficiales.

Los cálculos de las unidades de recursos de daño y de remediación son los siguientes:

**Ecuación 15-2 Cálculo de Débito y Crédito para el REA**

<b>Débito:</b>	<b>Crédito:</b>
$\sum_{t=0}^{t=n} (R_t \times d_t) \times (1+r)^{(T-t)}$	$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{(1 \times b_t)}{(1+r)^t}$

Fuente: Lipton, LeJeune et al. 2008

Donde:

- T es el año base
- t=0 es el año inicial
- t=n es el año final
- R<sub>t</sub> es la unidad de recurso afectado durante el período
- d<sub>t</sub> es el grado de pérdida (% de servicio perdido)
- r es la tasa de descuento
- b<sub>t</sub> es el grado de mejora por la remediación, puede ser medido en porcentaje o en número de unidades de recurso

### 15.2.2.9 Análisis de Equivalencia de Hábitat (HEA):

Escalamiento en unidades de hábitat. Por ejemplo, el débito de un incidente se calcula en términos de las hectáreas descontadas por año dañadas en el tiempo, mientras que el crédito se calcula como las hectáreas descontadas por año que se devengan. Avances en el HEA, permiten el tratamiento de pérdida parcial de servicios, impactos de múltiples estresores, y la inclusión de ponderadores que reflejan escases de los distintos tipos de hábitat.

Los cálculos de las unidades de hábitat de daño y de remediación son los siguientes:

**Ecuación 15-3 Cálculo de Débito y Crédito para el HEA**

Débito:	Crédito:
$\sum_{t=0}^{t=n} (A_t \times d_t) \times (1+r)^{(T-t)}$	$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{(1 \times b_t)}{(1+r)^t}$

Fuente: Lipton, LeJeune et al. 2008

Donde:

- T es el año base
- t=0 es el año inicial
- t=n es el año final
- A<sub>t</sub> es la extensión espacial del daño por año durante el período
- d<sub>t</sub> es el grado de pérdida (% de servicio perdido)
- r es la tasa de descuento
- b<sub>t</sub> es el grado de mejora por la remediación, puede ser medido en porcentaje o en número de unidades de recurso

15.2.2.10 Análisis de Equivalencia de Valor (VEA):

Se usa cuando la rehabilitación de recursos o hábitats similares son imposibles o indeseables, por lo tanto, las unidades monetarias se necesitan para asegurar la equivalencia.

- Valor – Valor: iguala el valor de la pérdida, al valor de la remediación cuando ésta entrega distintos servicios o recursos de los dañados, o cuando no se pueden medir con precisión.
- Valor – Costo: el daño se mide en términos del valor económico perdido, pero el valor de los servicios o recursos de reemplazo no se puede realizar a un costo razonable.

Los cálculos del valor del daño y de la remediación son los siguientes:

**Ecuación 15-4 Cálculo de Débito y Crédito para el VEA**

Débito:	Crédito:
$\sum_{t=0}^{t=n} [(Qn_t \times P_{qn}) + (Ql_t \times P_{ql})] \times (1+r)^{(T-t)}$	$\sum_{t=0}^{t=n} \frac{(1 \times q_t \times p_t)}{(1+r)^t}$

Fuente: Lipton, LeJeune et al. 2008

Donde:

- T es el año base
- t=0 es el año inicial

- $t=n$  es el año final
- $Q_{n_t}$  es la unidad de recurso o servicio perdido
- $P_{qn}$  es el valor unitario del recurso o servicio
- $Q_{l_t}$  son unidades de recursos o servicios usados en un estado de calidad reducida
- $P_{q_l}$  es el valor económico del recurso o servicio en el estado deteriorado en calidad
- $r$  es la tasa de descuento
- $q_t$  es la ganancia en uso humano
- $p_t$  es la ganancia en valor económico

#### 15.2.2.11 Preguntas que NO responde el REMEDE:

- (1) ¿Qué se entiende por daño “significativo”?
- (2) ¿Qué y cuánta reparación primaria debe llevarse a cabo?
- (3) ¿Cuál debería ser la línea base?

#### 15.2.2.12 Ejemplo: Caso España

##### **Introducción:**

Este caso de estudio muestra un análisis de equivalencia de recursos para estimar el daño ambiental ex post, y las medidas de remediación (compensación en el largo plazo), seguidas al gran incendio forestal del año 1994, causado por una línea del tendido eléctrico en la región de Bages-Berguedá (BABE), Cataluña (Molowny-Horas, Espelta et al. 2008). El fuego quemó aproximadamente 25.000 ha de Pino Negral Europeo, de alta prioridad de conservación, mermando en 1/3 el área total que ocupa en Cataluña.

##### **Datos disponibles:**

- ✓ 2º y 3º Inventario Forestal Nacional, años 1990 y 2001, respectivamente.
- ✓ Patrón histórico de incendios forestales.

##### **Determinación del Débito:**

La evolución temporal de las diferentes métricas forestales se realiza mediante modelación matemática. Se asumen condiciones de Línea Base dinámica, en que el 10% de los incendios forestales ocurre de manera natural (por ejemplo: rayos). Los parámetros estructurales de las 25.000 ha de bosque, incluían 18.150.000 Pinos Negral, cuya altura media era 8,2 m, entre otros.

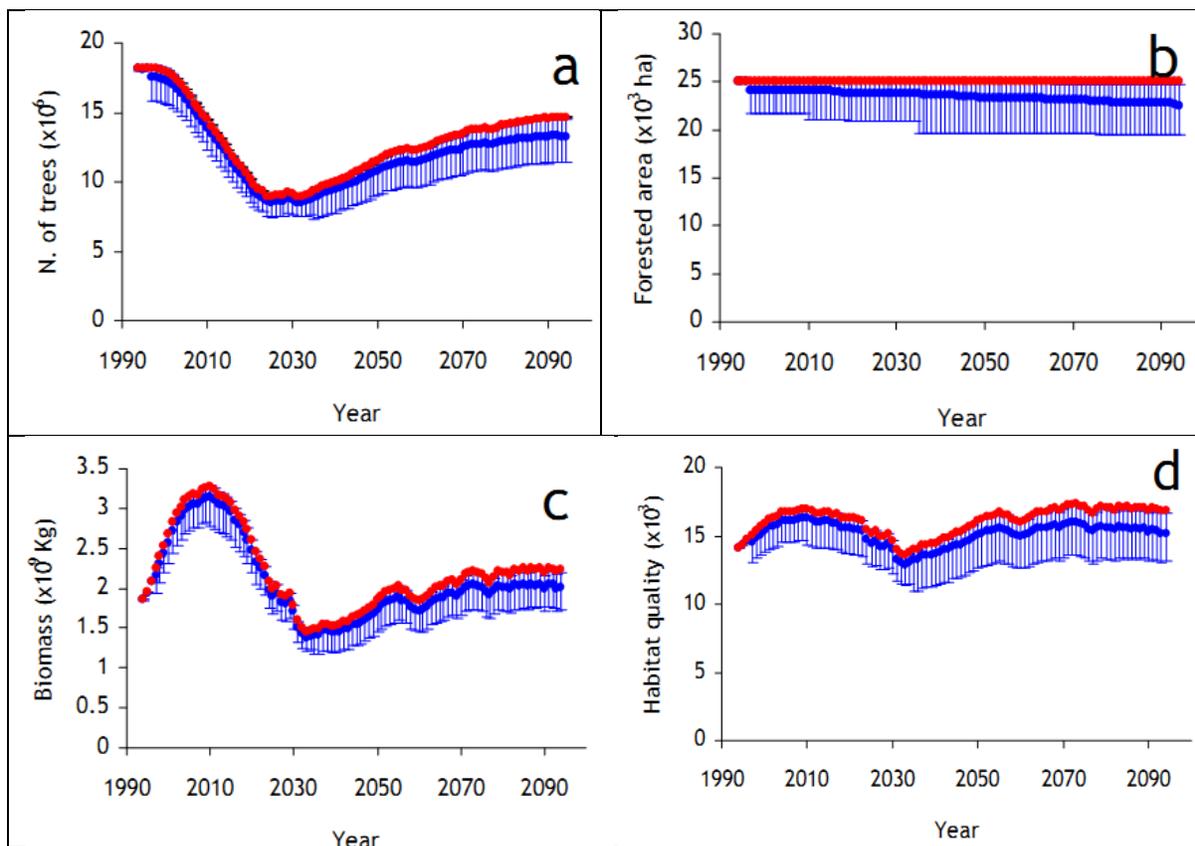
##### **Métricas:**

El grado de pérdida y de recuperación se determina mediante el cálculo de las siguientes métricas, que han sido medidas por hectárea y luego sumadas para toda el área de BABE:

1. Número total de árboles con diámetro a la altura de pecho mayor que 7,5 cm.
2. Área total cubierta por árboles: mínimo 50% de cobertura.
3. Biomasa total.
4. Índice de calidad de hábitat total: relacionado con el número de árboles grandes y la distribución de diámetros

La **Figura 15-5**, muestra la evolución de las métricas estudiadas, desde el momento del incendio en 1994 hasta el momento estimado para la recuperación en 2094.

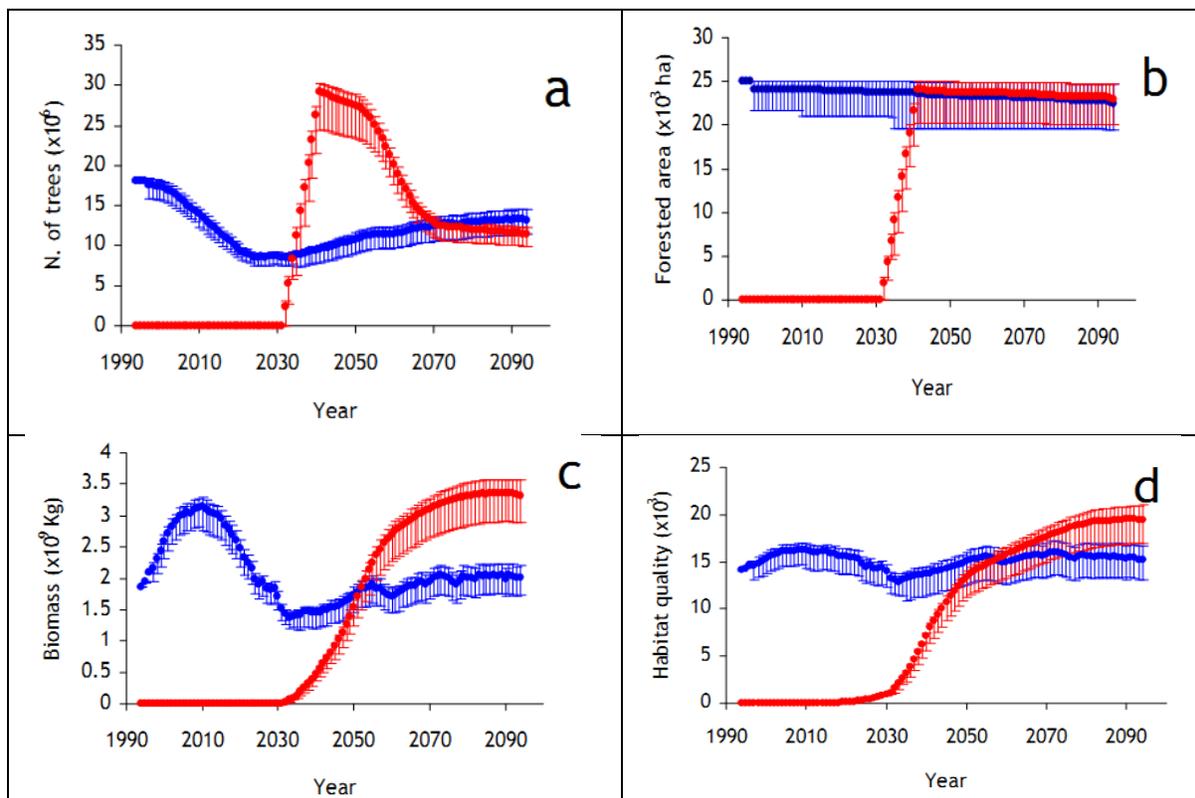
**Figura 15-5 Línea Base desde 1994 hasta 2094**



Nota: La Línea base es calculada con los modelos de simulación para las diferentes métricas: a) número total de árboles, b) área total cubierta por árboles, c) biomasa total, d) índice de calidad de hábitat total. La LB base media y las barras de percentil 5% y 95% se muestran en color azul, la LB que no considera el 10% de incendios forestales está en color rojo. Fuente: Molowny-Horas, R., J. M. Espelta, et al. (2008). Bages - Berguedá (BABE) Case Study Report CIEA-UAB

Como parte de la remediación primaria, se plantaron 25.000 ha en un período de 10 años (2.500 ha/año). Debido a las pérdidas interinas, estas medidas no son suficientes como se mostrará en la **Figura 15-6**.

Figura 15-6 Evolución de la Remediación Primaria desde 1994 hasta 2094



Nota: La Remediación primaria está en rojo, lo demás como en la Figura 15-5. Fuente: Molowny-Horas, R., J. M. Espelta, et al. (2008). Bages - Berguedá (BABE) Case Study Report CIEA-UAB

El área bajo la línea base (curva azul) y sobre la remediación primaria (curva roja) es la pérdida interina, es decir, el débito, y en los casos que la curva roja sobrepasa la azul se habla de una sobrecompensación o crédito. Como el débito supera al crédito, se necesita remediación compensatoria para suplir las pérdidas.

El cálculo del débito total tomando como año base el 2007, se realiza con una tasa de descuento del 3% por año, y los resultados se muestran en la **Tabla 15-9**.

**Tabla 15-9 Débito total según métrica**

Métricas	Débito Total
Número de árboles ( $\times 10^6$ )	483,5
Área reforestada ( $\times 10^3$ ha)	868,7
Biomasa ( $\times 10^8$ Kg)	835,6
Índice de calidad de hábitat ( $\times 10^3$ )	517,9

Fuente: Modificado de Molowny-Horas, R., J. M. Espelta, et al. (2008). Bages - Berguedá (BABE) Case Study Report CIEA-UAB

### Determinación del Crédito:

Dentro de las alternativas de remediación compensatoria más eficiente, está la reforestación adicional en distintos puntos de Cataluña, fuera de BABE. Los resultados del cálculo de crédito por unidad de hectárea se muestran a continuación.

**Tabla 15-10 Crédito total por unidad de área según métrica**

Métricas	Crédito Total/hectárea
Número de árboles	15.154
Área reforestada (ha)	11,4
Biomasa ( $\times 10^3$ Kg)	1.177,7
Índice de calidad de hábitat	6,8

Fuente: Modificado de Molowny-Horas, R., J. M. Espelta, et al. (2008). Bages - Berguedá (BABE) Case Study Report CIEA-UAB

### Escalamiento de Remediación:

Según la metodología europea, para el escalamiento de la remediación se deben dividir los Débitos totales por los Créditos por hectárea, esto da como resultado la siguiente cantidad de hectáreas a reforestar según las diferentes métricas.

**Tabla 15-11 Escalamiento de la remediación en hectárea según métrica**

Métricas	Tamaño de la compensación (en hectárea)
Número de árboles	24.184
Área reforestada	75.802
Biomasa	73.832
Índice de calidad de hábitat	77.772

Fuente: Modificado de Molowny-Horas, R., J. M. Espelta, et al. (2008). Bages - Berguedá (BABE) Case Study Report CIEA-UAB

Como se puede ver, la métrica del número de árboles a plantar es muy simple para dar una medida exacta de las implicancias ecológicas del impacto del incendio forestal en el área de BABE. Sin embargo, las otras tres métricas son congruentes en la cantidad de hectáreas a reforestar, por lo que se asume que un valor aproximado a las 75.000 ha es el correcto como remediación compensatoria. Esto, además muestra que **sería peligroso considerar sólo una métrica en la estimación del daño**, pues se deben considerar todas las aristas del problema por expertos.

Lo interesante de la metodología europea es la formulación matemática de la cuantificación del daño, a partir del Análisis de Equivalencia de Recursos/Hábitas/Valor, el cual incorpora el tiempo que perdurará el daño y las medidas compensatorias que se deben tomar hoy. La información que se dispone sobre la línea base es crucial para el análisis, y es una información que poseen a raíz de los numerosos sectores naturales protegidos en la Unión Europea. Sin embargo, este es un tema que no tenemos resuelto en Chile, ya que sólo disponemos de unas pocas Áreas Protegidas.

Otro factor importante, es que los Análisis de Equivalencia de Recursos de la UE, pueden durar meses y se basan en estudios profundos de expertos con el objetivo de que el culpable tome las medidas necesarias para dejar el ecosistema, tal cual estaba antes del evento impactante. En el caso de la realidad chilena, no se dispone ni del tiempo ni de la cantidad de expertos requeridos para este tipo de análisis, por lo que se deben buscar los factores de riesgo para la caracterización del daño al medio ambiente, y con ello una multa.

### 15.2.3 Reino Unido

La experiencia analizada, corresponde a las Regulaciones de Daño Ambiental (Prevención y Remediación) año 2009 aplicables en Inglaterra y Gales. Las regulaciones se derivan de la Directiva 2004/35/CE, establecidas por el Parlamento Europeo y el Consejo sobre Responsabilidad Ambiental, respecto a la prevención y reparación de daño ambiental convertidas en ley en Inglaterra.

La calificación de daño ambiental, de acuerdo a la regulación mencionada, se refiere a incidentes serios de contaminación al agua, contaminación de suelos y daño a la biodiversidad. Contaminación y daño menos serio, son abordados en otras regulaciones.

La contaminación del agua, se calificará como daño ambiental si ha afectado el estatus del cuerpo de agua, de acuerdo a lo establecido en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea, por ejemplo, cambiando el estatus del agua superficial de bueno, a regular o malo. En el caso de la contaminación del suelo, se clasifica como daño ambiental, si hay un riesgo significativo de afectar la salud humana, por ejemplo por contaminación con

químicos tóxicos, como el benceno. En el caso de daño en la biodiversidad, hay tres condiciones que lo califican como daño ambiental:

- Si hay un efecto dañino significativo en el estado de conservación de especies o hábitats protegidos por la UE;
- Si hay un efecto dañino significativo en el estado de conservación de especies o hábitats protegidos por la UE, en los fondos marinos de la plataforma continental, o en las aguas de la zona de las energías renovables;
- Si existe un efecto sobre la estructura y función ecológica de un Sitio de Especial Interés Científico (SEIC)

En términos generales, estas regulaciones persiguen prevenir y remediar daños al suelo, agua y biodiversidad, reforzando el principio de que el “contaminador paga” al asignar a los privados responsabilidad financiera por amenazas de daño o daño actual.

Al ser basadas en el principio de que el “contaminador paga”, aquellos responsables de daño ambiental se les exige prevenir, y si es necesario remediar daño, y no se traspasa esta responsabilidad al ciudadano que paga sus impuestos. Las obligaciones son establecidas sobre empresas u “operadores de actividades comerciales” en forma de regulaciones que pongan en marcha medidas precautorias que eviten daño ambiental y acciones reparatorias cuando ocurre el daño.

Adicionalmente, la Regulación sobre Daño Ambiental en el Reino Unido, fuerza a que las empresas tomen acciones de prevención del daño ambiental, y remedien cualquier daño ocasionado. La regulación, incluye un listado de actividades con responsabilidad estricta, es decir, que si hay daño ambiental, incluso si la empresa no estuvo en falta, ni fue negligente, debe prevenir daños futuros y remediar los existentes. Las actividades con responsabilidad estricta son:

- Operaciones de manejo de residuos que necesiten un permiso o registro, por ejemplo almacenaje, transporte y disposición de residuos tóxicos
- Vertederos
- Gestión de residuos de minería extractiva
- Descargas a aguas superficiales o profundas que requieran un permiso ambiental
- Extracción y almacenaje de agua que requiera de una licencia
- Actividades que incluyan sustancias peligrosas, pesticidas y biocidas
- Transporte de bienes peligrosos y contaminados
- Actividades que involucren a organismos genéticamente modificados (OGM)
- Actividades que requieren un permiso ambiental
- Importación y exportación de residuos

Las regulaciones buscan crear un incentivo a operadores de actividades que con mayor probabilidad pueden causar daño ambiental, buscan tomar medidas que eviten dicho daño, y crear fondos (por ejemplo: seguros) que paguen la remediación o limpieza de cualquier daño ambiental que se cause. “Daño ambiental”, por tanto, posee un significado específico en las regulaciones y cubre sólo los casos más severos. La legislación existente que contiene disposiciones en materia de responsabilidad medioambiental se mantiene.

Estas regulaciones se aplican en los suelos de Inglaterra, sobre el lecho marino alrededor del Reino Unido hasta los límites establecidos en la Ley de Plataforma Continental de 1964, y sobre las aguas en la Zona de Energía Renovable, la cual se extiende aproximadamente 200 millas mar adentro.

### 15.2.3.1 Consideraciones Legales

Para los efectos de estas regulaciones, “actividad” se refiere a cualquier actividad económica, pública o privada, llevada a cabo, o no, para maximizar ganancia. “operador” se refiere a la persona que opera o controla dicha actividad, incluyendo el poseedor de un permiso o autorización relacionada a dicha actividad, o la persona que registra o notifica dicha actividad.

En el Reino Unido, ya existen un número de sistemas legales que proporcionan medios para la reparación de daños ambientales. Bajos estos regímenes, la acción es tomada sobre el interés público de autoridades locales o la Agencia Ambiental. Estos pueden requerir reparar daños por parte de quienes los causan, o reparar daño en forma autónoma y luego recuperar los costos de aquellos responsables.

Las regulaciones suplementan la legislación existente sobre protección ambiental, tales como la Ley de Protección Ambiental de 1990, Ley de Recursos Hídricos de 1991, Ley de Fauna Silvestre y Campo de 1981, y Regulaciones para Control de Riesgos de Accidentes Mayores de 1999. Todos estos cuerpos legislativos se siguen aplicando a aquellas establecidas en las regulaciones sobre daño ambiental, y en la medida que exijan obligaciones adicionales, éstas deben ser cumplidas.

Las regulaciones sobre daño ambiental introducen dos tipos de responsabilidad: primero, responsabilidad basada en la falta, en lo que se refiere a daño ambiental a especies protegidas y hábitats naturales por parte de otras actividades ocupacionales, y segundo, responsabilidad estricta, en lo que respecta a daño ambiental, causado por rango especificado de actividades ocupacionales (mencionadas en la sección anterior).

En cuanto al reporte de daño ambiental, los operadores deben tomar medidas inmediatas para prevenir daño o daño adicional, y notificar a la autoridad responsable, además de

remediar el daño. La autoridad responsable por su parte debe establecer si existe “daño ambiental” e identificar al operador responsable.

Como ya se mencionó, existe responsabilidad sin necesidad de mostrar falta en las actividades descritas en la lista de responsabilidad estricta. Adicionalmente, existe también responsabilidad donde un operador ha pretendido causar daño o ha sido negligente, pero sólo por daño a un Sitio de Especial Interés Científico (SEIC), especies o hábitats de la Unión Europea. Existen ciertas excepciones, tales como daño causado por actos de terrorismo o desastres naturales, o daño que cae dentro de ciertas convenciones internacionales, por ejemplo, contaminación por petróleo.

Diferentes entidades públicas cumplen roles sustanciales en el funcionamiento de la Regulación de Daño Ambiental. Entre ellas están las autoridades locales, entendidas como organismos fiscalizadores en caso de daño o peligro de daño a los suelos, además de aquellas actividades bajo permiso ambiental otorgados por ellos. Por otro lado, la Agencia Ambiental, fiscaliza el daño o peligro de daño a suelos, aguas, especies protegidas, hábitats y SEIC, causado por actividades bajo permiso ambiental otorgado por la Agencia. También esta entidad, vela por las aguas marinas dentro de una milla náutica desde la costa, daño a especies protegidas, hábitats y SEICs en ambientes no marinos, y daño a especies protegidas, hábitats y SEICs en ambientes marinos causados por actividades reguladas por la Agencia Ambiental. El daño ambiental sobre la biodiversidad y los SEIC terrestres son fiscalizados por *Natural England*, mientras que la biodiversidad marina es fiscalizada por la Organización de Manejo Marino.

En caso de que haya una amenaza inminente de daño ambiental, que sea considerada como una emergencia, y el operador no tome las medidas de prevención del caso, los organismos fiscalizadores podrán realizar el trabajo de prevención y cobrarle al operador por ello.

Cabe destacar, que en el sistema del Reino Unido la Agencia Ambiental posee la herramienta de las Sanciones Civiles, en funcionamiento desde enero de 2011, que se presenta como una alternativa a llegar a juicio por ofensas ambientales, y con un énfasis en reparación, compensación y pago de multas. Sin embargo, las Sanciones Civiles no se aplican en el caso de la regulación de Daño Ambiental.

### 15.2.3.2 Determinación de Daño Ambiental

Como ya se mencionó, la regulación del Reino Unido define “daño ambiental” como efectos adversos significativos sobre un Sitio de Especial Interés Científico (SEIC), sobre el estatus de conservación de especies y hábitats protegidos por la legislación de la Unión Europea, sobre aguas superficiales y subterráneas, y contaminación de suelos que resulte en un riesgo significativo de efectos adversos sobre la salud humana. La determinación del

carácter significativo del daño ambiental se dará por la posibilidad de alcanzar o de mantener el estado favorable de conservación de hábitats, por las posibilidades recreativas que generan y su capacidad de regeneración natural. Para evaluar la significancia del daño, en el Anexo I de la Directiva 2004/35/CE se recomienda considerar criterios medibles, tales como:

- el número de individuos, su densidad o la extensión de la zona dañada;
- el rol de los individuos o de la zona dañada en relación con la especie o la conservación del hábitat, la rareza de la especie o del hábitat (evaluada en el plano local, regional y superior, incluido el plano comunitario);
- la capacidad de propagación de la especie (según la dinámica específica de la especie o población de que se trate), su viabilidad o la capacidad de regeneración natural del hábitat (según la dinámica específica de sus especies características o de sus poblaciones);
- la capacidad de la especie o del hábitat, después de haber sufrido los daños, de recuperar en breve plazo, sin más intervención que el incremento de las medidas de protección, un estado que, tan sólo en virtud de la dinámica de la especie o del hábitat, dé lugar a un estado equivalente o superior al básico.

Todos los daños con efectos demostrados en la salud humana, deberán clasificarse como daños significativos.

### 15.2.3.3 Significado de daño ambiental

Establecer cuando existe daño ambiental, implica evaluar los cambios en el ambiente sobre de un umbral particular, que proviene de la información tomada. Cuando exista “daño ambiental”, información más precisa puede ser requerida sobre la extensión, severidad y probable duración para establecer la escala de remediación requerida. Por tanto, se recomienda revisar potenciales requerimientos de datos para la evaluación de medidas de remediación antes de que se inicie el proceso de toma de datos.

Estas regulaciones aplican en relación a la prevención y remediación de daño ambiental. “Daño ambiental” es daño a:

- Especies y hábitats, lo que incluye:
  - Daño a especies protegidas y hábitats naturales
  - Daño a SEICs
- Aguas superficiales o subterráneas
- Suelo

Daño ambiental a especies protegidas o hábitats naturales o SEICs implica daño de una clase especificada como sigue:

- Daño a especies protegidas y hábitats naturales es donde:
  - Las regulaciones aplican si el daño es a ciertas especies, hábitats y especies protegidas bajo la legislación de la Unión Europea.
  - El daño es lo suficientemente severo para tener un efecto significativamente adverso en el estatus favorable de mantención y desarrollo de una especie protegida de un hábitat natural (referido a *efecto significativo en el estatus de conservación*). El efecto significativo del estatus de conservación envuelve un juicio hacia el nivel de daño sobre los rangos naturales de una especie o hábitat. Este juicio es mucho más difícil que el efecto descrito sobre SEICs.
- Daño a un SEIC es donde:
  - El daño dentro, o parcialmente dentro de un Sitio de Especial Interés Científico.
  - El daño es a especies o hábitats notificados bajo la sección 28 de la Ley de Vida Silvestre y el Campo de 1981, o a ciertos hábitats y especies protegidas bajo ley de la Unión Europea.
  - El daño es lo suficientemente severo para tener un efecto adverso en la integridad del sitio, que es la coherencia de sus funciones y estructura ecológica a lo largo de toda el área que no permita sostener el hábitat, grupo de hábitats, o los niveles de población de las especies afectadas (referido a *efecto en la integridad del sitio*). El efecto en la integridad de un sitio envuelve un juicio en cuanto a la escala de daño al nivel (de importancia) del sitio. En cuanto a los SEICs, el juicio de daño puede ser definido por características de flora, fauna, geológica o fisiográfica, pero las regulaciones sólo aplican a la flora y fauna.

#### 15.2.3.4 Medidas de Remediación

La remediación del daño ambiental, es definida como los medios para recuperar el medio ambiente en su conjunto al estado en el que habría estado de no ocurrir el daño. Las medidas de remediación incluyen:

- Remediación primaria; que es la remediación para reparar el sitio dañado en sí;
- Remediación compensatoria; para compensar la pérdida de recursos naturales, desde que se causó el daño, hasta que se remedió completamente el sitio afectado
- Remediación complementaria; es un trabajo adicional, probablemente en un sitio diferente al dañado, en caso de que el sitio dañado no pueda ser completamente restaurado. Es llevado a cabo, para compensar cuando la remediación primaria no logra restaurar completamente el sitio dañado.

Adicionalmente, una vez que la autoridad determina que se ha causado daño ambiental, el operador deber elaborar una propuesta de remediación. Esta propuesta será evaluada

por la autoridad competente, que determinará qué propuestas de remediación deben ser implementadas.

Como ya se mencionó, para determinar el daño ambiental, y por lo tanto, decidir sobre las medidas remediadoras más adecuadas, la autoridad competente, debe considerar, entre otros aspectos la naturaleza, alcance y gravedad de cada caso de daño medioambiental, así como las posibilidades de recuperación natural del mismo. También, deberán tenerse en cuenta los riesgos para la salud humana. En el Anexo II de la Directiva 2004/35/CE, se especifica un marco común para elegir las medidas más adecuadas para garantizar la reparación del daño medioambiental.

La Figura 15-7, muestra el árbol de decisión para el caso de daño a especies y hábitats.

**Figura 15-7 Árbol de decisión para daño a especies y hábitats**



Fuente: Environmental Damage Regulations Guidance 2009

### 15.2.3.5 Determinación de efecto a la integridad de sitio:

- Determinar si la actividad está afectando un hábitat o especie relevante. Y si es así, si el efecto es lo suficientemente severo para declararlo “efecto a la integridad del sitio”.
  - El juicio al determinar un “efecto a la integridad del sitio” es si la coherencia de la estructura y función ecológica a lo largo de toda el área está siendo afectada de forma tal que el área es ahora menos capaz de sustentar el hábitat, complejo de hábitats o niveles de la población de las especies afectadas.
  - El juicio se puede acercar en dos etapas:
1. Preguntas que pueden ser usadas para identificar si hay un mecanismo potencial, por el cual un efecto adverso a la integridad pueda ocurrir (¿el área del hábitat está siendo reducida?, ¿está siendo afectada la estructura, función, condición o cualidad del hábitat?, ¿las especies están siendo afectadas directa o indirectamente?, etc.).
  2. Si las respuestas a las preguntas son positivas, entonces es necesario considerar parámetros más específicos como el momento, la escala de severidad y recuperabilidad del impacto:
    - Momento del impacto. El momento afectará la probabilidad de que se afecte la integridad del sitio.
    - Escala del impacto. Los factores a considerar son: la proporción del hábitat perdido, proporción de especies directamente afectadas, o potencialmente e indirectamente afectadas. Importante hacer estimaciones de las proporciones.
    - Severidad del impacto. Es muy variable, depende de la actividad que lo causa, como la resiliencia del hábitat, entre otros.
    - Recuperabilidad potencial. ¿Es posible?, si es así, ¿qué parte puede ser natural y cuánta con intervención? ¿Cuál es la escala temporal de la recuperación?

Además, hay que tomar en cuenta la capacidad inherente para cumplir con los objetivos establecidos para cada sitio, la capacidad de auto reparación y auto renovación bajo condiciones dinámicas, y el nivel de manejo externo requerido en el sitio.

### 15.2.3.6 Determinación de efecto al estatus de conservación:

El daño ocasionado es lo suficientemente severo para tener un efecto significativamente adverso en el estatus favorable de mantención y desarrollo de una especie protegida en un hábitat natural.

El estado de conservación es la suma de las influencias que actúan sobre un hábitat y sus especies, lo que afecta su distribución natural, estructura y funciones de largo plazo, así

como la supervivencia de sus especies típicas en el largo plazo. En el caso de la especies, las influencias afectarían la distribución y abundancia de sus poblaciones.

Se considera un efecto significativo sobre el estado de conservación como un efecto que radica su importancia en términos de hacer más difícil la mantención del estado de conservación favorable de una especie o hábitat, o hacer significativamente más difícil llegar a un estado favorable.

La significancia de un efecto debe ser evaluada, según los siguientes factores:

- El estado de conservación al tiempo del daño.
- Los servicios que provee.
- La capacidad natural de regeneración.
- El número de individuos, su densidad o el área que cubren.
- El rol del individuos particular o del área dañada en relación a las especies o las áreas de conservación, y la rareza de las especies o hábitats evaluados a un nivel relevante local, regional o de la comunidad.
- La capacidad de propagación de las especies, su viabilidad o la capacidad de regeneración de un hábitat.
- La capacidad de las especies o hábitats que se recuperan en un corto período de tiempo de los daños causados a una condición que conduce a su estado en el momento del daño, o mejor, sin más intervención que las medidas de mayor protección.

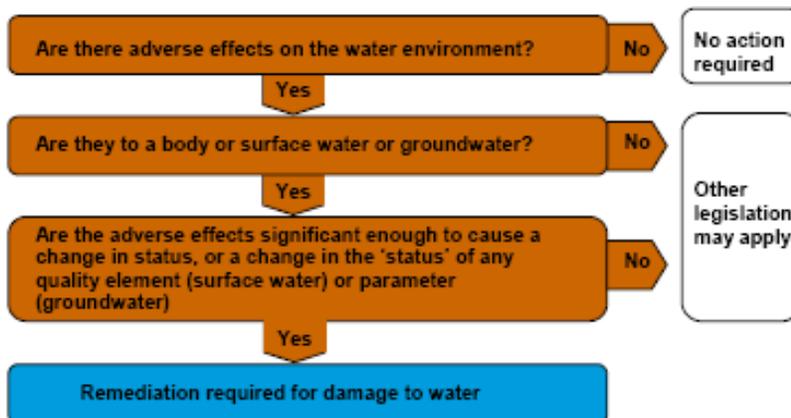
Daño ambiental a agua implica daño de una clase especificada como sigue:

- Daño a aguas superficiales implica:
  - Daño a cuerpos de agua superficial, clasificados como tal, de acuerdo a la Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo que establece un marco para la acción comunitaria en el campo de la política hídrica tal que: (a) un elemento de calidad biológica listado en el Anexo V a la Directiva, (b) el nivel de un químico listado en la legislación en Anexo IX o un químico listado en el Anexo X a la Directiva, o (c) un elemento de calidad físico-químico listado en el Anexo V a la Directiva, cambie lo suficientemente para reducir el estatus del cuerpo de agua en acuerdo con la Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo (independiente de si el cuerpo de agua es de hecho reclasificado como de estatus más bajo).
- Daño a aguas subterráneas implica:
  - Cualquier daño a un cuerpo de agua subterránea, tal que su conductividad, nivel de concentración de contaminantes cambie lo suficiente para reducir su estatus de acuerdo a la Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, y para Directiva 2006/118/EC

del Parlamento Europeo y del Consejo sobre protección de aguas subterráneas en contra de contaminación y deterioro (independiente de si el cuerpo de agua es de hecho reclasificado como de estatus más bajo).

La Figura 15-8, muestra el árbol de decisión para los casos de daño a agua.

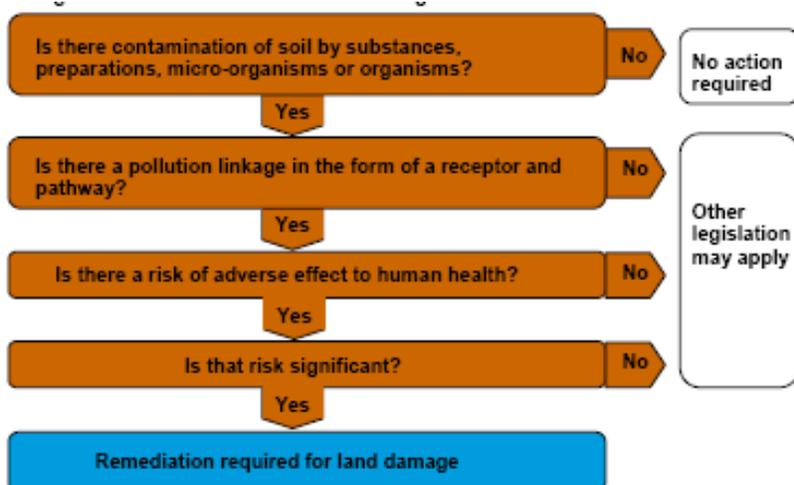
**Figura 15-8 Árbol de decisión para daño a agua**



Fuente: Environmental Damage Regulations Guidance 2009

Daño ambiental al suelo, implica contaminación de suelo por sustancias, preparaciones, organismos o micro-organismos que resulte en un riesgo significativo de efectos adversos sobre salud humana. Esta es una definición basada en riesgo. Se considera que la definición incluye casos donde los efectos adversos en cuestión están siendo causados al momento de la introducción de los contaminantes, al igual que los casos donde tales efectos son posibles, pero pueden ser no evidentes por varios años. La Figura 15-9, muestra el árbol de decisión para los casos de daño al suelo.

Figura 15-9 Árbol de decisión para daño al suelo



Fuente: Environmental Damage Regulations Guidance 2009

El caso analizado presenta una importante consistencia con el marco conceptual elaborado con motivo del estudio propuesto. Especial consistencia se aprecia en la definición de los componentes ambientales que se utiliza al momento de establecer un daño ambiental. Referirse a integridad de un sitio o cambios en el estatus de conservación de un hábitat o especie es consistente con el concepto de perturbación, introducido en el marco conceptual preparado para este estudio.

Este estudio de caso también deja en evidencia la necesidad de contar con información para poder emitir juicios sobre presencia de daño y su graduación. La legislación europea, posee listados detallados de especies, hábitats y sitios de especial interés científico. Esta información sirve de guía a la hora de emitir juicios respecto a la ocurrencia o no de un daño ambiental. Para los casos de daño a agua y suelo, la metodología también se basa en un cuerpo de leyes y normativas que identifican los elementos a considerar como agentes de daño.

En suma, el caso analizado refleja la importancia de contar con información preliminar, y cuerpos legales claros que guíen la toma de decisión al momento de identificar un daño ambiental.

### 15.2.3.7 Política sancionatoria

En el sistema británico no existen elementos que permitan determinar la gravedad de una sanción por daño ambiental. El único criterio que se aplica para determinar el daño ambiental es el de *significancia*, de acuerdo a lo planteado previamente.

Para determinar la gravedad del daño ambiental en el caso del Reino Unido, no se ocupa una escala tipo, sino que se evalúan caso a caso los impactos producidos. La evaluación de la gravedad del daño es realizada por las autoridades pertinentes, además de considerar la posibilidad de consulta pública a los afectados o potenciales afectados.

En el caso de que se determine la aplicación de sanciones, estas pueden considerar:

- Un procedimiento sumario que establece multas que no excedan el máximo legal, o encarcelamiento por no más de tres meses, o ambas;
- En convicción de acusación, se establecen multas o encarcelamiento por un período no superior a dos años, o ambas;
- En caso de que una empresa se considere culpable, y que se pruebe que las ofensas se cometieron con el consentimiento o convivencia de, o se pueda atribuir a negligencia de parte de cualquier director, gerente, secretario u otra persona de nivel similar en el cuerpo corporativo, o de cualquier personas que actuó en esta capacidad, se considerarán culpables de la ofensa, igual que el cuerpo corporativo.

#### 15.2.3.8 Resultados de la aplicación de la Directiva:

De acuerdo a la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental, en relación con la prevención y reparación de daños Medioambientales publicada en el 2004 en el Diario Oficial de la Unión Europea, durante el año 2010, la Comisión presentaría un informe sobre la eficacia de la presente Directiva, en lo que respecta a la reparación real de los daños medioambientales, sobre la oferta a un coste razonable, y sobre las condiciones de los seguros y otros tipos de garantía financiera para las actividades enumeradas en el Anexo III (que lista las actividades y los ámbitos de aplicación de la Directiva).

Este informe de evaluación lleva a cabo el análisis, examinando la transposición y la aplicación de la Directiva para ver cómo se aplica en la práctica. La Comisión trabajó con un grupo de expertos gubernamentales en torno a la transposición y aplicación a nivel nacional de la Directiva, y se consultó a empresas y a proveedores de garantías financieras (compañías de seguros, corredores, bancos y organismos financieros, así como ONGs).

El examen de la eficacia de la Directiva pone en evidencia lo siguiente:

- la mayoría de los casos afectan al agua y al suelo, y sólo un pequeño número a las especies y hábitats naturales protegidos. Este hecho no se verifica de igual modo en todos los Estados miembros de la Unión Europea;
- en la mayoría de los casos, las medidas reparadoras primarias se aplicaron inmediatamente (ej.: excavación y sustitución de tierra, o depuración de aguas, con el fin de restablecer el estado básico). Sin embargo, ninguno de los casos

notificados incluía información sobre los otros dos tipos de medidas reparadoras (complementarias y compensatorias);

- el coste total de las medidas reparadoras (cuando constaba tal coste) ascendía a cifras situadas entre 12.000 y 250.000 €. Para el caso del Reino Unido, la evaluación de impacto estima que las regulaciones aumentarán el costo en las empresas en alrededor de £14 millones por año, con una carga administrativa de £1.4 millones. Los principales sectores que enfrentarán aumento de costos son agricultura (35%), residuos (17%), agua (12%) y manufactura (11%);
- la duración de la recuperación medioambiental oscila considerablemente, ya que está comprendida entre una semana y tres años en los casos notificados;
- las actividades afectadas son casi exclusivamente las recogidas en el Anexo III de la Directiva, pero también se incluyen operaciones de gestión de residuos y la fabricación, uso y almacenamiento de sustancias, preparados y productos peligrosos.

En opinión de las autoridades competentes, las cuestiones que presentan más dificultad son las complejas exigencias técnicas, ligadas a la evaluación económica de los recursos o servicios dañados, y los métodos de reparación medioambiental, así como la ausencia de umbrales obligatorios aplicables en relación con conceptos clave, tales como “daño significativo”.

Para el caso del Reino Unido, se reportan cada año sobre 30,000 casos de daño. Las regulaciones contenidas en la Directiva se estima cubran alrededor del 1% de estos casos. Cuando las regulaciones se apliquen es probable que éstas requieran estándares más altos de remediación, comparada con la legislación existente. Se estima que por caso, los costos caigan dentro de los rangos de £22.000 para daños a SEICs y hasta £105.000 para daños al agua. Entre las razones que pueden explicar el número relativamente escaso de asuntos en el ámbito regulado por la Directiva, puede estar la falta de conocimiento por parte de los operadores. Pero puede ser también, consecuencia de los efectos preventivos emanados de la propia Directiva. La escasez de experiencias puede deberse, asimismo, a que algunos Estados miembros han mantenido la normativa vigente en materia de reparación del suelo o las aguas, lo que podría contar con medidas más exigentes que la Directiva. Finalmente, las excepciones y alegaciones de defensa reconocidas frente a lo dispuesto en la Directiva, tales como la insolvencia o la imposibilidad de identificación de los operadores responsables, pueden a su vez explicar la escasez de asuntos surgidos. Existe, por lo tanto, una insuficiencia de datos que permitan sacar conclusiones fiables de la eficacia de la Directiva a la hora de reparar de forma efectiva los daños medioambientales.

La experiencia obtenida a través de la aplicación de la Directiva, indican que cabe emprender diferentes medidas para mejorar la aplicación y la efectividad de la Directiva:

- (1) Promover el intercambio de información y la comunicación entre las principales partes interesadas (operadores, autoridades competentes, proveedores de garantías financieras, asociaciones sectoriales, expertos gubernamentales, ONGs y Comisión.
- (2) Las asociaciones profesionales, las asociaciones de proveedores de garantías financieras y las autoridades competentes encargadas de aplicar la Directiva, deben seguir fomentando la sensibilización de los distintos operadores y proveedores de garantías financieras a merced de actuaciones de sensibilización.
- (3) Desarrollar directrices de interpretación acerca de la aplicación de la Directiva y, en particular, elaborar directrices de la UE en lo relativo al anexo II, referido a reparación de daño ambiental. Las definiciones y los conceptos clave, tales como “daño medioambiental”, “daños significativos”, “estado básico”, que hayan dado lugar a divergencias de aplicación a nivel nacional, deben ser debatidas en el grupo de expertos gubernamentales sobre responsabilidad medioambiental, y ser debidamente precisadas y aplicadas de modo uniforme.
- (4) Se recomienda que los Estados miembros, establezcan archivos y registros de los casos que surjan en el ámbito de la Directiva. Esto, proporcionaría conocimientos sobre cómo aplicar mejor la Directiva en beneficio de las partes interesadas.

#### 15.2.4 Colombia

La Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental de Colombia, en adelante la “Metodología Colombiana”, es un modelo matemático destinado a determinar la multa a aplicar en caso de infracción a la normativa ambiental, considerando y ponderando diversos factores, tanto objetivos como subjetivos.

Cabe destacar que, dada la similitud de los sistemas jurídicos de Colombia y Chile, es posible rescatar y aplicar varios de los elementos contenidos en esta metodología al estudio solicitado por la SMA, en adelante el “Estudio”.

La metodología está sustentada en principios de Derecho público comunes a aquellos aplicados en Chile por los entes que ejercen la potestad punitiva del Estado.

En particular, la metodología tiene sustento en los siguientes principios, explicados por la doctrina de la siguiente manera:

- a) Proporcionalidad: también llamado principio de prohibición de exceso. Es el principio en virtud del cual las acciones de los órganos del Estado deben guardar relación con la finalidad que persiguen. Este principio tiene por finalidad enmarcar y delimitar la acción de los órganos del Estado.

- b) Razonabilidad: principio en virtud del cual las acciones de los órganos del Estado deberán ser razonables, porque lo razonable es: lo proporcionado al efecto, lo exigido por la igualdad y la equidad, lo armónico dentro del todo, lo equilibrado entre los extremos.
- c) Mínimo grado de discrecionalidad: principio que busca restringir, cuando sea posible, la libertad de apreciación de los órganos del Estado.
- d) Legalidad: principio fundamental de derecho público, en virtud del cual todas las actuaciones de los órganos del Estado deben ser conformes al ordenamiento jurídico en su sentido más amplio.

La Metodología Colombiana está estructurada en tres partes, a saber, una relativa al glosario, otra, relativa a la dosimetría de la multa, y otra relativa a las variables de la multa.

#### 15.2.4.1 Glosario

El glosario de la Metodología Colombiana contiene una definición precisa de todos los conceptos relevantes que se aplican en ella, por tanto busca delimitar de manera clara qué es lo que debe entenderse en cada uno de ellos.

Consideramos que si bien los conceptos definidos en la Metodología Colombiana no son del todo aplicables a Chile, principalmente por una razón de concordancia normativa, sí se puede rescatar de ella la idea de emplear un glosario de similares características al estudio encargado por la SMA. A este respecto, se hace presente que se incorporen todas las definiciones de carácter legal que reúne la Ley de Bases del Medio Ambiente, así como también se evaluará incorporar otras definiciones legales de distintas normativas cuando estas tengan el carácter de relevante para los fines del Estudio.

Asimismo, se añaden otras definiciones que resultan relevantes para los fines del Estudio, las que naturalmente no tienen el carácter de definición legal. Se proponen, con el fin de orientar a los destinatarios del Estudio para una aplicación más objetiva de la metodología propuesta, a fin de contribuir con resultados uniformes y con el cumplimiento del principio de mínimo grado de discrecionalidad.

#### 15.2.4.2 Dosimetría de la multa

La Metodología Colombiana busca crear una fórmula matemática y práctica que permita apoyar a las autoridades ambientales en la aplicación de sanciones administrativas.

Para lo anterior, incorpora a la modelación matemática diversas variables que, al tenerse en consideración, permiten determinar el valor de la multa a pagar por la comisión de una infracción. Estas variables pueden ser objetivas, como la *afectación ambiental*, o subjetivas, tales como el beneficio que le reporta al infractor el ilícito, o circunstancias atenuantes o agravantes del infractor.

La dosimetría aplicada busca encontrar el monto óptimo de la multa a aplicar, de manera que dicha multa, efectivamente, se constituya como un elemento disuasivo ante la afectación ambiental.

### 15.2.4.3 Variables de la Multa

En la Tabla 15-12 se enumeran las diversas variables que la Metodología Colombiana considera para determinar la multa, y se analizan dos variables de ellas, a saber, la afectación ambiental y la evaluación del riesgo. Ambas son especialmente relevantes para los alcances del Estudio ya que, sin duda, servirán como referente para el resultado del mismo.

**Tabla 15-12 Variables Consideradas en la Metodología Colombiana**

Variable	
<b>1. Beneficio Ilícito</b>	Ingresos directos de actividad
	Costos evitados
	Costos de retraso
<b>2. Capacidad detección conducta</b>	
<b>3. Afectación Ambiental</b>	Identificación de acciones impactantes
	Identificación de bienes de protección afectados
	Identificación de los impactos
	Valorización de la importancia de la afectación (intensidad, Extensión, Persistencia, Reversibilidad, Recuperabilidad)
	Valorización del impacto social
	Factor de temporalidad
<b>4. Evaluación del Riesgo</b>	Identificación de agentes de peligro
	Identificación de potenciales afectaciones asociadas
	Magnitud potencial de la afectación
	Probabilidad de ocurrencia
	Determinación del riesgo
<b>5. Circunstancias Modificadorias</b>	Atenuantes (4)
	Agravantes (12)
	Costos asociados
	Capacidad socioeconómica infractor (Persona natural, persona jurídica, entes territoriales).

Fuente: Elaboración Propia

### 15.2.4.3.1 La Afectación Ambiental

En la aplicación del principio de proporcionalidad, el cálculo del monto de la multa debe ser conforme a la gravedad de la infracción y, en los casos en los que se evidencie afectación ambiental, éste debe ser el elemento central de la graduación y estar ajustado a los topes establecidos en la Ley.

Existen múltiples métodos de valoración de la *afectación* ambiental. Uno de los más utilizados es la técnica de valoración cualitativa, que valora una serie de cualidades de los impactos, asignando valores prefijados según esa cualidad sea alta, media o baja. Finalmente, la valoración de cada uno de esos atributos refleja la importancia del impacto, midiendo el efecto de la acción sobre el factor alterado.

La Metodología Colombiana se inclina por esta técnica de valoración cualitativa, con algunas modificaciones, alertando que su aplicación puede verse afectada por el perfil del funcionario que la aplique, y por la capacidad técnica y operativa de la misma autoridad ambiental.

Los criterios a ser evaluados para determinar la afectación ambiental, según la Metodología Colombiana, y que buscan la identificación y estimación de la *afectación* son: los de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y recuperabilidad. Cada uno de esos criterios se evalúa y califica asignándoles valores ponderadores, los cuales miden la importancia de la afectación a través del algoritmo que define la multa.

Para la determinación de la *afectación* ambiental, es clave la recolección y análisis de información, constituyendo para los autores de la metodología la fase más importante dentro del proceso de imposición de la sanción. Es relevante en el sentido que le otorga sustento técnico y jurídico a la sanción.

La aplicación sistemática de la metodología debe, por lo menos, incorporar las siguientes fases:

#### **Identificación de las acciones impactantes:**

Las acciones impactantes son aquellas que, derivadas de la infracción, tienen incidencia sobre el medio ambiente y generan un cambio sobre el mismo o sobre algún bien de protección.

Para identificar las acciones impactantes de pueden seguir los siguientes criterios:

- Acciones que modifiquen el uso del suelo
- Acciones que impliquen emisiones de contaminantes
- Acciones que impliquen almacenamiento de residuos

- Acciones que impliquen la sobreexplotación de recursos
- Acciones que den lugar al deterioro del paisaje
- Acciones que modifiquen el entorno social, económico y cultural
- Acciones que incumplan con la normativa ambiental

La autoridad ambiental deberá establecer, para ser registradas y valoradas, las acciones impactantes que generaron afectación.

### **Identificación de los bienes de protección afectados:**

Son bienes de protección aquellos factores ambientales que justifican o merecen ser protegidos. Pueden ser bienes de protección todos los procesos fundamentales de funcionamiento del medio ambiente.

En esta fase se deben identificar los diferentes componentes o elementos afectados como producto de la infracción.

### **Identificación de los impactos:**

Luego de haber sido identificadas las acciones impactantes, así como los bienes de protección afectados, se procede al análisis de interacciones medio – acción, lo cual dará como resultado la identificación de los impactos. La utilización de una matriz de afectación, la cual representa las relaciones entre las acciones impactantes y los bienes de protección afectados, puede contribuir a la identificación de las afectaciones y su posterior valoración cualitativa.

La correcta identificación de los impactos, permite seleccionar aquellos significativos, los cuales serán valorados posteriormente.

A partir del cruce de información se deben determinar las afectaciones relevantes para su estimación. En este punto, se considera que un técnico con la suficiente experiencia está en capacidad de construir esta matriz, y de evaluar de forma objetiva las afectaciones relevantes.

### **Valoración de la importancia de la afectación:**

Esta valoración reconoce que es imposible eliminar la subjetividad, por lo que intenta que ésta, al menos, no sea arbitraria. Las distintas técnicas de valoración de impactos intentan disminuir la subjetividad de las conclusiones, justificando de la mejor manera posible todos los juicios de valor que se realizan. La técnica de valoración cualitativa valora de forma subjetiva, aunque el resultado obtenido sea numérico, una serie de cualidades de los impactos de cada una de las alternativas asignando valores prefijados.

Para la valoración de la importancia de la afectación se emplean los siguientes atributos:

- Intensidad
- Extensión
- Persistencia
- Reversibilidad
- Recuperabilidad

La Metodología Colombiana agrupa estos atributos, para que puedan valorarse de manera práctica y ágil sin perder rigurosidad.

Tabla 15-13 Atributos Metodología Colombiana Cualitativa Adaptada

Atributos	Definición	Calificación	Ponderación
<b>Intensidad (IN)</b>	Define el grado de incidencia de la acción sobre el bien de protección.	Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma y comprendida en el rango entre 0 y 33%.	1
		Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma y comprendida en el rango entre 34% y 66%.	4
		Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma y comprendida en el rango entre 67% y 99%.	8
		Afectación de bien de protección representada en una desviación del estándar fijado por la norma igual o superior o al 100%	12
<b>Extensión (EX)</b>	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno	Cuando la afectación puede determinarse en un área localizada e inferior a una (1) hectárea.	1
		Cuando la afectación incide en un área determinada entre una (1) hectárea y cinco (5) hectáreas	4
		Cuando la afectación se manifiesta en un área superior a cinco (5) hectáreas.	12
<b>Persistencia (PE)</b>	Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el bien de protección retorne a las condiciones previas a la acción	Si la duración del efecto es inferior a seis (6) meses.	1
		Cuando la afectación no es permanente en el tiempo, se establece un plazo temporal de manifestación entre seis (6) meses y cinco (5) años.	3
		Cuando el efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los bienes de protección o cuando la alteración es superior a 5 años.	5
<b>Reversibilidad (RV)</b>	Capacidad del bien de protección ambiental afectado de volver a sus condiciones anteriores a la afectación por medios naturales, una vez se haya dejado de actuar sobre el ambiente.	Cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible en un periodo menor de 1 año.	1
		Aquel en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible en el mediano plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. Es decir, entre uno (1) y diez (10) años.	3
		Cuando la afectación es permanente o se supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a sus condiciones anteriores. Corresponde a un plazo superior a diez (10) años.	5

<b>Recuperabilidad (MC)</b>	Capacidad de recuperación del bien de protección por medio de la implementación de medidas de gestión ambiental.	Si se logra en un plazo inferior a seis (6) meses.	1
		Caso en que la afectación puede eliminarse por la acción humana, al establecerse las oportunas medidas correctivas, y así mismo, aquel en el que la alteración que sucede puede ser compensable en un periodo comprendido entre 6 meses y 5 años.	3
		Caso en que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana.	10

Fuente: Metodología de valoración cualitativa, adaptada

Una vez valorados los atributos, se procede a determinar la importancia de la afectación como medida cualitativa del impacto. La calificación de la importancia está dada por la ecuación:

#### **Ecuación 15-5 Calificación Importancia de la afectación**

$$I = (3 * IN) + (2 * EX) + PE + RV + MC$$

Fuente: Metodología de valoración cualitativa

Donde:

- I: Importancia
- IN: Intensidad
- EX: Extensión
- PE: Persistencia
- RV: Reversibilidad
- MC: Recuperabilidad

El valor obtenido para la importancia de la afectación puede clasificarse de acuerdo a lo que se resume en la Tabla 15-14.

**Tabla 15-14 Clasificación de la importancia de la afectación**

Atributo	Descripción	Calificación	Rango
<b>Importancia (I)</b>	Medida cualitativa del impacto a partir de la calificación de cada uno de sus atributos	Irrelevante	8
		Leve	9 -20
		Moderada	21-40
		Severa	41-60
		Crítica	61-80

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

Corresponde al equipo interdisciplinario de la autoridad ambiental sustentar, de manera suficiente y clara, cuáles fueron las afectaciones y/o infracciones que se tuvieron en

cuenta para la estimación de la importancia de la afectación, y la incidencia de cada una de las acciones sobre cada uno de los siguientes componentes:

- Medio biótico
- Medio abiótico
- Medio sociocultural

La utilización de técnicas como la importancia relativa de las infracciones, permite identificar aquellas afectaciones más impactantes y sobre las cuales debe estar enfocada la sanción.

Una vez determinada la importancia de la afectación, se procede a su conversión en unidades monetarias mediante el uso de un factor de conversión.

### **Valoración del impacto social:**

Se deben tener en cuenta las afectaciones derivadas de la infracción a las condiciones socioculturales y económicas de la población relacionada.

La investigación social brinda estrategias, tanto cuantitativas como cualitativas para obtener un grado estimado de afectación que sufre una determinada población. Técnicas como la aplicación de entrevistas, registro fotográfico y aplicación de matrices, pueden reflejar el estado de la población que pudo ser afectada.

Los diversos componentes sociales afectados deben ser identificados. Luego de ser identificadas las afectaciones relacionadas con las condiciones socioculturales y económicas de la población relacionada, deben ser integradas y valoradas en cada uno de los atributos del método de valoración de la importancia de la afectación.

La Metodología Colombiana propone la Tabla 15-15 para identificación de componentes sociales:

Tabla 15-15 Identificación de componentes sociales

Indicadores de Primer Nivel	Indicadores de Segundo Nivel
Demografía y Población	Tamaño y proyecciones de población
	Estadísticas vitales
	Movilidad y desplazamiento de población
Educación	Analfabetismo
	Nivel de escolaridad
	Cobertura
	Educación superior
	Educación no formal e informal
Salud	Morbilidad
	Mortalidad
	Servicios de Atención
Servicios públicos	Acueducto
	Alcantarillado
	Aseo
	Energía y alumbrado público
	Telefonía
Infraestructura social local	Infraestructura administrativa municipal
	Infraestructura religiosa local
	Infraestructura comunitaria
	Infraestructura educativa
	Infraestructura de atención en salud
	Infraestructura asistencial
	Infraestructura deportiva y recreativa
	Infraestructura cultural
	Infraestructura de abastecimiento
Movilidad y transporte	Medios de transporte
	Sistema vial
	Empresas de transporte
Deporte y recreación	Deporte y recreación
Hábitat y vivienda	Plantilla urbana
	Número de viviendas rurales
	Tipo de vivienda urbana
	Tipo de vivienda rural

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

### Factor de Temporalidad:

Considera la duración del hecho ilícito, identificando si éste se presenta de manera instantánea, continua o discontinua en el tiempo, en función del número de días en que se realiza el ilícito, lo cual debe ser identificado por la autoridad ambiental.

En aquellos casos donde la autoridad ambiental no pueda determinar la fecha de inicio y finalización del hecho ilícito, el factor de temporalidad tomará el valor de 1, indicando que el hecho sucedió de manera instantánea.

Este factor se encuentra acotado entre 1 y 4, en donde 1 representa una actuación instantánea y 4 una acción sucesiva de 365 días o más.

#### 15.2.4.3.2 La Evaluación del riesgo (r)

Aquellas infracciones que no se concretan en impactos ambientales, generan un riesgo potencial de afectación. El nivel de riesgo que genera dicha acción se encuentra asociado a la probabilidad de ocurrencia de la afectación, así como a la magnitud del potencial efecto.

Se debe evaluar en estos casos el riesgo que se deriva de tales incumplimientos, teniendo presente por lo menos los siguientes dos aspectos:

- La probabilidad de ocurrencia de la afectación (o)
- La magnitud potencial de la afectación (m)

La generación de riesgos está asociada, en la mayoría de los casos, a incumplimientos de tipo administrativo. Por tanto, exigen a la autoridad ambiental ejercer su función sancionatoria de tal forma que se vele por la protección de los recursos naturales, se verifique el comportamiento de las condiciones del medio y el cumplimiento de las obligaciones establecidas en los actos administrativos. Al evaluar el riesgo, la variable incertidumbre siempre juega un papel importante en los resultados que se obtengan, ya que no se tiene certeza plena sobre todas las circunstancias asociadas y efectos potenciales como consecuencia del hecho. Con el fin de contrarrestar esta situación, se pueden aplicar los conceptos de peligro y mitigación, conceptos que permiten acotar el rango de incertidumbre.

Peligro, es una noción que puede ser definida como todo aquel evento, situación, agente o elemento que tiene el potencial de producir efectos adversos o consecuencias indeseables. El concepto de mitigación puede ser precisado como, toda aquella acción que reduce el riesgo de producir daño por parte de un agente dado.

Una evaluación de riesgo debe incorporar, por lo menos, las siguientes fases:

#### 1) Identificación de agentes de peligro

En el análisis de la infracción de la norma ambiental se han de identificar las acciones y omisiones que constituyen un riesgo para producir una afectación potencial. En este

punto, el grupo de profesionales que evalúa la infracción a la norma, deben identificar los agentes de peligro presentes que constituyen elementos potenciales de generación de afectación ambiental, además de las medidas de mitigación implementadas por el infractor para contrarrestar el potencial lesivo de estos. Algunos de los agentes de peligro son:

- Agentes químicos: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, etc.
- Agentes físicos: material en suspensión, agua de inundación, polvo de cemento, etc.
- Agentes biológicos: virus, bacterias, etc.
- Agentes energéticos: calor, presión, radiación electromagnética o UV, radioactividad, etc.

En aquellos casos en los que la infracción genere riesgos potenciales, sin la presencia de agentes de peligro, sólo se evaluará la probabilidad de ocurrencia del evento perjudicial.

## 2) Identificación de potenciales afectaciones asociada:

Después de identificados los agentes que poseen un potencial de afectación ambiental, el equipo de profesionales procederá a identificar los potenciales impactos, en los cuales se puede concretar la infracción. El técnico debe preguntarse ¿qué podría ocurrir por la infracción de la norma? ¿Es dicho comportamiento, un potencial factor de afectación ambiental? ¿Qué podría salir mal por la infracción o incumplimiento de la norma? ¿Cuáles serían las consecuencias?, y sustentarlo.

### Magnitud Potencial de la afectación (m):

La magnitud o nivel potencial de la afectación se puede calificar como irrelevante, leve, moderado, severo o crítico, aplicando la metodología de valoración de la importancia de la afectación y suponiendo un “escenario con afectación”. Una vez obtenido el valor de (I), se determina la magnitud potencial de la afectación de acuerdo a lo que se resume en la Tabla 15-16.

**Tabla 15-16 Magnitud Potencial de la Afectación**

Criterio de Valoración de Afectación	Importancia de la afectación (I)	Magnitud potencial de la afectación (m)
Irrelevante	8	20
Leve	9-20	35
Moderado	21-40	50
Severo	41-60	65
Crítico	61-80	80

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

**Probabilidad de ocurrencia (o):**

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de la afectación, el equipo de profesionales de la autoridad ambiental debe evaluar y sustentar la posibilidad de que esta ocurra. Luego, y de acuerdo con la experticia, se debe sustentar si la probabilidad de ocurrencia del hecho es muy alta, alta, moderada, baja o muy baja. A partir de dicha estimación, se le asigna un valor a la probabilidad de ocurrencia, tal como aparece en la Tabla 15-17.

**Tabla 15-17 Criterio y Calificación Probabilidad de Ocurrencia Afectación**

Criterio	Probabilidad de Ocurrencia
Muy Alta	1
Alta	0.8
Moderada	0.6
Baja	0.4
Muy baja	0.2

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

**Determinación del riesgo:**

Teniendo definido el nivel potencial de impacto y la probabilidad de ocurrencia se procede a establecer el nivel de riesgo, el cual surge del producto de las variables anteriormente descritas.

**Ecuación 15-6 Determinación del Riesgo**

$$r = o \times m$$

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

Donde:

r	=	Riesgo
o	=	Probabilidad de ocurrencia
m	=	Magnitud potencial de la afectación

El valor obtenido representa el nivel potencial de riesgo generado por la infracción de la norma, el cual debe ser monetizado para ser integrado en el modelo matemático. En este sentido, y teniendo en cuenta que la infracción no se concretó en afectación ambiental, se le asigna un valor correspondiente a la mitad de la multa máxima establecida en la ley.

Tabla 15-18 Valoración del riesgo afectación ambiental

Probabilidad / Afectación	Irrelevante (20)	Leve (35)	Moderado (50)	Severo (50)	Crítico (80)
Muy alta (1)	20	35	50	65	80
Alta (0.8)	16	28	40	52	64
Moderada (0.6)	12	21	30	39	48
Baja (0.4)	8	14	20	26	32
Muy Baja (0.2)	4	7	10	13	16

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

Obtenido el valor de riesgo, se debe determinar el valor monetario del mismo, a partir de la siguiente ecuación:

#### Ecuación 15-7 Valor del Riesgo

$$R = (11.03 \times SMMLV) \times r$$

Fuente: Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normativa Ambiental

Donde:

R	=	Valor monetario de la importancia del riesgo
SMMLV	=	Salario mínimo mensual legal vigente
r	=	Riesgo

En aquellos casos, en los cuales confluyan dos o más infracciones que generen riesgo potencial de afectación, se debe realizar un promedio de sus valores. De igual forma, en los casos en los cuales suceda más de una infracción que se concrete en afectación y riesgo, se procederá mediante el promedio simple de los resultados obtenidos al monetizar tales infracciones o riesgos.

En síntesis, la Metodología Colombiana comparte principios de Derecho público concordantes con aquellos a los que deben aplicar en Chile los entes que ejercen la potestad punitiva del Estado.

Adicionalmente, incorpora definiciones que resultan relevantes para los fines del Estudio. Ahora, si bien no tienen el carácter de definición legal, sirven para orientar a los destinatarios del Estudio sobre una aplicación más objetiva de la metodología propuesta, a fin de contribuir con resultados uniformes y con el cumplimiento del principio de mínimo grado de discrecionalidad.

Por otro lado, si bien estimamos que es posible construir en nuestro país una metodología basada en una fórmula científica, también somos partidarios de mirar con detención los conceptos incorporados con una visión más ecológica y multidisciplinaria.

Finalmente, creemos rescatable, para los fines del Estudio, muchos de los elementos incorporados por esta metodología para la determinación de las multas ambientales. Destacamos especialmente la idea de que en los casos en los que se evidencie afectación ambiental, ésta sea el elemento central de la graduación de la misma. Asimismo, subrayamos los pilares sobre los que descansa la determinación y caracterización del daño ambiental y el peligro de daño ocasionado.

## 16. Anexo 6: Otros Archivos

Se adjunta al documento oficial de la propuesta metodológica, un CD con una serie de archivos para mejorar la comprensión del Estudio, ellos son:

### 16.1 Manual de la Metodología

En formato Word, se adjunta el “Manual MEDAM.docx”.

### 16.2 Guía de Aplicación de la Metodología

En formato Word, se adjunta la “Guía Aplicación MEDAM.docx”, que incluye las tablas de explicación, y las fichas a llenar por el fiscalizador.

### 16.3 Presentaciones de los talleres de Validación y Difusión

En formato Power Point, se adjuntan las presentaciones del Taller de validación y difusión. Con los nombres:

- “MEDAM-Metodología Taller1.pptx”
- “MEDAM-Metodología Taller2.pptx”
- “MEDAM-Caso1-Taller.pptx”
- “MEDAM-Caso2.1-Taller.pptx”
- “MEDAM-Caso2.2-Taller.pptx”
- “MEDAM-Caso1-Taller.docx”
- “MEDAM-Caso2.1-Taller.docx”
- “MEDAM-Caso2.2-Taller.docx”

## 17. Bibliografía

Alkire, S. (2002). "Dimensions of Human Development." World Development **30**(2): 181–205.

Barraza, J. (2003). El Patrimonio: Protección y Conservación en Chile. Manual de Patrimonio Cultural y Natural. Arica Parinacota. J. Barraza. Santiago, Fondart.

Beisner, B. E., D. T. Haydon, et al. (2003). "Alternative stable states in ecology." Frontiers in Ecology and the Environment **1**: 376-382.

Berryman, A. A. (1999). Principles of population dynamics and their applications, StanleyThornes Publishers Ltd, Cheltenham, UK.

Bonilla and Teran (2004). Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica, Revista Conserva.

Boyd, J. and S. Banzhafa (2007). "What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units." Ecological economics **63**: 616–626.

Bruno, J. F., J. J. Stachowicz, et al. (2003). "Inclusion of facilitation into ecological theory." Trends in Ecology and Evolution **18**: 119-125.

Carignan, V. and M. A. Villard (2002). "Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review." Environmental Monitoring and Assessment **78**: 45-61.

Carson, R. T. (1991). "Constructed markets." Measuring the Demand for Environmental Quality: 121-160.

Cifuentes, L. A. (2008). Generación de Metodología para el Desarrollo de Análisis General del Impacto Económico y Social de Normas Secundarias de Calidad de Agua, Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Connell, J. H. (1978). "Diversity in tropical rain forests and coral reefs." Science **199**: 1302-1310.

De La Maza, C., L. Rizzi, et al. (2007). "Disentangling visibility and health effects in the valuation of improved air quality by use of stated choice analysis." The Oslo Workshop on Valuation Methods in Transport Planning.

Delgado, L. E., V. H. Marín, et al. (2009). "Conceptual models for ecosystem management through the participation of local social actors: the Río Cruces wetland conflict." *Ecology and Society* **14**: 50.

Díaz, S. and M. Cabido (2001). "Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. ." *Trends in Ecology and Evolution* **16**: 646-655.

Díaz, S., J. Fargione, et al. (2006). "Biodiversity loss threatens human well-being." *PLoS Biology* **4**: 1300-1305.

Díaz, S., F. Quétiera, et al. (2011). "Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society." *Proceedings of the National Academy of Science (USA)* **108**: 895–902.

DICTUC (2008). Análisis y Evaluación del Impacto Económico y Social del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana. Santiago, Chile.

DICTUC (2011). Guía Metodológica para la Elaboración de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) para Instrumentos de Gestión de Calidad del Aire. Estudio encargado por el Ministerio de Medio Ambiente.

Dr Joshua Lipton, Dr Katherine LeJeune, et al. (2008). Toolkit for Performing Resource Equivalency Analysis to Assess and Scale Environmental Damage in the European Union.

Drake, J. A., M. M. Fuller, et al., Eds. (2007). *Emergence in ecological systems. From energetics to ecosystems. The dynamic and structure of ecological systems.* Springer, Dordrecht, The Netherlands.

du Toit, J. T. (2010). "Considerations of scale in biodiversity conservation." *Animal Conservation* **13**: 229-236.

Duffy, J. E., D. S. Srivastava, et al., Eds. (2009). *Forecasting decline in ecosystem services under realistic scenarios of extinction. . Biodiversity, ecosystem functioning, & human wellbeing. .* Oxford University Press, Oxford, UK. .

EEM, Ed. (2003). *Ecosistemas y Bienestar Humano: Evaluación de Ecosistemas del Milenio* Washington D.C.

EU-PARLIAMENT and EU-COUNCIL (2006). Regulation (EC) No 166/2006 of the European Parliament and of the Council, Official Journal of the European Union.

Fernández García, R. (2008). "Introducción a la Norma UNE 150008:2008 de Análisis y Evaluación del Riesgo Ambiental." *Residuos: Revista técnica* **18**(106): 58-67.

Fisher, B., R. K. Turner, et al. (2009). "Defining and classifying ecosystem services for decision making." *Ecological economics* **68**: 643–653.

González Carvajal, P. (2004). "Protección Jurídica del Patrimonio Cultural: Logros y encrucijadas del Patrimonio Antropoarqueológico Chileno." *Chungará (Arica)* **36**: 509-522.

Hillebrand, H., D. M. Bennett, et al. (2008). "Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes." *Ecology and Society* **89**: 1510-1520.

Hillebrand, H. and B. Matthiessen (2009). "Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research." *Ecology Letters* **12**: 1405-1419.

Hobbs, R. J., S. Arico, et al. (2006). "Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order." *Global Ecology and Biogeography* **15**: 1-7.

Holmgren, M., P. Stapp, et al. (2006). "Extreme climatic events shape arid and semiarid ecosystems." *Frontiers in Ecology and the Environment* **4**: 87-95.

IPBES (2011, 2 de diciembre de 2011). "[www.ipbes.net](http://www.ipbes.net)." Retrieved 2 de Diciembre 2011.

Jones, C. G., J. H. Lawton, et al. (1994). "Organisms as ecosystem engineers " *Oikos* **69**: 373-386.

Lave, L. B. and A. C. Upton, Eds. (1987). *Toxic chemicals, health, and the environment*. The Johns Hopkins series in environmental technology. Baltimore, MD, The Johns Hopkins University Press.

Lawton, J. H. (1994). "What do species do in ecosystems? ." *Oikos* **71**: 367-374.

Levin, S. A. (1992). "The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur Award Lecture." *Ecology* **73**: 1943-1967.

Ley Nº 19.253 (1998). Ley Indígena. B. d. C. Nacional.

Ley Nº 19.300 (1994). APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE. M. S. G. D. L. PRESIDENCIA.

Ley Nº 20.417 (2010). CREA EL MINISTERIO, EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE. M. S. G. D. L. PRESIDENCIA.

Loreau, M. (2010). From Populations to Ecosystems: Theoretical Foundations for a New Ecological Synthesis. New Jersey, U.S.A, Princeton University Press: 297.

Marín, V. H., A. Tironi, et al. (2009). "On the sudden disappearance of *Egeria densa* from a Ramsar wetland site of Southern Chile: A climatic event trigger model." Ecological Modelling **220**: 1752-1763.

Marris, E. (2009). "Ragamuffin Earth." Nature **460**: 450-453.

Maurer, B. A. (1999). Untangling ecological complexity. The macroscopic perspective. Chicago, USA.

Maza, C. L. d. I. and C. Cerda Metodología para la Evaluación del Daño Ambiental Universidad de Chile.

Ministerio de Salud (2011). Guía para la Elaboración de Planes de Emergencias y Desastres del Sector Salud, Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

Molowny-Horas, R., J. M. Espelta, et al. (2008). Bages - Berguedá (BABE) Case Study Report Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales, Universidad Autónoma de Barcelona

Naeem, S., D. E. Bunker, et al., Eds. (2009). Biodiversity, ecosystem functioning, & human wellbeing. An ecological and economic perspective. Oxford, UK.

Naeem, S. and J. P. Wright (2003). "Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: deriving solutions to a seemingly insurmountable problem." Ecology Letters **6**: 567-579.

Odum, E. P. (1969). "The strategy of ecosystem development." Science **164**: 262-270.

Oksanen, L. (1990). "Exploitation ecosystems in seasonal environments." Oikos **57**: 14-24.

Paine, R. T. (1966). "Food web complexity and species diversity." American Naturalist **100**: 65-67.

Petchey, O. L., K. L. Evans, et al. (2007). "Low functional diversity and no redundancy in British avian assemblages." Journal of Animal Ecology **76**: 977-985.

Petchey, O. L. and K. J. Gaston (2006). "Functional diversity: back to basics and looking forward." Ecology Letters **9**: 741-758.

Pickett, S. T. A., S. L. Collins, et al. (1987). "A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession." Vegetatio **69**: 109-114.

Possingham, H. P., S. J. Andelman, et al., Eds. (2001). Making smart conservation decisions. Conservation biology. Research priorities for the next decade. . Island Press, Washington D.C., USA.

Power, M. E., D. Tilman, et al. (1996). "Challenges in the quest for keystones." BioScience **46**: 609-620.

Ricklefs, R. E. and D. D. Schluter, Eds. (1993). Species diversity: regional and historical influences. Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives. . University of Chicago Press, Chicago, USA. .

Romero, Á. (2003). Patrimonio Arqueológico, Legislación y Experiencias en el Extremo Norte de Chile. Manual de Patrimonio Cultural y Natural. Arica Parinacota. J. Barraza. Santiago, Fondart.

Royama, T. (1992). Analytical population dynamics. New York, USA.

Sarvimaki, A. (2006). "Well-being as a being well--a Heideggerian look at well-being." International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being: 4-10.

Schwinning, S., O. E. Sala, et al. (2004). "Thresholds, memory, and seasonality: understanding pulse dynamics in arid/semi-arid ecosystems." Oecologia **141**: 191–193.

SEIA (2006). Guía de Criterios para Evaluar la Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos en Proyectos o Actividades que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. CONAMA.

Servicio de Evaluación Ambiental (2011). Guía de Evaluación: Riesgo para la Salud de la Población, Gobierno de Chile.

Shea, K., S. H. Roxburgh, et al. (2004). "Moving from pattern to process: coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. ." Ecology Letters **7**: 491–508.

SNIT (2010). Registros de Patrimonio Arqueológico para el sistema nacional de coordinación de información territorial.

Trier, A., N. Cabrini, et al. (1996). "Correlations between urban atmospheric light extinction coefficients and fine particle mass concentrations."

Turner, M. G. (2010). "Disturbance and landscape dynamics in a changing world." Ecology **91**: 2833–2849.

UNESCO (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural.

UNESCO (2003). Convención para la Salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial.

USEPA (2011). "Pollutants/Toxics > Toxic Substances > Persistent Bioaccumulative Toxic Pollutants (PBTs) | Browse EPA Topics | US EPA:" from <http://www.epa.gov/ebtpages/polltoxicsubstancepersistentbioaccumulativetoxic.html>.

Walker, B. H. (1992). "Biodiversity and ecological redundancy." Conservation Biology **6**: 18-23.

WHO (2009). Global Health Risks: Mortality and Burden of disease attributable to selected major risks.

Wiens, J. A. (1989). "Spatial scaling in ecology." Functional Ecology **3**: 385–397.

Wright, J., A. Symstad, et al., Eds. (2009). Restoring biodiversity and ecosystem function: will an integrated approach improve results? Biodiversity, ecosystem functioning, & human wellbeing. An ecological and economic perspective. Oxford University Press, Oxford, UK.

Yodzis, P. and K. McCann, Eds. (2007). Dynamic signatures of real and model ecosystems. From energetics to ecosystems. The dynamic and structure of ecological systems. Springer, Dordrecht, The Netherlands.