



# Características ambientales de proyectos de PCH en el Uruguay

Contrato INE/ENE/ERG-T1886-SN1/11:

*“Estudio de factibilidad de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH)”*

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - Fundación Julio Ricaldoni, Uruguay

## Responsables del presente informe:

Dr. Ing. Rafael Terra, rterra@fing.edu.uy

Ing. Daniel Schenzer, schenzer@fing.edu.uy

## Colaboradores:

Ing. Alejandra De Vera

Ing. Nicolás Rezzano

Diciembre 2012

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>1. CONTEXTO ENERGÉTICO URUGUAYO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PCH.....</b>	<b>10</b>
2.1 CLASIFICACIÓN .....	10
2.1.1 <i>Según potencia</i> .....	10
2.1.2 <i>Según tipo de construcción</i> .....	10
2.2 PRINCIPALES COMPONENTES.....	11
2.2.1 <i>Componentes Civiles</i> .....	11
2.2.2 <i>Componentes Electromecánicos</i> .....	12
2.3 FASES Y ACTIVIDADES DE UNA PCH .....	13
2.3.1 <i>Fase de construcción</i> .....	14
2.3.2 <i>Fase de operación</i> .....	17
2.3.3 <i>Fase de clausura</i> .....	19
<b>3. MARCO LEGAL AMBIENTAL .....</b>	<b>21</b>
<b>4. POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS PCH .....</b>	<b>29</b>
4.1 MARCO CONCEPTUAL .....	29
4.2 POTENCIALES IMPACTOS IDENTIFICADOS.....	30
4.2.1 <i>Fase de construcción</i> .....	32
4.2.1.1 Remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierra y otras actividades.....	32
4.2.1.2 Generación de residuos de obra y efluentes .....	33
4.2.1.3 Demanda de mano de obra .....	34
4.2.1.4 Transporte de materiales y trabajadores .....	35
4.2.1.5 Emisiones de polvo.....	35
4.2.1.6 Emisiones sonoras .....	36
4.2.2 <i>Fase de operación</i> .....	38
4.2.2.1 Presencia física de la central y manejo de caudales en la operación .....	38
4.2.2.2 Presencia física de la caminería.....	47
4.2.2.3 Presencia física de las líneas de energía eléctrica .....	47
4.2.2.4 Generación de residuos industriales y efluentes.....	48
4.2.2.5 Generación de energía eléctrica.....	49
4.2.2.6 Emisiones sonoras.....	49
4.2.3 <i>Fase de clausura</i> .....	51
4.2.3.1 Cese de la generación de energía eléctrica .....	51
4.2.3.2 Demolición de la central.....	51
4.2.3.3 Generación de residuos y efluentes .....	52
4.2.3.4 Modificación de la demanda de empleo .....	53
4.2.3.5 Transporte de materiales y trabajadores .....	53
4.2.3.6 Emisiones de polvo.....	54
4.2.3.7 Emisiones sonoras .....	55
4.3 CONTINGENCIAS EN UNA PCH .....	56
4.3.1 <i>Incendios</i> .....	56
4.3.2 <i>Demarre de sustancias peligrosas</i> .....	56
4.3.3 <i>colapso de la presa</i> .....	57
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Inicio de construcción y puesta en operación - Grandes centrales hidroeléctricas.....	8
Tabla 2-1: Clasificación de acuerdo a la potencia instalada.....	10
Tabla 2-2: Actividades de la fase de construcción por tipo de central .....	15
Tabla 2-3: Actividades de la fase de operación por tipo de central.....	18
Tabla 2-4: Actividades de la fase de clausura por tipo de central .....	20
Tabla 4-1: Principales aspectos ambientales identificados.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Abastecimiento de energía por fuente – Año 2010 (Fuente: DNE) .....	6
Figura 1-2: Potencia instalada por fuente (Fuente: DNE) .....	7
Figura 1-3: Generación de energía eléctrica de origen hidro por central (Fuente: DNE) .....	7

## ACRÓNIMOS

AAP	Autorización Ambiental Previa
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Uruguay
COM	Comisión de las Comunidades Europeas
COTAMA	Comisión Técnica Asesora de la Protección del Medio Ambiente, MVOTMA
DEIA	División de Evaluación de Impacto Ambiental, DINAMA
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente, MVOTMA
DGRNR	Dirección General de Recursos Naturales Renovables, MGAP
DNB	Dirección Nacional de Bomberos, MI
DNE	Dirección Nacional de Energía, MIEM
ESHA	European Small Hydropower Association
EvIA	Evaluación de Impacto Ambiental
GEI	Gases Efecto Invernadero
IAR	Informe Ambiental Resumen
ICNIRP	Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante
IHA	International Hydropower Association
IMFIA	Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Universidad de la República, Uruguay
MGAP	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Uruguay
MI	Ministerio del Interior, Uruguay
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Uruguay
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONUUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PCH	Pequeña Central Hidroeléctrica
PGA	Plan de Gestión Ambiental
UTE	Administración Nacional de Usinas y Transmisiones eléctricas, Uruguay
VAL	Viabilidad Ambiental de Localización

## RESUMEN EJECUTIVO

En octubre de 2011 se firmó el contrato INE/ENE/RG-TI886-SN1/11 entre el Banco Interamericano de Desarrollo y la Fundación Julio Ricaldoni de Uruguay, denominado “Estudio de factibilidad de pequeñas centrales hidroeléctricas”.

El presente informe es el documento correspondiente a la actividad específica relativa a la caracterización ambiental de los proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) en el Uruguay (referida en el Contrato como *Actividad 2*). La finalidad de esta actividad es definir las características ambientales que tienen que cumplir los proyectos de PCH (apuntando a maximizar el balance ambiental positivo) y evaluar los impactos socio-económicos de un desarrollo de PCH en el Uruguay.

A partir de los antecedentes y la información bibliográfica disponible, se realizó una puesta a punto sobre el estado del arte en lo que respecta a impactos ambientales de los proyectos de PCH. Luego, considerando el marco legal, y las actividades y aspectos ambientales comprendidos en las distintas fases de estos emprendimientos, se identificaron los potenciales impactos.

El presente informe está estructurado en cinco capítulos:

- En el *Capítulo 1* se describe el contexto en el cual se desarrolla el presente proyecto, mencionando algunos antecedentes de la matriz energética nacional y la participación de la generación hidroeléctrica, y se presentan los objetivos generales del proyecto.
- En el *Capítulo 2* se presenta una descripción general de las PCH, en donde se mencionan brevemente sus principales componentes y las distintas fases y actividades consideradas.
- En el *Capítulo 3* se introduce el marco legal y reglamentario aplicable a las PCH en Uruguay en el área ambiental.
- En el *Capítulo 4* se resume el marco conceptual para la identificación y evaluación de impactos ambientales y se presentan los principales impactos identificados asociados a una PCH, así como las medidas de potenciación de impactos positivos y mitigación de impactos negativos.
- Por último, en el *Capítulo 5* se presenta la bibliografía consultada.

En el Anexo se presenta una cartilla de identificación de impactos de PCH que sirve como guía para los estudios de impacto ambiental de futuros emprendimientos.

## 1. CONTEXTO ENERGÉTICO URUGUAYO

El sector energético uruguayo se caracteriza por una fuerte dependencia del petróleo, una gran participación de la biomasa y una menor participación relativa de las centrales hidroeléctricas, tal como se presenta en la Figura 1-1 (matriz de abastecimiento de energía por fuente para el año 2010).

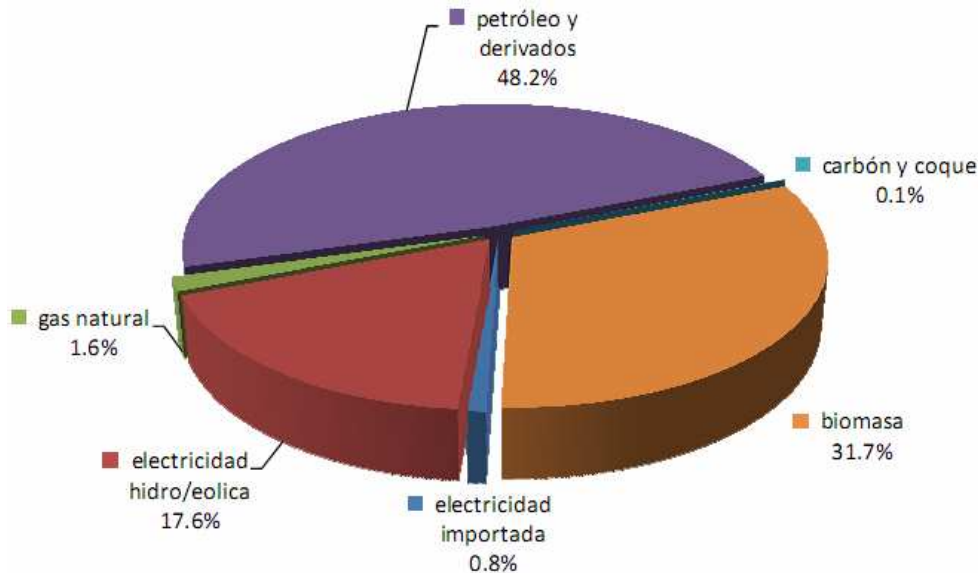


Figura 1-1: Abastecimiento de energía por fuente – Año 2010 (Fuente: DNE)

Se observa la gran dependencia del país de las fuentes de energía importadas, con una participación de petróleo y derivados del 48,2%. La oferta propia del país está constituida por la biomasa con un 31,7% (segunda fuente más importante en participación) y la energía eléctrica de origen hidráulico y eólico que alcanza un 17,6% (fuente que le sigue en orden de importancia). Las restantes fuentes tienen una participación porcentual mucho menor (gas natural, carbón y coque, electricidad importada).

En la Figura 1-2 se muestra la evolución de la potencia instalada por fuente desde el año 1990 al 2010. Se observa que, de la potencia total instalada, las centrales hidroeléctricas son las que más aportan, luego vienen los combustibles fósiles, la biomasa y la energía eólica (ambas con una tendencia creciente en los últimos años).

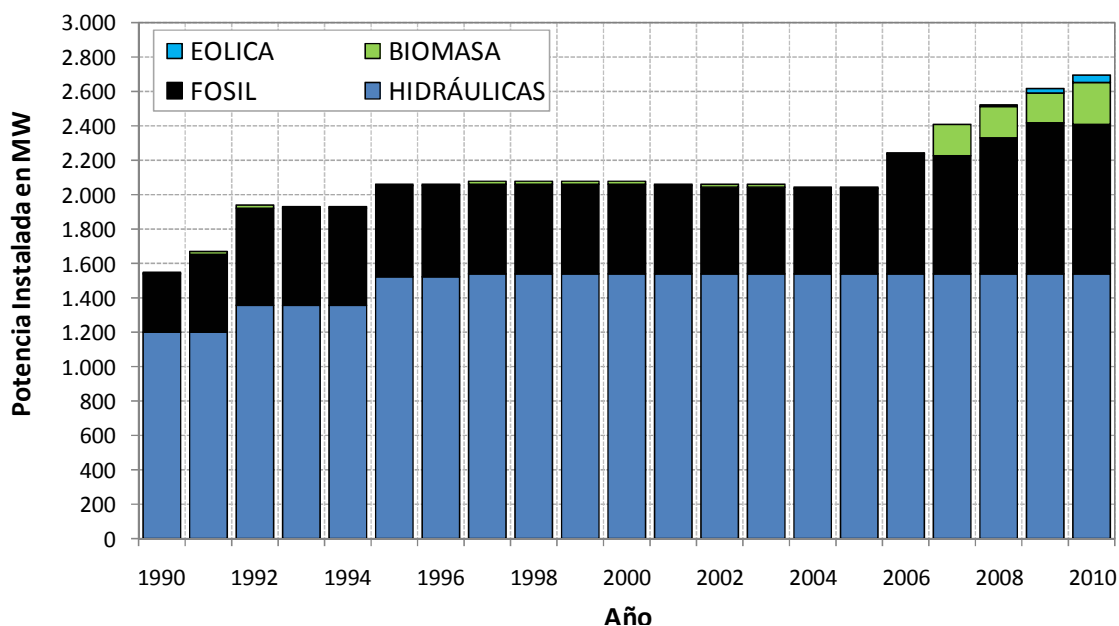


Figura 1-2: Potencia instalada por fuente (Fuente: DNE)

Actualmente el sistema uruguayo cuenta con tres centrales hidroeléctricas instaladas sobre el Río Negro: Dr. Gabriel Terra, con una potencia instalada de 152 MW, Baygorria, con una potencia instalada de 108 MW y Palmar, con una potencia instalada de 333 MW. Además cuenta con la central binacional argentino – uruguayo de Salto Grande, instalada sobre el Río Uruguay, con una potencia total instalada de 1890 MW, de los cuales 945 MW corresponden a Uruguay.

La aleatoriedad intrínseca de las fuentes de generación hidráulica, debido a su dependencia del régimen pluviométrico, llevan a que las centrales hidroeléctricas no sean consideradas una fuente de energía firme<sup>1</sup> en nuestro país (ver Figura 1-3).

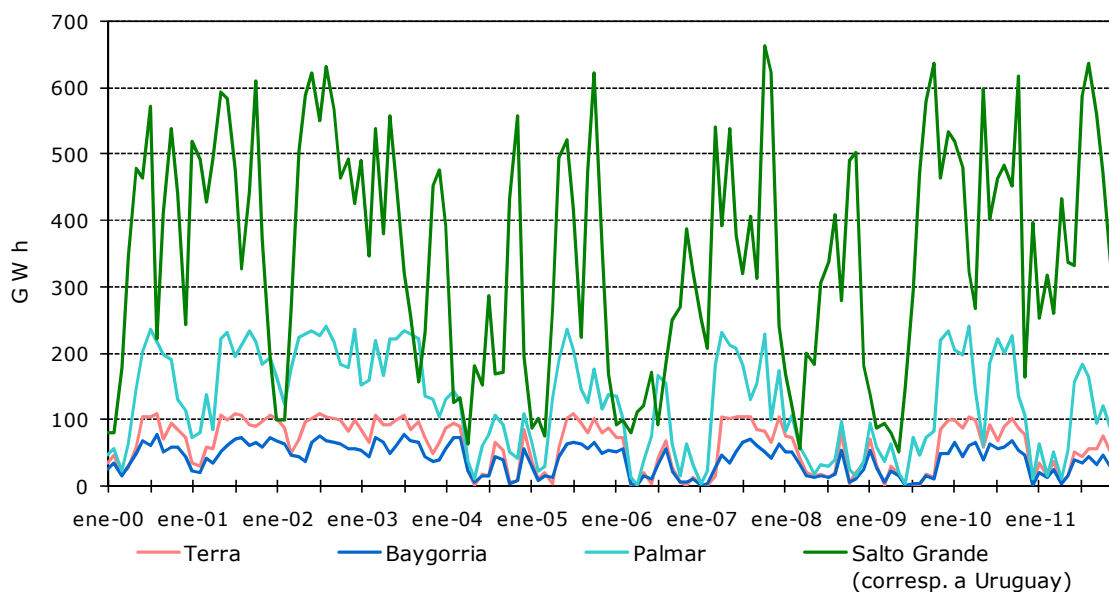


Figura 1-3: Generación de energía eléctrica de origen hidro por central (Fuente: DNE)

<sup>1</sup> Firme: disponibilidad en cualquier momento.

Cabe destacar que las cuatro grandes centrales hidroeléctricas existentes en el país, fueron construidas con anterioridad a la Ley 16.466, del 19 de enero de 1994, y a su Decreto Reglamentario 349/05, que ha hecho obligatoria en nuestro país la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental para la aceptación de la ejecución de ciertas actividades. En consecuencia, esto implica que las consideraciones ambientales que se hayan tenido en cuenta en su momento para estos megaemprendimientos, no estaban enmarcadas en un proceso de EvIA a los efectos de verificar su viabilidad ambiental previamente a su construcción.

**Tabla 1-1: Inicio de construcción y puesta en operación - Grandes centrales hidroeléctricas**

Represa	Fecha de inicio de construcción	Fecha de puesta en operación
Terra	1937	1945
Baygorria	1956	1960
Palmar	1977	1982
Salto Grande	1974	1979

Al presente no existe ninguna PCH conectada a la red eléctrica en Uruguay.

La Política Energética (2005-2030) aprobada por el Poder Ejecutivo en el año 2008 y posteriormente consensuada por la Comisión Interpartidaria de Energía, definió lineamientos estratégicos y en función de ellos metas al corto, mediano y largo plazo, para la incorporación de fuentes energéticas alternativas y renovables a la matriz energética nacional.

Entre los años 2005-2009 se han tomado medidas que han permitido concretar los primeros aportes de Energía Eléctrica al Sistema Interconectado Nacional a partir de Fuentes Renovables No Convencionales, que ubican a Uruguay como el país de todas las Américas con mayor participación en su matriz eléctrica a partir de Fuentes Renovables No Convencionales (principalmente generación de energía eléctrica a partir de eólica y biomasa).

En el año 2006, se licitó la incorporación de hasta 60 MW de Energía Eólica, Biomasa y PCH, con la idea de adjudicar 20 MW para cada fuente. Finalmente, las ofertas por eólica y biomasa superaron largamente los 20 MW cada una, mientras que no hubo ninguna propuesta de PCH.

Es en este contexto que surge el presente proyecto, con el objetivo general de promover el desarrollo de las PCH, con el fin de:

- Incorporar energía eléctrica a partir de fuentes autóctonas renovables, aportando al objetivo de tener un 50% de la Energía Primaria producida con Energías Renovables para el 2015.
- Diversificar la matriz energética y reducir el consumo e importación de combustibles fósiles.
- Mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.



- Colaborar al desarrollo del sector agropecuario.
- Colaborar al desarrollo social, al mantenimiento de la población existente y a fomentar la radicación en el campo.
- Colaborar con el objetivo de 100% de electrificación para el 2015, establecido en la Política Energética Nacional.
- Aportar energía eléctrica con una fuente complementaria y de respaldo a la Generación Eólica.

Por último cabe destacar que, como principales antecedentes relacionados a las PCH a nivel local, se tienen los siguientes estudios:

- “Actualización de los estudios relativos a la utilización de los recursos hidráulicos de cursos de agua medianos del Uruguay”, Ing. V. Elbio Sacco, 1979.
- Consultora Lahmeyer (estudio de amplio alcance contratado por UTE), 1980 y actualizaciones.
- “Estudio para la instalación de hidroturbinas en zonas alejadas de la red eléctrica nacional”, Universidad de la República, Facultad de Ingeniería, IMFIA-IIIE, 1993.
- “Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) en Uruguay”, Consultoría del proyecto: “Observatorio de Energías Renovables en Uruguay, Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, Ing. Martín Scarone, 2010.
- “Generación Hidroeléctrica en pequeña escala”, Proyecto ANII-FSE, Universidad de la República, Facultad de Ingeniería, IMFIA, 2011.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PCH

A los efectos de conocer los impactos ambientales de una PCH, es necesario realizar una descripción inicial de las distintas actividades y componentes del emprendimiento.

El objetivo principal de un aprovechamiento hidroeléctrico es transformar la energía disponible en el agua (energía potencial o cinética) en electricidad. La energía se transforma primero en energía mecánica en la turbina, ésta activa el generador, que transforma la energía mecánica en energía eléctrica útil, cuyo destino final puede ser tanto el autoconsumo como la incorporación a la red eléctrica.

A continuación se presenta la clasificación de las PCH, sus principales componentes, y las actividades que se llevan a cabo durante la fase de construcción, operación y clausura en estos emprendimientos.

### 2.1 CLASIFICACIÓN

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar de distintos modos atendiendo a sus principales características. A continuación se presentan algunas de las clasificaciones más frecuentes.

#### 2.1.1 SEGÚN POTENCIA

No existe consenso para definir los límites de la clasificación de las centrales hidroeléctricas en función de la potencia instalada, por ello a continuación se presentan las clasificaciones propuestas por dos instituciones representativas en desarrollo energético:

Tabla 2-1: Clasificación de acuerdo a la potencia instalada

Clasificación	ONUDI (Mundial)	OLADE (Latinoamericana)
Micro-centrales	< 100 kW	< 50 kW
Mini-centrales	100 - 2.000 kW	50 - 500 kW
Pequeñas centrales	2.000 - 10.000 kW	500 - 5.000 kW

#### 2.1.2 SEGÚN TIPO DE CONSTRUCCIÓN

La potencia disponible en una central hidroeléctrica varía con el caudal del río, el cual presenta fluctuaciones; las mayores variaciones de caudal se dan en diferentes períodos del año.

La demanda de energía también fluctúa, pero sus fluctuaciones no coinciden con las del caudal; la fluctuación de la demanda es muy grande en las diferentes horas del día.

De acuerdo a la disponibilidad o no de un embalse se realiza la siguiente clasificación general de las centrales hidroeléctricas:

- **Central con embalse:** La existencia de un embalse permite la regulación de las variaciones mencionadas.

Dentro de las centrales con embalse se tienen dos tipos (en función del tamaño del embalse):

- **Embalse grande (con reserva reguladora):** la existencia de un embalse regulador permite independizar, dentro de ciertos límites, la producción de electricidad del caudal natural del río que lo alimenta. Este tipo de instalaciones tienen la capacidad de regular los caudales de salida del agua, permitiendo turbinar en los momentos en que se precise.
  - **Embalse pequeño (centrales de pasada):** en este caso la potencia que podrá garantizarse durante todo el año está determinada por el caudal mínimo del río en la estación seca, y la central generará energía solamente cuando el caudal que circula por el río sea mayor o igual al caudal admisible por las turbinas (en caso de ser mayor el excedente se pierde). Mediante la construcción de un embalse pequeño se disminuye dicha pérdida y al mismo tiempo se aumenta el salto disponible, permitiendo mayor producción de potencia y de energía.
- **Central hidrocínética (sin embalse):** la generación hidrocínética consiste en aprovechar la energía dada por la velocidad de una corriente de agua para producir electricidad, por lo cual no se recurre a un reservorio ni a la generación de un desnivel importante. Estas centrales son altamente dependientes de las variaciones de caudal, ya que no tienen capacidad de regulación y trabajan mientras el caudal que circula por el río se manifieste en velocidades superiores al mínimo técnico de las turbinas instaladas.

## 2.2 PRINCIPALES COMPONENTES

A continuación se describen brevemente los principales componentes de una central hidroeléctrica, diferenciando en componentes civiles y electromecánicos. Cabe destacar que, según el tipo de central, no tienen por qué existir todos los componentes que se mencionan.

### 2.2.1 COMPONENTES CIVILES

La obra civil engloba las infraestructuras e instalaciones necesarias para almacenar, derivar, conducir y restituir el agua turbinada, así como para albergar los equipos electromecánicos y el sistema eléctrico general y de control.

Entre los principales componentes de la obra civil se tienen los siguientes:

- **Represa:** estructura destinada a la retención y almacenamiento de agua, de manera de generar un desnivel, aguas arriba y aguas abajo de la misma, a partir del cual producir energía. A la vez, genera un embalse de almacenamiento.
- **Obra de toma:** consiste en la estructura que permite captar parte del agua del cauce del río y facilitar su entrada desde el embalse para conducirla hasta las turbinas a través del conducto de presión. En general dispone de un sistema de compuertas y rejas para aislar las instalaciones electromecánicas del embalse, eventualmente regular el caudal de entrada, e impedir el ingreso de cuerpos extraños.
- **Conducto de presión:** es la tubería que conduce el agua a presión desde el embalse hasta la entrada de la turbina. Debe estar diseñada y construida para soportar la presión que produce la columna de agua, además de la sobrepresión que provoca el golpe de ariete en caso de una parada brusca de la central.
- **Aliviadero:** tiene por finalidad la evacuación del agua proveniente de las avenidas que el embalse no puede retener. Debe por lo tanto poder derivar y transportar el agua excedente, sin necesidad de que pase por la central, restituyéndola al cauce natural aguas abajo de la presa, de una manera segura y eficaz.
- **Disipadores de energía:** previo a la restitución del agua es necesario disipar la energía que acumulada en forma de energía potencial en el embalse se transforma en energía cinética en el aliviadero o en la conducción de restitución al curso de agua. Esa energía debe ser disipada de manera que no provoque efectos erosivos en el cauce, capaces de desestabilizar la cimentación de la presa.
- **Sala de máquinas:** está constituida por el espacio y las estructuras en que se aloja el equipamiento electromecánico (turbinas, alternadores, etc.) y los elementos de regulación y comando.

### 2.2.2 COMPONENTES ELECTROMECAÑICOS

Entre los principales componentes electromecánicos se encuentran:

- **Turbina hidráulica:** es una turbomáquina que aprovecha la energía cinética y potencial del agua que pasa a través de ella para producir un movimiento de rotación que, transferido mediante un eje, mueve un generador que transforma la energía mecánica en eléctrica. Es uno de los principales elementos que conforman la PCH, del cual depende en su mayor parte el rendimiento y el buen servicio del proyecto.
- **Conducto de restitución:** es el encargado de devolver el agua turbinada al río.
- **Generador eléctrico:** dispositivo que recibe energía mecánica de la turbina y la transforma en eléctrica; está formado por un estator fijo y un rotor conectado al eje de la turbina.

- **Transformador:** dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.
- **Línea eléctrica:** transporta la energía eléctrica generada en la PCH hasta el punto de interconexión a la red.
- **Sistemas hidráulicos y eléctricos de protección, control y comando:** la instalación de dispositivos de comando y control es necesaria para regular y controlar el buen funcionamiento de la central; los dispositivos de protección actuarán cuando se produzca algún fallo en la central o en la red que ésta alimenta.

### 2.3 FASES Y ACTIVIDADES DE UNA PCH

En general, en un emprendimiento se pueden distinguir las siguientes fases: surgimiento de la idea o necesidad, estudios preliminares, decisión, diseño, construcción, puesta a punto, operación y clausura. Por lo tanto, en todo emprendimiento existe un proyecto previo que determina lo que se va a hacer, un conjunto de elementos construidos o incorporados que componen la manifestación física del emprendimiento, una serie de actividades humanas que se realizan con motivo del emprendimiento y un conjunto de impactos sobre otros emprendimientos o *factores ambientales*<sup>2</sup>.

En este caso para la identificación de los *aspectos ambientales*<sup>3</sup> de una PCH se tiene particular interés en las fases de construcción, operación y clausura, las cuales se describen a continuación conjuntamente con las actividades vinculadas.

---

<sup>2</sup> Se llama *factor ambiental* a cualquier componente que integra el medio ambiente, cualquiera sean sus características.

<sup>3</sup> Por *aspecto ambiental* se entiende cualquier elemento o característica que derive de una actividad del emprendimiento, o de cualquier sustancia o producto utilizado o generado por éste, que pueda producir impactos ambientales.

### **2.3.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN**

Se denomina fase de construcción al conjunto de las actividades que llevan a la realización de la manifestación física del emprendimiento.

La realización de una central con embalse puede ser desarrollada como un nuevo emprendimiento en un curso de agua a embalsar, o como una central multipropósito en una represa ya construida con otros fines. Se entiende que este último es un caso particular de una central con embalse, donde las principales diferencias se encuentran en los componentes de la fase de construcción. A modo de ejemplo, el embalse, como uno de los principales componentes que genera impactos ambientales tanto en la fase de construcción como en la de operación, ya se encuentra construido y buena parte de los impactos ya están ocurriendo; en el mejor de los casos, ya han sido neutralizados, compensados o minimizados.

En la Tabla 2-2 se presenta un listado de las principales actividades incluidas en la fase de construcción, diferenciando según el tipo de central (central con embalse, central multipropósito en represa ya construida y central hidrocínética).

Tabla 2-2: Actividades de la fase de construcción por tipo de central

FASE CONSTRUCTIVA		CENTRAL CON EMBALSE	CENTRAL MULTIPROPOSITO CON EMBALSE EXISTENTE	CENTRAL HIDROKINÉTICA
1	Retiro de la cubierta vegetal en la zona de implantación del embalse			
2	Tala y poda de árboles y vegetación en la zona de implantación del embalse			
3	Ejecución de obras para la derivación del agua en la zona de construcción de la presa			
4	Movimiento de tierra para la conformación de la presa			
5	Acopio transitorio del material removido para su posterior uso			
6	Construcción de caminería (de acceso y de circulación interna), con sus correspondientes desagües pluviales.			
7	Explotación de canteras			
8	Manejo y traslado de materiales en la obra y en sus inmediaciones			
9	Manejo y traslado de materiales desde y hacia el sitio de construcción			
10	Montaje temporal de un obrador			
11	Montaje de planta de hormigón en el caso que sea necesaria			
12	Acondicionamiento de un área para el mantenimiento de la maquinaria vial			

FASE CONSTRUCTIVA		CENTRAL CON EMBALSE	CENTRAL MULTIPROPOSITO CON EMBALSE EXISTENTE	CENTRAL HIDROCINÉTICA
13	Ejecución de la obra civil			
14	Montaje de equipamiento electromecánico			
15	Montaje de las torres o columnas de transmisión de energía eléctrica			
16	Tendido de conductores			
17	Retiro de instalaciones provisionales			



### **2.3.2 FASE DE OPERACIÓN**

La fase de operación involucra todas aquellas actividades vinculadas con el funcionamiento y mantenimiento de una PCH.

A continuación se presenta un listado de las principales actividades incluidas en esta fase por tipo de central (central con embalse y central hidrocínética).

Tabla 2-3: Actividades de la fase de operación por tipo de central

FASE OPERATIVA		CENTRAL CON EMBALSE / CENTRAL MULTIPROPOSITO CON EMBALSE EXISTENTE	CENTRAL HIDROCINÉTICA
1	Llenado del vaso		
2	Operación de las turbinas y compuertas		
3	Manejo y descarga de caudales de generación		
4	Descarga de caudales afluentes excedentes		
5	Mantenimiento de los faldones de la presa: desplazamiento del enrocado, empastado, etc.		
6	Limpieza periódica de la reja/criba de la obra de toma		
7	Mantenimiento de los componentes electromecánicos		
8	Energización de la línea de transmisión y entrega de energía		

### **2.3.3 FASE DE CLAUSURA**

La fase de clausura consiste en el conjunto de las actividades que se realizan una vez finalizada la vida útil del emprendimiento<sup>4</sup> y/o ante la ocurrencia de alguna situación que lo amerite. El objetivo de esta fase es la recuperación de la calidad ambiental, de forma que una vez finalizada la misma, el ambiente se encuentre lo más próximo posible al estado en que se encontraría antes de la implantación de la central, reduciendo los riesgos a la salud humana, seguridad y formación de pasivos ambientales.

Las actividades realizadas en esta fase dependen de la posibilidad de valorización de alguno de los componentes del emprendimiento, a modo de ejemplo, el embalse podría ser utilizado con otros fines distintos de la generación de energía eléctrica.

Algunas de las actividades que pueden ser implementadas en la fase de clausura, diferenciando según el tipo de central, son:

---

<sup>4</sup> A los efectos contables (amortización de la inversión) se suele considerar que la vida útil de una PCH varía entre 25 y 30 años. No obstante, algunos de los componentes tendrán una vida útil más extensa, pero otros deberán ser renovados en plazos menores, dependiendo del mantenimiento que se realice y de la posible obsolescencia tecnológica.

Tabla 2-4: Actividades de la fase de clausura por tipo de central

FASE CLAUSURA		CENTRAL CON EMBALSE / CENTRAL MULTIPROPOSITO CON EMBALSE EXISTENTE	CENTRAL HIDROCINÉTICA
1	Desmantelamiento de equipos de generación e interconexión eléctrica		
2	Transporte de los materiales y equipos a los sitios de destino		
3	Tapiado de canales y túneles		
4	Demolición de las obras civiles (si corresponde)		
5	Demolición de la estructura de presa (si corresponde)		
6	Retiro y transporte de residuos sólidos (escombros, chatarra, etc.) hasta el sitio de disposición final previamente definido		
7	Recuperación del medio		

### 3. MARCO LEGAL AMBIENTAL

A continuación se describe el marco legal y reglamentario aplicable a las PCH en Uruguay en el área ambiental.

#### Constitución de la República

De acuerdo a lo dispuesto por el Art. 47 (en la redacción dada por la reforma de 1996), la protección del medio ambiente es de interés general y las personas deben abstenerse de causar daños, en cuyo caso se podrán aplicar las sanciones pertinentes. En su última modificación del año 2004, se incorporan principios básicos para la política nacional de aguas y saneamiento, y se integran principios internacionales.

#### Leyes

- Ley 14.859 (1978): Código de Aguas.
- Ley 15.239 (1981): Ley de Conservación de Suelos y Aguas.
- Ley 15.939 (1987): Ley Forestal.
- Ley 16.466 (1994): Ley de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 16.858 (1997): Ley de Riego con destino agrario.
- Ley 17.142 (1999): Dominio de las Aguas.
- Ley 17.234 (2000): Sistema Nacional de Áreas protegidas.
- Ley 17.283 (2000): Ley General de Protección del Ambiente.
- Ley 17.852 (2004): Contaminación acústica, y Normativa Departamental sobre niveles sonoros de emisión e inmisión.
- Ley 18.308 (2008): Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, y Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial.

#### Decretos

- Decreto 253/979 y modificativos.
- Decreto 452/988: Clasificación de bosques.
- Decreto 284/990, reglamentario de la Ley de Conservación de Suelos y Aguas, actualmente sustituido por el Decreto 333/04.
- Decreto 22/993: Monte indígena.
- Decreto 24/993: sustituye el Art. 16 del Decreto 452/988 referente a la corta del monte indígena.
- Decreto 330/993: Regula la tala de bosque nativo.
- Decreto 404/001, reglamentario de la Ley de Riego.
- Decreto 52/005: reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas.

- Decreto 349/005: Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales.
- Decreto 178/009: modificación al Decreto 349/005, con respecto a las usinas de generación de electricidad.
- Decreto 222/010: acerca de las normas generales para la prevención y combate de incendio en construcciones no destinadas a viviendas.

#### **Otros documentos**

- Propuesta Técnica de Reglamentación de Gestión Integral de Residuos Sólidos Industriales, Agroindustriales y de Servicios (PTR).

**A continuación se presenta una breve reseña de la normativa mencionada anteriormente.**

#### Código de Aguas y modificaciones

La Ley 14.859 del 18 de diciembre de 1978 establece las normas básicas para la regulación, administración y control del uso de los recursos hídricos.

La ley establece que el Estado promoverá el estudio, la conservación y el aprovechamiento integral simultáneo o sucesivo de las aguas y la acción contra sus efectos nocivos, siendo el Poder Ejecutivo la autoridad nacional en materia de aguas.

El Código de Aguas tiene como antecedente al Código Rural de 1875, inspirado en la ley española de 1866 sobre Dominio y aprovechamiento de aguas, además de otras leyes anteriores que regulaban aspectos puntuales en la materia. Su aplicación es sin perjuicio de las disposiciones generales contenidas en el Código Civil, respecto del dominio público y privado y servidumbres. La regulación comprende aguas superficiales y subterráneas.

#### Ley de Conservación de Suelos y Aguas y Decreto reglamentario

La regulación de suelos y aguas se hace de manera conjunta, inicialmente a través de la Ley 13.667 del 18 de junio de 1968 (Ley de Conservación de Suelos y Aguas) y posteriormente de la Ley 15.239 que derogó a su antecesora, excepto en cuanto a lo relativo al alumbramiento de las aguas subterráneas (artículo 23 a 29).

La ley declara de Interés Nacional promover y regular el uso y la conservación de los suelos y de las aguas superficiales destinadas a fines agropecuarios. Concretamente, el manejo, conservación y aprovechamiento de las aguas a que se refiere dicha ley se limitan a las aguas pluviales con destino agrario (artículo 10).

La Ley Nº 15.239 fue reglamentada mediante el Decreto 284/990 del 21 de junio de 1990, actualmente sustituido por el Decreto 333/04 del 16 de setiembre de 2004, donde se establecen los criterios técnicos básicos a aplicar en el manejo y conservación de suelos y aguas.

### Ley forestal

La Ley Nº 15.939 del 28 de diciembre de 1987 regula lo concerniente a bosques, parques y terrenos forestales.

Esta Ley declara de interés nacional la defensa, el mejoramiento, la ampliación, la creación de los recursos forestales, el desarrollo de las industrias forestales, y en general, de la economía forestal.

### Ley de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley 16.466 del 19 de enero de 1994 ha hecho obligatoria en nuestro país la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental como procedimiento para la aceptación de una serie de actividades, construcciones u obras definidas en la misma.

La autorización ambiental para llevar adelante un emprendimiento es concedida por la Dirección Nacional de Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, en la etapa final del proceso de evaluación de Impacto Ambiental.

### Ley de riego y Decreto reglamentario

Ley 16.858 de 3 de septiembre de 1997, regula la construcción de obras hidráulicas y el aprovechamiento de aguas para riego. Está reglamentada por el Decreto 404/01 de 11 de octubre de 2001. De acuerdo a este:

- El uso privativo de las aguas de dominio público con destino a riego podrá ser otorgado por el Poder Ejecutivo en acuerdo con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, mediante concesión o permiso.
- Están sujetas a autorización administrativa todas las construcciones de obras hidráulicas destinadas al aprovechamiento del agua para riego agrario.

En el Decreto se establece que se debe elaborar un *Proyecto de Riego*, compuesto de cuatro componentes: a) Obra hidráulica - Embalse, b) Plan de Uso de Suelos y Aguas, c) Disponibilidad jurídica de los predios, d) Contratos de suministro de agua a terceros, e) Componente ambiental del proyecto.

La obra hidráulica (embalse) y el derecho de uso sobre las aguas a utilizar resultan de competencia de la DNH (MTO). La aprobación del Plan de Uso de Suelos y Aguas le compete a la DGRNR (MGAP). La componente ambiental del proyecto de riego es de jurisdicción institucional de la DINAMA (MVOTMA).

En el caso de obra nueva se debe presentar la solicitud correspondiente con un informe técnico que incluya una memoria técnica descriptiva y los planos de la obra.

### Ley 17.142: Dominio de las Aguas

La Ley 17.142, sancionada en julio de 1999, define las aguas pluviales y establece que la construcción de obras para el aprovechamiento de aguas pluviales y subterráneas deberá ser sometida a aprobación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, quien las autorizará y establecerá los volúmenes de aprovechamiento siempre que no perjudiquen a derechos de usos constituidos por terceros debidamente registrados, de conformidad con lo dispuesto en el Título II del Código de Aguas, ni a usos comunes.

### Ley de Creación del Sistema Nacional de Áreas protegida, y Decreto reglamentario

La Ley 17.234 declara de interés general la creación y gestión de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

En su Artículo 7º (Aplicación), se establece que el Poder Ejecutivo, a propuesta del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, deberá seleccionar y delimitar las áreas naturales que incorporará al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

El Artículo 8º. (Medidas de protección), establece que el Poder Ejecutivo, a propuesta del MVOTMA, podrá establecer las medidas necesarias para la adecuada protección de los valores ambientales, históricos, culturales o paisajísticos de cada área, respecto a las actividades que se realicen en las áreas comprendidas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Zonas Adyacentes.

A partir de esto último, el artículo 16 del Decreto 52/005, establece que las medidas de protección previstas para las Zonas Adyacentes a las áreas naturales protegidas, “serán de aplicación por el Poder Ejecutivo con el objetivo de articular las actividades y planes de desarrollo regionales con el cumplimiento de los objetivos específicos del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas”.

### Ley General de Protección del Ambiente

La Ley 17.283 del 28 de noviembre de 2000 declara de interés general la protección del ambiente (agua, aire, suelo, paisaje, etc.) y el adecuado manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas, así como también la conservación de la biodiversidad.

Establece los principios de política ambiental y los instrumentos de gestión ambiental, e indica las competencias de las autoridades en los temas ambientales.

Esta ley establece además algunos principios básicos para el control de la contaminación a través de la limitación de las emisiones de sustancias que puedan afectar la calidad del aire, la capa de ozono o favorecer el cambio climático, así como también de sustancias químicas y residuos sólidos.

### Ley de Contaminación acústica, y Normativa Departamental sobre niveles sonoros de emisión e inmisión

La Ley 17.852 tiene como objetivo prevenir y corregir las situaciones de contaminación acústica para asegurar la debida protección de la población, de los demás seres vivos y del ambiente contra la exposición al ruido.

Define ruido y contaminación acústica, atribuye al MVOTMA la coordinación de acciones y el establecimiento de normas de inmisión y emisión, y atribuye a las autoridades locales y departamentales el establecimiento de zonificación acústica, el otorgamiento de permisos a las actividades emisoras de sonido y el control de las mismas.

La Ley 17.852 no está reglamentada.

Por otro lado, cada Departamento tiene su propia ordenanza municipal sobre ruidos molestos, contaminación sonora o designación similar. De acuerdo con la Ley Orgánica



Municipal la gestión de este tema es competencia de órbita municipal. Si bien algunas ordenanzas son muy similares de un departamento a otro, existen muchas variantes en el país tanto para los temas que consideran como para los valores límites que establecen.

#### Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, y Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial

La Ley 18.308 del 22 de mayo de 2008 establece el marco regulador general para el ordenamiento territorial y desarrollo sostenible. Dentro de sus cometidos generales define las competencias e instrumentos de planificación, participación y actuación en la materia, orienta el proceso de ordenamiento del territorio hacia la consecución de objetivos de interés nacional y general, y diseña los instrumentos de ejecución de los planes y de actuación territorial. Uno de los instrumentos planteados en esta Ley consiste en la creación de Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial a cargo de las Intendencias Departamentales correspondientes.

#### Decreto 253/979 y Modificativos

El Decreto 253 del 9 de mayo de 1979 y sus modificaciones del 1979, 1989 y 1991 establecen las normas básicas para la prevención de la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de las aguas.

El decreto define cuatro clases en las que los cursos o cuerpos de agua del país se clasificarán según sus usos preponderantes actuales o potenciales y define asimismo estándares de vertido (límites de concentraciones de sustancias y características de los líquidos que se vierta a ellos).

#### Decreto 452/988, Decreto 22/993, Decreto 24/993 y Decreto 330/993

El Decreto 452/988 del 6 de julio de 1988 define el concepto de bosque, delimita los terrenos forestales y califica los bosques particulares. De estos últimos establece los lineamientos de protección. En su Art. 14 prohíbe el corte o cualquier operación que atente contra la supervivencia del monte indígena y la destrucción de los bosques protectores artificiales.

Luego, a través del Decreto 22/993 se adecuan los mecanismos para dar eficaz cumplimiento a la protección del bosque indígena a cargo de la DGRNR.

En el Art. 16 del Decreto 452/988, modificado por el Decreto 24 del 12 de enero de 1993, establece que para obtener la autorización de corta o cualquier otra operación proyectada se deberá presentar un informe técnico con las razones que la motivan y el plan de explotación ante la DGRNR del MGAP. En las tierras con capacidad de uso agrícola correspondientes a planicies y terrenos ondulados no susceptibles de inundación, la DGRNR podrá autorizar la corta y cualquier otra operación sobre el monte indígena en los casos en que éste limite su mejor aprovechamiento y que no medien razones de conservación de comunidades o especies arbóreas, mantenimiento de ecosistemas o razones de interés general.

Por último, el Decreto 330 del 13 de julio de 1993 dispone que el corte y la extracción de productos forestales del monte indígena sólo podrá realizarse con previa autorización de la DGRNR.

#### Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y Autorizaciones Ambientales

El Decreto 349/05 del 21 de setiembre de 2005, reglamentario de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental, establece que la aprobación por parte de la DINAMA de que el emprendimiento es ambientalmente viable toma la forma del otorgamiento de la Autorización Ambiental Previa (AAP), la que debe ser gestionada por todos los emprendimientos que se listan en el Art. 2 de dicho Decreto.

En particular, las PCH -dependiendo de sus características- pueden quedar comprendidas dentro de aquellos que requieren la obtención de la AAP, según los numerales 16 y 25 del Art. 2:

- a) “Construcción de usinas de generación de electricidad de mas de 10 (diez) Megavatios, cualquiera sea su fuente primaria”.
- b) “Construcción de represas con una capacidad de embalse de más de 2 (dos) millones de metros cúbicos o cuyo espejo de agua supere las 100 (cien) hectáreas”.

El decreto clasifica los proyectos en las siguientes categorías:

**Categoría "A":** se adjudica a aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución sólo presentaría impactos ambientales negativos no significativos, dentro de lo tolerado y previsto por las normas vigentes.

**Categoría "B":** se adjudica a aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda tener impactos ambientales significativos moderados, cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas bien conocidas y fácilmente aplicables. En estos casos deberá realizarse un Estudio de Impacto Ambiental sectorial.

**Categoría "C":** se adjudica aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda producir impactos ambientales negativos significativos, se encuentren o no previstas medidas de prevención o mitigación. Dichos proyectos requerirán un Estudio de Impacto Ambiental completo.

El procedimiento para el dictado de la AAP consta de las siguientes etapas:

- **Comunicación del proyecto**, que en el caso a), consiste en una Viabilidad Ambiental de Localización (VAL).
- **Clasificación del proyecto por parte de DINAMA.** Cuando un proyecto se categoriza como “A”, entonces luego del Certificado de Clasificación del Proyecto se expide directamente la AAP por Resolución Ministerial.
- **Solicitud de la AAP.** Cuando un proyecto es clasificado en los literales “B” o “C”, entonces el paso siguiente a realizar es elevar a DINAMA la Solicitud de Autorización Ambiental Previa. Consiste en la presentación de la documentación solicitada en el Certificado de Clasificación del Proyecto con vistas a obtener la AAP. Incluye los documentos del proyecto a nivel ejecutivo, y

el Estudio de Impacto Ambiental suscrito por el o los técnicos intervinientes - que no pueden ser los proyectistas-.

- **Puesta de manifiesto.** El período de puesta de manifiesto se inicia con la publicación por parte del emprendatario de los edictos previstos por la ley en el Diario Oficial, en un diario de circulación nacional y otro de la localidad más cercana al emplazamiento del emprendimiento, e implica que durante 20 días hábiles esté a disposición de los interesados el Informe Ambiental Resumen -en general en las oficinas de la DINAMA y en alguna dependencia pública en la localidad más próxima al emplazamiento previsto- para que el público lo conozca y pueda presentar por escrito sus consultas, apreciaciones, discrepancias, reclamos, etc. El Informe Ambiental Resumen (IAR) es un documento que el Contratista debe presentar luego de haber finalizado la discusión técnica con DINAMA y obviamente previo al Manifiesto Público, en el que debe exponer el resumen del contenido de los documentos del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental.
- **Audiencia pública.** La instancia de audiencia pública es obligatoria para los proyectos que hubieran sido categorizados como "C". Estas audiencias son de libre acceso para todo público. En la audiencia, que es conducida por los técnicos de la DEIA-DINAMA, el emprendatario o su representante técnico realiza una presentación del proyecto para los asistentes y DINAMA recoge las opiniones, consultas, reclamos, discrepancias, etc. que sean formuladas por escrito para su posterior análisis.
- **Resolución.** La AAP o la denegación de tal autorización es emitida por Resolución Ministerial, y comunicada al emprendatario.

Finalmente, en el caso b), posteriormente a la obtención de la AAP y previo al comienzo de la operación de la central, se deberá solicitar ante DINAMA la Autorización Ambiental de Operación (AAO), la cual deberá ser renovada cada tres años.

#### Decreto 178/009: Modificación del Decreto 349/05 con respecto a las usinas de generación de electricidad

Modifica el numeral 16 del artículo 2 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental, limitándolo a la construcción de nuevas usinas de generación de electricidad, de forma de incorporar la remodelación de usinas existentes (cuando implique un aumento en la capacidad de generación o el cambio de la fuente primaria utilizada), al régimen de la Autorización Ambiental Especial.

#### Decreto 222/010

El Decreto 222/10 de fecha 23 de julio de 2010 reglamenta la presentación, ante la DNB, de proyectos de protección contra incendios para aquellos locales no destinados a vivienda, disponiendo asimismo las medidas obligatorias que deben incluir los mismos según el destino del local y su carga de fuego.

Propuesta Técnica para la Reglamentación (PTR) - Gestión integral de residuos sólidos industriales, agroindustriales y de servicios

Esta propuesta técnica tiene como objetivo establecer las normas de gestión de residuos sólidos de acuerdo a lo que establece el artículo 21 de la Ley N° 17.283. Atiende a todos los aspectos de la gestión integral de residuos sólidos, incluyendo desde su generación, clasificación, almacenamiento, transporte, reciclado, tratamiento y disposición final, con excepción de los residuos sólidos domiciliarios, residuos de barrido y limpieza urbana y los generados en los Centros de Atención a la Salud.

Si bien no tiene valor legal, se trata de un buen documento para orientar el diseño y la operación de todo emprendimiento que genere u opere con residuos.

## 4. POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS PCH

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

Las distintas acciones e intervenciones del hombre, de una u otra manera, provocan algún tipo de efecto sobre el medio ambiente.

Una vez establecido este efecto, es en función de una cierta concepción de calidad ambiental (establecida por convención en una determinada sociedad) que se precisa mayor o menor impacto de una actividad. Es decir, el término *impacto ambiental*<sup>5</sup> implica un juicio de valor (cuantitativo o cualitativo) sobre la importancia de cierto efecto ambiental. No necesariamente implica empeoramiento de la calidad ambiental, así pues los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos y las medidas de gestión que se les aplican buscan tanto minimizar los impactos adversos como potenciar los positivos.

La evaluación de impacto ambiental es un proceso que involucra a diferentes actores, y apunta a determinar las condiciones bajo las cuales la concreción de un emprendimiento es ambientalmente viable, y en consecuencia a que la autoridad competente autorice o no a que sea llevado adelante en las condiciones planteadas por el emprendedor.

Para evaluar los potenciales impactos que un emprendimiento podría generar sobre el entorno, es necesario definir previamente:

- **Características del proyecto.** Se deben describir las actividades previstas para todas las fases del proyecto, tanto directas como derivadas, identificando los principales *aspectos ambientales* asociados a cada una de ellas.
- **Características del ambiente receptor.** En el sitio donde se va a implantar el proyecto se deben caracterizar los distintos medios: físico, biótico, antrópico y simbólico, identificando en cada uno de ellos los *factores ambientales* susceptibles de ser afectados. Se debe determinar la situación previa a la intervención que derivaría del proyecto, estableciendo la línea de base a partir de la cual el proyecto pretende ser desarrollado. De las características del emprendimiento y del ambiente receptor, surge la capacidad soporte del sitio para ese emprendimiento (en función de la aptitud del territorio para soportar la actividad y la compatibilidad de la actividad con las actividades preexistentes).
- **Marco legal vigente** (aplicable al emprendimiento).

Luego, la metodología para la evaluación de impacto ambiental comprende las siguientes etapas:

- **Identificación de impactos:** A partir de los aspectos ambientales identificados en el análisis del emprendimiento, se procede a realizar la identificación de los impactos derivados de cada uno de ellos.

---

<sup>5</sup> Por *impacto ambiental* se entiende a todo tipo de afectación a cualquier elemento del sistema medio ambiente que se produzca por causa de la existencia del emprendimiento en cualquiera de sus fases.

- **Valoración de los impactos identificados:** Una vez identificados los posibles impactos ambientales, se procede a su valoración con el propósito de seleccionar aquellos que se consideren significativos.
- **Evaluación de los impactos significativos:** La evaluación del impacto se realiza comparando con algún criterio, cuya validez se reconoce, que permita definir la aceptabilidad del mismo en el entorno o la necesidad de algún tipo de mitigación.
- **Implementación de medidas de mitigación:** En esta etapa se procede a verificar si el emprendimiento tiene implementadas medidas de mitigación para disminuir los impactos ambientales significativos que de otro modo no resultarían admisibles, así como medidas de potenciación para los impactos positivos. En caso de ser necesario, se establecen los lineamientos para nuevas medidas de mitigación que se consideren pertinentes.

Finalmente, todo emprendimiento debe incluir un **Plan de Gestión Ambiental (PGA)** que comprenda todos aquellos programas necesarios para un adecuado seguimiento<sup>6</sup> del proyecto durante todas sus fases y el aseguramiento de la aplicación de las medidas previstas:

- Programa de monitoreo de variables ambientales en el área de influencia.
- Programa de reducción de riesgos y gestión de contingencias.
- Programa de manejo y control operacional.
- Plan de comunicación con la comunidad.

## 4.2 POTENCIALES IMPACTOS IDENTIFICADOS

En este punto se presentan los principales impactos asociados a una PCH, así como las medidas de potenciación de impactos positivos y mitigación de impactos negativos. La significancia de estos impactos dependerá, de acuerdo a lo mencionado en el punto anterior, de las características del emprendimiento y del medio receptor.

A los efectos del abordaje de la identificación de impactos se procedió en primer lugar a la identificación de los principales aspectos ambientales de una PCH en cada una de sus fases (construcción, operación y clausura).

Los aspectos considerados son los siguientes:

---

<sup>6</sup> El seguimiento del proyecto implica observar el cumplimiento de los compromisos de acción asociados a cada fase, así como la evolución de los componentes ambientales relevantes en el área de influencia del proyecto y de áreas sensibles que se hubieran identificado.

Tabla 4-1: Principales aspectos ambientales identificados

Fase	Aspecto Ambiental
Construcción	1 - Remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierra y otras actividades
	2 - Generación de residuos de obra y efluentes
	3 - Demanda de mano de obra
	4 - Transporte de materiales y trabajadores
	5 - Emisiones de polvo
	6 - Emisiones sonoras
Operación	1 - Presencia física de la central
	2 - Manejo de caudales en la operación de la central
	3 - Presencia física de la caminería de acceso
	4 - Presencia física de las líneas de energía eléctrica
	5 - Generación de energía eléctrica
	6 - Generación de residuos industriales y efluentes
	7 - Emisiones sonoras
Clausura	1 - Cese de la generación de energía eléctrica
	2 - Demolición de la central
	3 - Generación de residuos y efluentes
	4 - Modificación de la demanda de empleo
	5 - Transporte de materiales y trabajadores
	6 - Emisiones de polvo
	7 - Emisiones sonoras

Los potenciales impactos identificados se presentan agrupados por fase y aspecto ambiental de una PCH. Para cada impacto identificado se presenta una matriz con la siguiente estructura (por columna):

- **Enunciado del Impacto:** describe brevemente el impacto considerado.
- **Medio:** se menciona sobre qué medio se considera el impacto.
- **CE:** se indica si el impacto debe considerarse en las centrales con embalse.
- **CMEE:** se indica si el impacto debe considerarse en las centrales multipropósito con embalse existente<sup>7</sup>.
- **CH:** se indica si el impacto debe considerarse en las centrales hidrocinéticas.
- **Signo:** se indica el signo del impacto (positivo ó negativo).

Además se presenta una breve descripción del impacto considerado y se proponen las medidas de gestión correspondientes.

Cabe destacar que, en general, la principal medida para evitar y/o minimizar los impactos negativos de una PCH es la aptitud ambiental del sitio seleccionado para su emplazamiento. O sea, que la selección exacta del sitio del emprendimiento juega un papel decisivo en la generación de impactos ambientales y socioeconómicos.

<sup>7</sup> Sólo se considera esta columna en las fases de construcción y operación, ya que en la fase de clausura se considera que tiene los mismos componentes que la central con embalse.

## 4.2.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Previo a la descripción de los potenciales impactos de la fase de construcción, cabe destacar que en el caso de la central hidrocínética y la central multipropósito con embalse existente, los impactos negativos identificados durante esta fase existen pero son mínimos respecto a los de la central con embalse.

### 4.2.1.1 Remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierra y otras actividades

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Desarrollo de procesos erosivos localizados debido a la remoción de la cobertura vegetal y excavación del terreno (en zonas de obras temporales y permanentes).
- Afectación a la calidad de agua por arrastre de sólidos producto de la erosión eólica e hídrica del suelo desnudo.
- Afectación a los ecosistemas (flora, fauna y otros componentes) debido a las obras de derivación, remoción de vegetación y movimientos de tierra en la zona de implantación de la central.
- Afectación al paisaje debido a las actividades propias de la fase de construcción (remoción de la cobertura vegetal, movimiento de suelo, etc.).

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Desarrollo de procesos erosivos localizados debido a la remoción de la cobertura vegetal y excavación del terreno.	FÍSICO				-
Afectación a la calidad de agua por arrastre de sólidos producto de la erosión eólica e hídrica del suelo desnudo.	FÍSICO				-
Afectación a los ecosistemas debido a las obras de derivación, remoción de vegetación y movimientos de tierra en la zona de implantación de la central.	BIÓTICO				-
Afectación del paisaje debido a las actividades propias de la fase de construcción.	SÍMBOLICO				-

#### Descripción

Para la implantación de la PCH y la construcción de la caminería se suele remover la cubierta vegetal del terreno y realizar movimientos de tierra, lo cual representa una alteración a la configuración natural del suelo. Además en la zona de obras temporales también se suele remover la cubierta vegetal debido a su baja capacidad soporte y su alto contenido orgánico. Una vez removido y acopiado el material, es posible la erosión del suelo debido al arrastre de finos ante eventos de lluvia.

Por otro lado, como consecuencia de la remoción de la cobertura vegetal y de las actividades de excavación y nivelación del terreno, las cuales modifican los patrones naturales de escurrimiento y las características de la superficie del terreno, el



escurrimiento superficial generado por la precipitación en el área de implantación de la obra podrá cargarse de sólidos. Esta carga de sólidos puede derivar a los cursos de agua, afectando su calidad.

Junto con la remoción de la cobertura vegetal y el movimiento de suelo, se puede remover la flora presente en el mismo. A su vez, la construcción de la central con embalse implicará la realización de obras en la zona donde el curso natural escurre, por lo que será necesaria su derivación temporal y parcial. Estas actividades podrán implicar la pérdida y/o desplazamiento de las especies presentes directamente dependientes del hábitat considerado.

Por último, la topografía y cobertura vegetal, como elementos propios del paisaje, al ser modificados debido a la remoción de la cobertura vegetal y los movimientos de tierra podrán alterar distintas visuales del entorno del emprendimiento.

#### Medidas de gestión

- Localizar las PCH en zonas en que no existan especies con un interés particular de conservación. Identificar y caracterizar lo más exhaustivamente posible los ecosistemas del área afectada, y enfatizar en conocer las especies y dimensionar las poblaciones de las especies prioritarias.
- En el caso que sea viable, realizar el traslado de las especies o ejemplares que lo ameriten.
- Minimizar la remoción de la cobertura vegetal y los movimientos de suelo en las zonas externas al embalse.
- Utilizar pendientes en superficies y sitios de acopio de materiales que minimicen la erosión.
- Realizar los acopios transitorios en lugares que no obstruyan el drenaje local.
- Realizar la revegetación de taludes terraplenes y superficies desnudas, inmediatamente luego de su formación.
- Organizar los movimientos de maquinaria según curvas de nivel, a los efectos de evitar la formación de surcos que encaucen las aguas de escorrentía.

#### **4.2.1.2 Generación de residuos de obra y efluentes**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Contaminación de suelos y aguas debido a la generación de residuos de obra y efluentes incorrectamente gestionados.
- Afectación de los ecosistemas debido a la generación de residuos de obra y efluentes incorrectamente gestionados.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Contaminación de suelos y aguas debido a la generación de residuos de obra y efluentes incorrectamente gestionados.	FÍSICO				-
Afectación de los ecosistemas debido a la generación de residuos de obra y efluentes incorrectamente gestionados.	BIÓTICO				-

#### Descripción

La generación de residuos en la fase de construcción de una PCH podrá generar impactos directos sobre el suelo si no son gestionados de forma adecuada. A su vez, la generación de efluentes de tipo doméstico y del efluente proveniente del lavado del hormigón (cuando corresponda) podrá afectar tanto al suelo como a la calidad de aguas, dependiendo de la disposición final prevista (infiltración al terreno, vertido a curso de agua, etc.). Consiguientemente se podrá afectar a los ecosistemas directamente dependientes de dichos hábitats.

#### Medidas de gestión

- Controlar el cumplimiento de las medidas establecidas en el PGA de construcción, en particular en lo referente al manejo de emisiones líquidas y residuos sólidos.
- A los efectos del manejo de los efluentes, contar con un sistema de tratamiento y/o disposición final seguro de acuerdo a la normativa vigente.
- Verificar que las empresas tercerizadas encargadas del transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones correspondientes.
- En el caso de contar con residuos peligrosos, buscar gestores autorizados para recolectar, tratar y disponer los mismos de acuerdo a la normativa vigente.

#### **4.2.1.3 Demanda de mano de obra**

El potencial impacto asociado a este aspecto es el siguiente:

- Activación temporal de la economía local debido a la contratación de servicios y mano de obra.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Activación temporal de la economía local debido a la contratación de servicios y mano de obra.	ANTRÓPICO				+

#### Descripción

La construcción de una obra de estas características puede generar temporalmente un número de plazas de trabajo relevante, en especial en zonas donde las opciones de trabajo giran en torno a trabajos vinculados a actividades agropecuarias.

Medidas de gestión

- Fomentar la contratación de mano de obra local.

**4.2.1.4 Transporte de materiales y trabajadores**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Mejora de infraestructuras de accesos viales y servicios.
- Aumento del riesgo de accidentes viales debido al incremento del tránsito en la zona durante la fase de construcción.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Mejora de infraestructuras de accesos viales y servicios.	<b>ANTRÓPICO</b>				+
Aumento del riesgo de accidentes viales debido al incremento del tránsito en la zona durante la fase de construcción.	<b>ANTRÓPICO</b>				-

Descripción

Para la construcción de la PCH puede ser necesario realizar la apertura y el mejoramiento de la caminería de acceso, a los efectos de asegurar el traslado del personal, materiales, equipos, etc., mejorando entonces las condiciones de las vías existentes y la accesibilidad de la zona.

A su vez, habrá un incremento del tránsito en la zona debido principalmente al transporte de materiales de construcción y suministros hacia la zona de implantación de la PCH, además del transporte de los trabajadores de la obra. Este incremento podrá generar un aumento en el riesgo de accidentes, en particular donde haya caminería no preparada para ello y en donde el tránsito basal sea mínimo.

Medidas de gestión

- Informar a las autoridades competentes el tránsito de vehículos pesados.
- Coordinar con las autoridades competentes los factores determinantes de la seguridad vial (señalización de curvas, límites de velocidad, entradas y salidas de camiones, etc., y estado del pavimento).
- Respetar y controlar los límites de velocidad.

**4.2.1.5 Emisiones de polvo**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Afectación de la calidad del aire por emisiones durante el movimiento de tierra y transporte en la obra.
- Afectación a la población local por generación de polvo.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Afectación de la calidad del aire (material particulado) por emisiones durante el movimiento de tierra y transporte en la obra.	FÍSICO				-
Afectación a la población local por generación de polvo.	ANTRÓPICO				-

#### Descripción

Durante la fase de construcción el polvo se generará fundamentalmente por el movimiento de suelo en las etapas de destape, excavación y transporte del material, y por el tránsito de camiones y maquinaria en la obra (combustión y rodadura), pudiendo alterar la calidad del aire de la zona y consiguientemente causar molestias a la población local.

La emisión de polvo dependerá de las características del material manipulado y de las superficies de rodadura, así como también de su grado de humedad y la velocidad del vehículo. A su vez, la dispersión en el ambiente dependerá del punto de emisión y de las condiciones atmosféricas reinantes.

#### Medidas de gestión

- Limitar la velocidad de circulación de los vehículos en los caminos de acceso.
- Controlar el estado de la caminería vial (pavimentos en buen estado y consolidados).
- Realizar el mantenimiento de la maquinaria en obra.
- Recubrir los acopios para evitar el arrastre eólico del material.
- En caso de ser necesario regar las superficies de rodadura, en especial en caminos de material granular suelto próximos a centros poblados.

#### **4.2.1.6 Emisiones sonoras**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Afectación a la fauna terrestre, con su consiguiente desplazamiento temporal, debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la obra.
- Molestias a la población local debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la obra.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Afectación a la fauna terrestre, con su consiguiente desplazamiento temporal, debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la obra.	BIÓTICO				-
Molestias a la población local debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la obra.	ANTRÓPICO				-

### Descripción

Durante la fase de construcción de una PCH se tendrán diversas fuentes de generación de ruido que podrán generar molestias a la población local, así como afectar a la fauna terrestre causando su desplazamiento temporal.

Las principales fuentes de generación de ruido que se identifican son el traslado del personal, el transporte y funcionamiento de la maquinaria a utilizar y el tránsito de camiones.

### Medidas de gestión

- Restringir la jornada de trabajo al horario diurno y en días hábiles, a menos de excepciones fehacientemente justificadas.
- Controlar el estado de la maquinaria a los efectos de asegurar su correcto funcionamiento y minimización de emisiones sonoras.

## 4.2.2 FASE DE OPERACIÓN

### 4.2.2.1 *Presencia física de la central y manejo de caudales en la operación*

Cabe destacar que los aspectos “presencia física de la central” y “manejo de caudales en la operación” se trataron en forma conjunta para simplificar el análisis, debido a que tienen asociados varios impactos en común, relativos a la modificación del caudal aguas debajo de la central.

Los potenciales impactos asociados a estos aspectos son los siguientes:

- Modificación de la calidad de agua en el embalse y aguas abajo del mismo debido a su presencia física y al manejo de caudales en la operación.
- Lavado del lecho y desarrollo de procesos erosivos aguas abajo de la presa.
- Pérdida de volumen de agua por evaporación en el embalse.
- Modificación del nivel freático debido a la presencia física del embalse.
- Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido a la presencia física del embalse.
- Afectación a los ecosistemas (flora, fauna y otros componentes) en la zona a inundar debido a la presencia física del embalse.
- Afectación a los ecosistemas aguas abajo de la presa debido a la modificación del caudal escurrido por la presencia física de la represa y el manejo de caudales en la operación.
- Afectación a los ecosistemas acuáticos debido al efecto barrera generado por la presencia física de la central.
- Pérdida de la capacidad de almacenamiento debido a la sedimentación en el embalse.
- Pérdida de productividad en terrenos aluviales aguas abajo de la presa.
- Cambio en el uso del suelo debido a la presencia física de la central.
- Generación de potenciales conflictos socioeconómicos por el uso del agua del embalse.
- Desplazamiento de productores y habitantes de la zona inundada.
- Control de inundaciones ante avenidas debido a la presencia física de la represa y al manejo de caudales en la operación de la central.
- Aumento del riesgo de enfermedades (por creación de un nuevo hábitat de vectores) debido a la presencia física del embalse.
- Afectación paisajística debido a la presencia física de la represa.
- Pérdida de patrimonio histórico cultural debido a la presencia física del embalse.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Modificación de la calidad de agua del embalse y aguas abajo del mismo debido a su presencia física y al manejo de caudales en la operación.	FÍSICO				-
Lavado del lecho y desarrollo de procesos erosivos aguas abajo de la presa.	FÍSICO				-
Pérdida de volumen de agua por evaporación en el embalse.	FÍSICO				-
Modificación del nivel freático debido a la presencia física del embalse.	FÍSICO				+/-
Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido a la presencia física del embalse.	FÍSICO				+ / -
Afectación a los ecosistemas en la zona a inundar debido a la presencia física del embalse.	BIÓTICO				-
Afectación a los ecosistemas aguas abajo de la presa debido a la modificación del caudal escurrido por la presencia física de la represa y el manejo de caudales en la operación.	BIÓTICO				-
Afectación a los ecosistemas acuáticos debido al efecto barrera generado por la presencia física de la central.	BIÓTICO				-
Pérdida de la capacidad de almacenamiento debido a la sedimentación en el embalse.	ANTRÓPICO				-
Pérdida de productividad en terrenos aluviales aguas abajo de la presa.	ANTRÓPICO				-
Cambio en el uso del suelo debido a la presencia física de la central.	ANTRÓPICO				+ / -
Generación de potenciales conflictos socioeconómicos por el uso del agua del embalse.	ANTRÓPICO				-
Desplazamiento de productores y habitantes de la zona inundada.	ANTRÓPICO				-
Control de inundaciones ante avenidas debido a la presencia física de la represa y al manejo de caudales en la operación de la central.	ANTRÓPICO				+
Aumento del riesgo de enfermedades (por creación de un nuevo hábitat de vectores) debido a la presencia física del embalse.	ANTRÓPICO				-
Afectación paisajística debido a la presencia física de la represa.	SIMBÓLICO				+ / -
Pérdida de patrimonio histórico cultural debido a la presencia física del embalse.	SIMBÓLICO				-

**Modificación de la calidad de agua en el embalse y aguas abajo del mismo debido a su presencia física y al manejo de caudales en la operación.**

Descripción

El cambio en las condiciones hidrológicas del curso de agua mediante la implantación del embalse, podrá afectar la calidad del agua del mismo, potenciando episodios de contaminación eutrófica y causando modificaciones en el tenor de oxígeno disuelto, pH, nutrientes y temperatura.

Es producido por el enriquecimiento de nutrientes en los cuerpos de agua (nitrógeno y fósforo), lo cual favorece el crecimiento excesivo de materia orgánica, provocando un crecimiento acelerado de algas y otras plantas verdes. Dichas algas cubren la superficie del agua, evitando que la luz solar llegue a las capas inferiores. El agua se enturbia, y al disminuir la cantidad de luz, la vegetación muere al no poder realizar fotosíntesis, generando que otros microorganismos, como bacterias, se alimenten de la materia muerta, consumiendo el oxígeno disuelto que necesitan organismos superiores (como peces y moluscos). En estados avanzados, pueden proliferar algas tóxicas y microorganismos patógenos.

Otros impactos secundarios pueden ser: el desarrollo de zonas de reproducción de mosquitos y otros vectores, restricciones para la navegación y recreación, obstrucción de equipos electromecánicos, etc.

Medidas de gestión

- Realizar estudios de línea de base, previo a la localización de la PCH, a los efectos de considerar los distintos usos y la calidad del cuerpo de agua, aguas arriba y aguas abajo del punto de implantación de la presa.
- Limpiar la vegetación en la zona a inundar previo al llenado del lago (ya que la calidad del cuerpo de agua puede verse modificada por la presencia de biomasa en las áreas anegadas).
- Limitar el tiempo de retención del agua en el reservorio.
- Controlar la fuente mediante el control de la aplicación de fertilizantes en los campos de la cuenca de aporte del lago, apuntando a la dosis necesaria de fertilizante y no a la fertilización por exceso.
- El control físico o contención de la vegetación flotante es eficaz pero impone un costo alto y recurrente.
- Evitar el uso de plaguicidas para controlar la presencia de vegetación flotante.
- Utilizar especies exógenas a los efectos de la reestructuración de la comunidad biológica a través del control de poblaciones indeseadas que contribuyen al deterioro de la calidad de agua en el sistema. La biomanipulación se sustenta en la forma en que la producción fitoplanctónica es utilizada. Esto se realizaría solo luego de profundos y exhaustivos estudios, si se justificara.



### ***Lavado del lecho y desarrollo de procesos erosivos aguas abajo de la presa***

#### Descripción

Las partículas suspendidas acarreadas por el curso de agua se asentarán en el reservorio debido al represamiento, reduciendo o eliminando el aporte de los sedimentos al curso, aguas abajo de la presa. La descarga del agua relativamente libre de sedimentos podrá lavar los lechos aguas abajo, ya que una cantidad significativa de nutrientes que actualmente son arrastrados por el curso y depositados en el terreno aluvial dejarán de hacerlo luego de construida la presa. Además el exceso de energía que posee el agua podrá erosionar el cauce, por lo que aguas abajo de la presa se podrán instaurar fenómenos erosivos.

#### Medidas de gestión

- Seleccionar adecuadamente el sitio para ubicar el embalse.
- Prevenir la erosión de los suelos aguas abajo mediante el control del uso de la tierra.
- Operar el embalse de tal manera que se reduzca la sedimentación (aunque signifique la pérdida de ciertos beneficios energéticos).
- Utilizar en la zona inmediatamente aguas abajo de la descarga una zona de disipación de energía especialmente diseñada a los efectos de evitar la erosión.

### ***Pérdida de volumen de agua por evaporación en el embalse***

#### Descripción

En el caso de una central con embalse, la superficie del lago es una lámina de agua susceptible de ser evaporada muy superior en extensión a la que existía anteriormente en el curso.

En función de la climatología, las características topográficas del vaso del embalse y el régimen de gestión que se le aplique, podrá aumentar la tasa de evaporación. Aunque en la actualidad las pérdidas por evaporación no son un problema relevante en Uruguay, pueden tener mayor importancia en el futuro, en función del aumento global de temperatura y de una menor disponibilidad de agua.

#### Medidas de gestión

- Evaluar la localización de la PCH de manera de optimizar la relación volumen embalsado/superficie inundada. Se deben evitar sitios que generen grandes áreas de embalse de poca profundidad.

### ***Modificación del nivel freático debido a la presencia física del embalse***

#### Descripción

La presencia del embalse podrá provocar modificaciones en el nivel freático de la zona que lo rodea, tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa. Al inundarse el valle, parte del agua embalsada se infiltra a través de las paredes del vaso pasando a formar parte de las aguas subterráneas. Este aumento del nivel freático y los cambios en la dirección del flujo subterráneo, podrán provocar el anegamiento de zonas cercanas, afectando a los usos a los que tradicionalmente estuvieran dedicadas.

### Medidas de gestión

- Realizar estudios previos a los efectos de determinar cómo la presencia física del embalse puede afectar el nivel freático y causar el encharcamiento de zonas cercanas a la represa.

### ***Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido a la presencia física del embalse***

#### Descripción

Los GEI se consideran como la principal causa de origen humano del cambio climático global.

A los efectos de la evaluación de la modificación de las emisiones de GEI se debe realizar la comparación entre la situación original, sin el emprendimiento, y la situación con el emprendimiento operando. A modo de ejemplo, en una central con embalse el balance de GEI dependerá del área de inundación, la vegetación presente y la potencia generada al respecto de la compensación de las emisiones que de otra manera habrían sido producidas por otras fuentes de energía.

#### Medidas de gestión

- Localizar las PCH en sitios que minimicen las inundaciones de tierra en general, y en particular de montes o bosques si los hubiera.
- Extraer la totalidad de la vegetación del vaso previo a su inundación.

### ***Afectación a los ecosistemas en la zona a inundar debido a la presencia física del embalse***

#### Descripción

La implantación del lago implica la inundación de hábitats naturales, con la consiguiente pérdida y/o desplazamiento de las especies presentes directamente dependientes del hábitat considerado. En general los peces y otras especies acuáticas adaptados a ríos y arroyos no pueden sobrevivir en lagos artificiales, pero podrán prosperar algunas otras especies, como pueden ser aves acuáticas, reptiles y anfibios, gracias a la presencia del reservorio.

De acuerdo a la bibliografía de referencia, y considerando el punto de vista de conservación de la diversidad biológica, los hábitats terrestres naturales perdidos por anegamiento suelen ser considerados más valiosos que los hábitats acuáticos creados por el embalse.

#### Medidas de gestión

- Localizar las PCH en zonas que minimicen el área de inundación, y a su vez estudiar que no haya un interés particular por la conservación de alguna o algunas de las especies presentes. Es recomendable al determinar la línea de base identificar y caracterizar lo más exhaustivamente posible los ecosistemas de la cuenca, conocer las especies y dimensionar las poblaciones de las especies prioritarias.

- En el caso que sea viable, realizar el traslado de las especies o ejemplares que lo ameriten. De acuerdo a la bibliografía de referencia, los esfuerzos de rescate de fauna de valor significativo pocas veces tienen éxito: en vez del ahogamiento, los animales rescatados y trasladados pasan hambre, son matados por competidores o depredadores, o fallan en reproducirse satisfactoriamente, debido a la necesidad de adaptación a nuevos hábitats.
- La compensación de la pérdida de hábitats naturales debe ser la última opción considerada.

### ***Afectación a los ecosistemas aguas abajo de la presa debido a la modificación del caudal escurrido***

#### Descripción

La modificación de los caudales naturales aguas abajo de la presa podrá afectar al ecosistema ribereño, especialmente en zonas donde se producen inundaciones periódicas naturales. Estas variaciones de caudal afectan directamente a la biota acuática y a otras especies de flora y fauna dependientes directamente del funcionamiento del río.

#### Medidas de gestión

- No localizar embalses en zonas donde exista flora y/o fauna de valor significativo que pueda verse afectada por la modificación de los caudales naturales.
- En todo momento asegurar la circulación del caudal ecológico mediante la regulación de las turbinas y vertederos, buscando la optimización de los caudales de descarga y considerando otros usos antrópicos, así como la protección ante inundaciones de zonas pobladas aguas abajo, etc.

### ***Afectación a los ecosistemas acuáticos debido al efecto barrera generada por la presencia física de la central***

#### Descripción

La presa constituirá una barrera física para los peces y la biota acuática en general, impidiendo su libre movilidad aguas arriba y aguas abajo de la represa.

Si bien los embalses pueden afectar en forma positiva ciertas especies de peces por el aumento del área de hábitat acuático disponible, en general el balance neto de impactos es negativo debido a que la presa bloquea las migraciones de peces hacia aguas arriba; y el paso hacia aguas abajo de los peces, a través de turbinas o sobre vertederos, no es exitoso.

Por otra parte cabe destacar que los moluscos de agua dulce, crustáceos y otros organismos bentónicos son aún más sensibles a estos cambios que la mayor parte de las especies de peces, debido a su movilidad limitada.

#### Medidas de gestión

- En todo momento asegurar la circulación del caudal ecológico mediante la regulación de turbinas, vertederos o descargadores de fondo.

- Implementar instalaciones de paso de peces (escalas de peces, elevadores, etc.), para ayudar al movimiento migratorio de peces hacia aguas arriba de la presa. Para que estas sean efectivas deben diseñarse y construirse sobre fundamentos claros y estudios rigurosos a los efectos de lograr su máxima eficacia.
- Generar criaderos de peces; pueden ser útiles para mantener las poblaciones de especie nativas que pueden sobrevivir pero no reproducirse satisfactoriamente dentro del embalse.
- Controlar la pesca para mantener distintas especies, fundamentalmente en las zonas aguas abajo de las presas, donde los peces migratorios se concentran en grandes cantidades y son más fáciles de atrapar.

### ***Pérdida de la capacidad de almacenamiento debido a la sedimentación en el embalse***

#### Descripción

El represamiento del curso de agua implica una modificación en la hidrología y limnología del sistema fluvial: inmediatamente aguas arriba de la presa se generará un cuerpo de agua léntico, mientras que aguas abajo de la misma se alterará el régimen de caudales.

Aguas arriba del represamiento, debido al pasaje del curso de agua de condiciones lóxicas a lénticas, se generará un gran volumen de agua en reposo con lo cual se verá incrementada la sedimentación de los sólidos suspendidos en el lago. La acumulación de dichos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, generará depósitos de sedimentos en el fondo del reservorio, provocando cambios en la limnología y sedimentología y limitando su capacidad de almacenamiento y vida útil.

#### Medidas de gestión

- Seleccionar adecuadamente el sitio para ubicar el embalse (sitios donde el aporte de sedimentos no sea alto).
- En la etapa de proyecto, determinar adecuadamente la capacidad reservada para azolves
- Prevenir la erosión de los suelos en la cuenca de aporte mediante el control del uso de la tierra (prevenir especialmente la tala de los bosques para agricultura).
- Limpiar el embalse mediante remoción mecánica.
- Eliminar hidráulicamente los sedimentos (lavado, corrientes de agua, liberación de corrientes de alta densidad, purgas de fondo).
- Operar el embalse de tal manera que se reduzca la sedimentación (aunque signifique la pérdida de ciertos beneficios energéticos).

### ***Pérdida de productividad en terrenos aluviales aguas abajo de la presa***

#### Descripción

Los terrenos aluviales son productivos gracias a los ciclos naturales de inundación, que renuevan la humedad del suelo y depositan limos en las tierras aluviales fértiles.

Por lo tanto al reducir o eliminar las inundaciones existe el potencial de disminuir la productividad en dichas tierras. A nivel local este impacto puede no ser significativo debido al no aprovechamiento pleno de estas zonas.

#### Medidas de gestión

- Mantener el nivel de productividad de los sistemas naturales, utilizando riego o aportando nutrientes en los terrenos agrícolas.
- Mantener un régimen de caudal ecológico en aguas abajo de la central a los efectos de favorecer con una frecuencia determinada la inundación de los terrenos de forma de simular el escurrimiento previo a la instalación del emprendimiento.

#### ***Cambio en el uso del suelo debido a la presencia física de la central***

##### Descripción

La implantación de una central con embalse implica necesariamente un cambio en el uso del suelo, ya que tierras actualmente con características rurales (agrícola, bosques, pasturas, etc.) pasarán a estar inundadas por el lago, sirviendo como reservorio de agua. Además las represas posibilitan el desarrollo de actividades que tienen el potencial para causar otros impactos ambientales relevantes, como por ejemplo la intensificación de la agricultura a través del riego, el desarrollo urbano inducido, la implantación de instalaciones industriales (debido a nuevas provisiones de agua), la pesca deportiva o recreación. En el caso de una central hidrocínética esta modificación no será tan relevante.

##### Medidas de gestión

- Jerarquizar los usos del suelo para prevenir la instalación de emprendimientos no compatibles y planificar los nuevos proyectos de desarrollo (favorecidos por la presencia de la central) de forma de reducir al mínimo posible los potenciales impactos ambientales y sociales adversos.
- Ubicar la PCH en una presa existente como minimizar el impacto.
- Planificar la gestión del embalse dentro del contexto de los planes regionales de desarrollo.

#### ***Generación de potenciales conflictos socioeconómicos por el uso del agua del embalse***

##### Descripción

Diferentes usos del agua sobre el mismo cuerpo o su cuenca de aporte podrán desencadenar un conflicto de intereses entre los diferentes actores.

##### Medidas de gestión

- Planificar la gestión del embalse dentro del contexto de los planes regionales de desarrollo.
- Jerarquizar los usos del agua en función de las distintas alternativas de satisfacción existentes.

### ***Desplazamiento de productores y habitantes de la zona inundada***

#### Descripción

La implantación de una central con embalse implicará necesariamente la inundación de tierras y el consiguiente desplazamiento de los productores y habitantes afectados hacia otras tierras disponibles.

#### Medidas de gestión

- Localizar el embalse en zonas donde no existan afectados.
- En caso de existir productores y habitantes afectados, en la fase de diseño contemplar la programación de la expropiación y compensaciones.

### ***Control de inundaciones ante avenidas debido a la presencia física de la represa y al manejo de caudales en la operación de la central***

#### Descripción

La presencia de la represa permitirá almacenar los volúmenes producidos por avenidas extremas, produciéndose la laminación del caudal pico en el embalse y regulando la descarga, evitando de esta manera que se produzcan inundaciones en zonas pobladas aguas abajo.

### ***Aumento del riesgo de enfermedades (por creación de un nuevo hábitat de vectores) debido a la presencia física del embalse.***

#### Descripción

En el caso de central con embalse, la implantación del lago está asociada a la creación de un hábitat donde pueden desarrollarse distintos vectores de enfermedades y favorecer su transmisión.

#### Medidas de gestión

- Detección exhaustiva de los posibles vectores que puedan instalarse.
- Diseñar y operar el embalse de forma de reducir el hábitat del vector.
- Controlar el vector.

### ***Afectación paisajística debido a la presencia física de la represa***

#### Descripción

La introducción de una central con embalse constituye un nuevo elemento del paisaje, que modifica las visuales del entorno actual (forma, línea, textura y colores).

Para evaluar el grado de afectación paisajística se considera la posibilidad de percibir el paisaje, ligado a su vez a la frecuencia con que el mismo es visto.

#### Medidas de gestión

- Analizar las visuales del entorno que puedan sufrir pérdida de valor paisajístico, y en ellas evaluar la actuación mediante la revegetación y el empastado de taludes visibles (para no modificar el matiz cromático), respetando la tipología

de la zona de manera que el emprendimiento se integre naturalmente al paisaje.

### ***Pérdida de patrimonio histórico cultural debido a la presencia física del embalse***

#### Descripción

El patrimonio histórico cultural (incluyendo el arqueológico, histórico y antropológico) puede ser perdido o afectado a raíz de la inundación, especialmente si se considera el asentamiento temporal o permanente de poblaciones humanas sobre las márgenes de los cuerpos de agua.

#### Medidas de gestión

- Evitar la localización de la presa y la inundación por el embalse en zonas donde sea esperable que hayan existido asentamientos de poblaciones indígenas u otros elementos de valor histórico cultural.

#### **4.2.2.2 Presencia física de la caminería**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Afectación a los ecosistemas debido a la presencia física de la caminería de acceso a la PCH.
- Modificación local del uso del suelo debido a la presencia física de la caminería de acceso a la PCH.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Afectación a los ecosistemas debido a la presencia física de la caminería de acceso a la PCH.	<b>BIÓTICO</b>				-
Modificación local del uso del suelo debido a la presencia física de la caminería de acceso a la PCH.	<b>ANTRÓPICO</b>				-

#### Descripción

Los caminos de acceso a las PCH podrán inducir a modificaciones en el uso del suelo, además de causar un efecto barrera especialmente para la fauna terrestre no voladora.

#### Medidas de gestión

- Localizar los caminos de acceso nuevos en las zonas menos sensibles desde el punto de vista de su potencial afectación a ecosistemas valiosos.

#### **4.2.2.3 Presencia física de las líneas de energía eléctrica**

El potencial impacto asociado a este aspecto es el siguiente:

- Modificación local del uso del suelo debido a la constitución de servidumbres en los corredores de las líneas de energía eléctrica.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Modificación local del uso del suelo debido a la constitución de servidumbres en los corredores de las líneas de energía eléctrica.	<b>ANTRÓPICO</b>				-

#### Descripción

Es posible que, en el caso de que los corredores sean extensos, esta zona quede disponible para nuevos usos del suelo. Sin embargo debido a la magnitud de las líneas se entiende que este es un impacto de poca significancia.

#### Medidas de gestión

- Planificar el desarrollo del uso del suelo en la zona de los corredores de las líneas de energía eléctrica.
- Utilizar de vías de tránsito existentes.

#### **4.2.2.4 Generación de residuos industriales y efluentes**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Contaminación de suelos y aguas debido a la generación de residuos industriales y efluentes incorrectamente gestionados.
- Afectación de los ecosistemas debido a la generación de residuos industriales y efluentes incorrectamente gestionados.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Contaminación de suelos y aguas debido a la generación de residuos industriales y efluentes incorrectamente gestionados.	<b>FÍSICO</b>				-
Afectación de los ecosistemas debido a la generación de residuos industriales y efluentes incorrectamente gestionados.	<b>BIÓTICO</b>				-

#### Descripción

La generación de residuos industriales y efluentes podrá generar impactos directos sobre el suelo y cuerpos de agua si no son gestionados de forma adecuada; consiguientemente se podrá afectar a los ecosistemas directamente dependientes de dichos hábitats.

#### Medidas de gestión

- Controlar el cumplimiento de las medidas establecidas en el PGA de operación, en particular en lo referente al manejo de emisiones líquidas y residuos sólidos.
- Contar con un sistema de tratamiento y/o disposición final seguro, de acuerdo a la normativa vigente.



- Verificar que las empresas tercerizadas encargadas del transporte, tratamiento y/o disposición final de residuos cuenten con las autorizaciones correspondientes.
- En el caso de contar con residuos peligrosos, buscar gestores autorizados para recolectar, tratar y disponer los mismos, de acuerdo a la normativa vigente.

#### 4.2.2.5 Generación de energía eléctrica

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Modificación de la matriz energética nacional debido a la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable.
- Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Modificación de la matriz energética nacional debido a la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable.	ANTRÓPICO				+
Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).	FÍSICO				+ / -

#### Descripción

La diversificación de la matriz energética nacional es un objetivo a nivel país, a cuyo logro este tipo de emprendimientos contribuye. Si bien su incidencia cuantitativa puede ser baja, la incorporación de la energía de minicentrales hidroeléctricas a la matriz energética nacional debe considerarse como un impacto positivo relevante.

Los GEI se consideran como la principal causa de origen humano del cambio climático global. A los efectos de la evaluación de la modificación de las emisiones de GEI se debe realizar la comparación entre la situación original, sin el emprendimiento, y la situación con el emprendimiento operando. A modo de ejemplo, en una central con embalse el balance de GEI dependerá del área de inundación, la vegetación presente y la potencia generada al respecto de la compensación de las emisiones que de otra manera habrían sido producidas por otras fuentes de energía.

#### Medidas de gestión

- Localización de las PCH en sitios que minicen las inundaciones de tierra en general, y en particular de montes.
- Extracción de la totalidad de la vegetación del vaso previo a su inundación.

#### 4.2.2.6 Emisiones sonoras

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Afectación a la fauna terrestre, con su consiguiente desplazamiento, debido a la presencia de operarios y al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la central.

- Molestias a la población local debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la central.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CMEE	CH	Signo
Afectación a la fauna terrestre, con su consiguiente desplazamiento, debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la central.	<b>BIÓTICO</b>				-
Molestias a la población local debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores de la central.	<b>ANTRÓPICO</b>				-

#### Descripción

Durante la fase de operación de una PCH el funcionamiento de las turbinas, generadores y demás equipos electromecánicos (los cuales estarán concentrados en la sala de máquinas) incrementará el nivel sonoro de la zona, pudiendo provocar molestias a la población local y afectaciones a la fauna terrestre causando su eventual desplazamiento.

#### Medidas de gestión

- Aislamiento acústico de la central, de forma de minimizar las emisiones sonoras al exterior.
- Mantenimiento periódico del equipo electromecánico.

### 4.2.3 FASE DE CLAUSURA

Cabe destacar en la fase de clausura se identifican dos tipos de impactos, temporales (durante el desarrollo de las actividades de clausura) y permanentes (una vez finalizadas las mismas).

#### 4.2.3.1 Cese de la generación de energía eléctrica

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Disminución de la oferta de energía eléctrica.
- Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Disminución de la oferta de energía eléctrica.	ANTRÓPICO			-
Modificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).	FÍSICO			+ /-

#### Descripción

El cese de la operación de la PCH determinará inevitablemente disminuir la oferta eléctrica de una fuente de energía renovable.

En función de la fuente de energía a emplear en sustitución de la PCH, se podrán modificar las emisiones de GEI en forma positiva o negativa.

#### Medidas de gestión

- La planificación de la matriz energética resulta la principal medida a los efectos de mantener la presencia de energías renovables en la misma.

#### 4.2.3.2 Demolición de la central

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Recuperación del caudal natural aguas abajo de la central.
- Recuperación del paisaje natural.
- Pérdida de la capacidad de control de inundaciones ante avenidas.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Recuperación del caudal natural aguas abajo de la central.	FÍSICO			+
Recuperación del paisaje natural	SÍMBOLICO			+
Pérdida de la capacidad de control de inundaciones ante avenidas.	ANTRÓPICO			-

Descripción

En el caso de que el embalse no tenga un uso ulterior, se deberá realizar el cierre de las derivaciones y la demolición de las estructuras. Esto conllevará a que se recupere, en alguna medida, el paisaje original en la zona de implantación de la PCH, y a que aguas abajo de la presa se recupere el caudal del curso de agua previo a su instalación.

A su vez, al demoler las estructuras, y en particular la presa, se perderá la capacidad de laminación de los caudales producidos por avenidas extremas, perdiéndose entonces el control de inundaciones aguas abajo.

Medidas de gestión

- Luego del cierre de las derivaciones y la demolición de las estructuras, realizar actividades de acondicionamiento del terreno tendientes a la recuperación de los espacios intervenidos de forma que presenten características similares a las que tenían previas a la implantación de la central (recuperación de suelos, revegetación, acondicionamiento de canales y túneles de acuerdo a las características predominantes del entorno, etc.).
- Posteriormente al desmontaje o desmantelamiento de la presa, encauzar el flujo en su cauce original.

**4.2.3.3 Generación de residuos y efluentes**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Contaminación del suelo y cursos de agua por generación de residuos sólidos y efluentes incorrectamente gestionados.
- Afectación de los ecosistemas debido a la generación de residuos sólidos y efluentes incorrectamente gestionados.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Contaminación del suelo y cursos de agua por generación de residuos sólidos y efluentes incorrectamente gestionados.	FÍSICO			-
Afectación de los ecosistemas debido a la generación de residuos sólidos y efluentes incorrectamente gestionados.	BIÓTICO			-

Descripción

Las acciones relacionadas con el proceso de clausura, referido principalmente al uso de maquinaria para el desmantelamiento, demolición y retiro del hormigón, de equipos e instalaciones electromecánicas, entre otros, podría ocasionar el vertido accidental de combustibles, aceites u otros residuos o efluentes sobre el suelo y/o cursos de agua. Consiguientemente se podrá afectar a los ecosistemas directamente dependientes de dichos hábitats.

Medidas de gestión

- En el caso de contar con residuos peligrosos, buscar gestores autorizados para recolectar/tratar y disponer los mismos de acuerdo a la normativa vigente.
- A los efectos del manejo de efluentes, contar con un sistema de tratamiento/disposición final seguro de acuerdo a la normativa vigente.
- Controlar el cumplimiento de las medidas del PGA de construcción, en particular en lo referente al manejo de emisiones líquidas y residuos sólidos (escombros, materiales del cuerpo de la presa, asimilables a domésticos, etc.).
- Verificar que el transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos se haga contando con las autorizaciones correspondientes y cumpliendo con las reglamentaciones vigentes.

**4.2.3.4 Modificación de la demanda de empleo**

El potencial impacto asociado a este aspecto es el siguiente:

- Generación temporal de puestos de trabajo.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Generación temporal de puestos de trabajo.	ANTRÓPICO			+/-

Descripción

Los trabajos de abandono podrán requerir la contratación temporal de mano de obra, aunque el número de personas a ser contratadas será, normalmente, muy inferior al requerido en la fase de construcción.

Por otra parte, al clausurar la central ocurrirá el cese de la oferta de trabajo correspondiente la fase de operación de la misma.

Medidas de gestión

- Fomentar la contratación de mano de obra local.

**4.2.3.5 Transporte de materiales y trabajadores**

El potencial impacto asociado a este aspecto es el siguiente:

- Aumento del riesgo de accidentes viales debido al incremento del tránsito en la zona durante la fase de abandono.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Aumento del riesgo de accidentes viales debido al incremento del tránsito en la zona durante la fase de abandono.	ANTRÓPICO			-

Descripción

Durante la fase de clausura habrá un incremento del tránsito en la zona, este incremento podrá generar un aumento en el riesgo de accidentes, en particular, en donde haya caminería no preparada para ello y donde el tránsito basal sea mínimo.

Medidas de gestión

- Informar a las autoridades competentes el tránsito de vehículos pesados.
- Coordinar con las autoridades competentes los factores determinantes de la seguridad vial (señalización de curvas, límites de velocidad, entradas y salidas de camiones, etc., y estado del pavimento).
- Respetar y controlar los límites de velocidad.

**4.2.3.6 Emisiones de polvo**

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Afectación de la calidad del aire por emisiones durante las actividades de desmantelamiento, demolición, retiro y transporte de tierra, escombros, hormigón y equipos electromecánicos.
- Afectación a la población local por generación de polvo.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Afectación de la calidad del aire (material particulado) por emisiones durante las actividades de desmantelamiento, demolición, retiro y transporte de tierra, escombros, hormigón y equipo electromecánico (combustión y rodadura).	FÍSICO			-
Afectación a la población local por generación de polvo.	ANTRÓPICO			-

Descripción

Durante la fase de clausura el polvo se generará fundamentalmente en las actividades de desmantelamiento, demolición y retiro del hormigón, de equipos e instalaciones electromecánicas, entre otros, pudiendo alterar la calidad de aire de la zona y consiguientemente afectar a la población local.

Medidas de gestión

- Limitar la velocidad de circulación de los vehículos en los caminos de acceso.
- Controlar el estado de la caminería vial (pavimentos en buen estado y consolidados).
- Realizar el mantenimiento de la maquinaria.
- En caso de ser necesario regar las superficies de rodadura, en especial en caminos de material granular suelto próximos a centros poblados.

#### 4.2.3.7 Emisiones sonoras

Los potenciales impactos asociados a este aspecto son los siguientes:

- Afectación a la fauna terrestre, con su consiguiente desplazamiento, debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores.
- Molestias a la población local debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores.

Enunciado del Impacto	Medio	CE	CH	Signo
Afectación a la fauna terrestre, con su consiguiente desplazamiento, debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores.	BIÓTICO			-
Molestias a la población local debido al incremento del nivel sonoro en los alrededores.	ANTRÓPICO			-

#### Descripción

Las acciones de desmontaje, demolición y reconfiguración, para los cuales se hará uso de maquinaria pesada, generarán un incremento del nivel sonoro en el entorno durante el tiempo que demande la realización de estas actividades. Dicho incremento del nivel sonoro podrá generar molestias a la población local y a la fauna terrestre presente, causando su ahuyentamiento. Sin embargo es posible que las condiciones predecesoras referidas a la construcción y operación determinen que en el entorno no se encuentre presente fauna silvestre.

#### Medidas de gestión

- Restringir la jornada de trabajo al horario diurno y en días hábiles, a menos de contadas excepciones.
- Controlar el estado de la maquinaria a los efectos de asegurar su correcto funcionamiento y minimización de las emisiones sonoras.

### 4.3 CONTINGENCIAS EN UNA PCH

Un Plan de Contingencia describe los principales procedimientos y medidas a adoptar frente a eventos adversos anormales (situaciones contingentes) que pudieran acontecer durante las diferentes fases de una PCH, en busca de una respuesta rápida y eficaz, con el propósito de reducir la probabilidad de daños a la salud e integridad humana, a la propiedad y al medio ambiente.

Las situaciones contingentes tienen asociadas un riesgo, es decir, una probabilidad de ocurrencia, así como un posible daño en caso de que realmente ésta se produzca.

En ese sentido, el manejo ambiental de una contingencia debe realizarse atendiendo a dos puntos:

- la reducción de la probabilidad de ocurrencia, que se conoce como prevención de riesgos, y
- la preparación de la actuación en caso de ocurrir una situación de contingencia, que se conoce como planes de contingencia.

Las contingencias identificadas en este caso son:

- Incendio.
- Derrame de Productos Peligrosos.
- Colapso de la presa.

#### 4.3.1 INCENDIOS

Las PCH están incluidas en el Decreto 222/010, relativo a la prevención y combate de incendio en construcciones no destinadas a vivienda, dentro de la clasificación K3: Central de comunicación y energía.

El Plan de Contingencia debe contemplar la prevención, detección y combate de incendios, apuntando a minimizar las posibilidades de ocurrencia y a reducir los daños en caso de que ocurra un siniestro.

El personal del emprendimiento deberá recibir capacitación básica para actuar en un operativo de combate de incendios.

El emprendimiento deberá estar certificado por la DNB como apto en cuanto a los medios disponibles para combatir eventuales incendios, para lo cual deberá tener instalados, operativos y bien mantenidos los sistemas de extinción adecuados a las instalaciones y operaciones que se realicen.

Para el combate de incendios de importancia se requerirá, ante su detección y evaluación, la rápida comunicación con la Dirección Nacional de Bomberos (DNB).

#### 4.3.2 DEMARRE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

El derrame de sustancias peligrosas está referido a la ocurrencia de vertimientos de combustibles, lubricantes u otros elementos peligrosos que se utilizarán en las fases de



construcción, operación y/o clausura de una PCH, tanto en su transporte como en su manejo dentro del obrador, así como, durante las tareas de mantenimiento.

Si hubiera residuos contaminados con hidrocarburos, los mismos no se deben disponer con los residuos asimilables a domésticos, debiéndose buscar gestores autorizados para su gestión. A su vez, los envases de hidrocarburos usados deberán gestionarse en conjunto con otros residuos contaminados con hidrocarburos. Se debe almacenar los registros de envases de hidrocarburos.

### **4.3.3 COLAPSO DE LA PRESA**

La posibilidad de colapso de una presa está vinculada a riesgos hidrológicos (avenidas extremas), riesgos geológicos (deslizamientos del vaso), deficiencias constructivas, deficiencias durante las tareas de operación y mantenimiento, filtraciones excesivas durante su vida útil, etc.

El Plan de Contingencia debe prever las medidas a adoptar para salvaguardar las vidas de los pobladores aguas abajo de una presa ante su eventual colapso, ya que éste suele ser un evento de muy baja probabilidad de ocurrencia pero con muy altas consecuencias potenciales para la sociedad cuando existen vulnerabilidades aguas abajo.

La magnitud de los daños a producirse, dependerá de la altura de la presa y del volumen de agua almacenada, de las características de la zona a inundar y de la capacidad de repuesta para evacuar la población ubicada aguas abajo de la presa.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- A Guide to UK Mini-Hydro Developments. British Hydropower Association (BHA), 2005.
- Aspectos Metodológicos para la Elaboración de Modelos de Evaluación del Impacto Ambiental por Acciones Antrópicas en el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Nora Pouey, UNR Editora, 1999.
- Best Practices for Sustainable Development of Micro Hydro Power in Developing Countries - Final Synthesis Report. Department for International Development UK, and The World Bank, 2000.
- Dams and the Environment - Considerations in World Bank Projects. World Bank Technical Paper Number 10, The World Bank, 1989.
- GHG Measurement Guidelines for Freshwater Reservoirs. UNESCO/International Hydropower Association (IHA), 2010.
- Good Dams and Bad Dams: Environmental Criteria for Site Selection of Hydroelectric Projects. Latin America and Caribbean Region Sustainable Development Working Paper 16, The World Bank, 2003.
- Grandes Represas en América. Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA), 2009.
- Guías Metodológicas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Grandes presas. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, España, 1995.
- Guía para el Desarrollo de una Pequeña Central Hidroeléctrica. European Small Hydropower Association (ESHA), 2006.
- Guía para Solicitud de la Autorización Ambiental Previa. DINAMA, 2009.
- Hydropower Sustainability Assessment Protocol. International Hydropower Association IHA, 2010.
- Ingeniería y Territorio, IT Nº 62, Presas y Embalses, Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, España, 2003.
- Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental, Banco Mundial, Trabajo Técnico Número 140, Volumen II - Lineamientos Sectoriales (Represas y reservorios).
- Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental, Banco Mundial, Trabajo Técnico Número 154 Volumen III - Lineamientos para Evaluación Ambiental de los Proyectos Energéticos e Industriales (Proyectos hidroeléctricos).
- Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Larry W. Canter, 1998.
- Manual de la Pequeña Hidráulica - Cómo llevar a buen fin un proyecto de minicentral hidroeléctrica. European Small Hydropower Association (ESHA), 1998.
- Minicentrales Hidroeléctricas, Manuales de Energía Renovables. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Madrid, España, 2006.

Notas del curso de grado “Elementos de Ingeniería Ambiental”. Dra. Ing. Alice Elizabeth González, IMFIA - FING - Udelar, 2011.

Notas del curso de grado “Introducción a la Evaluación y Gestión Ambiental”. Ing. Carlos Amorín, IMFIA - FING - Udelar, 2009.

Notas del curso de posgrado “Fundamentos de Generación Hidroeléctrica”. Ing. Daniel Schenzer, IMFIA - FING - Udelar, 2011.

Sustainability Guidelines. International Hydropower Association (IHA), 2004.

## **ANEXO**

El trabajo realizado se consolidó en una cartilla que sirve como guía para los estudios de impacto ambiental de futuros emprendimientos de PCH.

DATOS SOBRE EL PROYECTO	SI	NO	RESPUESTA / OBSERVACIONES	VALOR	UNIDAD
<b>Potencia a instalar y salto disponible</b>					
¿Cuál es la potencia a instalar?					MW
¿Cuánta energía se espera generar por año?					MWh
¿Cuántas turbinas se propone instalar?					cantidad
¿Qué desnivel se prevé entre aguas arriba y aguas debajo de la presa?					m
<b>Caudal de operación y caudales ambientales</b>					
¿Cuál es el área de la cuenca de aporte para el punto de cierre?					Hás
¿Se conoce cuál es el regimen de caudales en el punto de cierre de la cuenca (caudal de estiaje, caudal medio anual, valores extremos de máxima y de mínima)?	SI	NO			L/s
¿Se cuenta con una curva de aforo en el punto de cierre?	SI	NO			
¿Se tiene definido el regimen de operación del embalse?	SI	NO			
¿Cuál es el regimen de caudales ambientales que se asegurará aguas abajo del cierre?					L/s

Volumen del embalse y tiempo de residencia				
¿Cuál será el volumen máximo embalsable?				m <sup>3</sup>
¿Cuál será la profundidad media y la profundidad máxima del embalse?				m
¿A qué profundidad se encontrará la descarga de fondo?				m
¿Cuál será el tiempo medio de residencia en el embalse (a partir de V y Q)?				días
En un año de pluviosidad media: ¿cuánto tiempo permanecerá el embalse a cota de vertido o mayor?				días
En un año de pluviosidad media: ¿cuánto tiempo permanecerá el embalse por debajo de su cota media?				días
Área a inundar				
¿Cuál es el área a inundar por el embalse?				Hás
¿Se tienen identificados los padrones a inundar?	SI	NO		Nº padrones
¿A cuántos propietarios distintos pertenecen actualmente los padrones a inundar?				
¿Cuál es el uso actual de los padrones a inundar?				
¿Está prevista la adquisición de las tierras a inundar?	SI	NO		

¿Está previsto solicitar la imposición de algún tipo de servidumbre?	SI	NO			
¿Existen actualmente construcciones en el área a inundar?	SI	NO			
Si hay construcciones en el área a inundar: ¿están actualmente en uso?	SI	NO			
Si hay construcciones en uso en el área a inundar: ¿cuál es su uso actual?					
Si los usos identificados en la pregunta anterior incluyen viviendas, escuelas, depósitos, instalaciones productivas (invernáculos, criaderos, corrales, etc.): ¿se tienen cuantificados los usuarios y/o la producción?	SI	NO			
¿Cuáles son las opciones que se manejan para los usos que actualmente se realizan en las construcciones mencionadas en la respuesta anterior?					
¿Cuál es la relación Hás/MW instalado?					Hás/MW
<b>Vegetación a inundar</b>					
¿Se prevé realizar una limpieza del área a inundar previo a la implantación del embalse?	SI	NO			
¿Qué espesor de suelo se prevé retirar?					m
¿El embalse inundará montes? ¿Cuál es el área de montes, monte ribereño y monte de parque a inundar?	SI	NO			Hás
¿El embalse inundará palmares? ¿Cuál es el área de palmares a inundar?	SI	NO			Hás

¿Cuántos ejemplares de gran porte (árboles, palmas, etc.) se encuentran en el área a inundar?					<b>cantidad</b>
¿En cuánto se estima la biomasa asociada a los ejemplares anteriores?					<b>kg</b>
<b>Seguridad de presas</b>					
¿Se ha verificado la estabilidad de la presa?	<b>SI</b>	<b>NO</b>			
¿Cuál es el ancho del vertedero de excedencias?					<b>m</b>
¿Cuál es la longitud del canal de vertido a prever aguas abajo del vertedero?					<b>m</b>
¿Cuál es la sobreelevación del nivel en el embalse debido a la laminación de la tormenta de diseño?					<b>m</b>
¿Qué altura de revancha se prevé para evitar el sobrepasamiento del terraplén?					<b>m</b>
<b>Sedimentación en el embalse</b>					
En función del tipo de suelos en la cuenca de aporte y de su uso actual: ¿se prevé un arrastre importante de sedimentos?	<b>SI</b>	<b>NO</b>			
¿En cuánto se estima la pérdida de la capacidad de almacenamiento del embalse debido a la sedimentación?					<b>m<sup>3</sup>/año</b>
¿Se conoce la erodabilidad del suelo en el área afectada?	<b>SI</b>	<b>NO</b>			
En función del uso actual de los suelos en la cuenca de aporte: ¿se prevé un aporte importante de fósforo en el material que sea arrastrado hacia el embalse?	<b>SI</b>	<b>NO</b>			



Distancia a la red eléctrica					
¿Cuál es la distancia al punto de conexión a la red de electricidad?					km
¿Será necesario construir una subestación de transformación?	SI	NO			
En caso de que se requiera construir una subestación: ¿en dónde estará ubicada?					
¿La línea eléctrica a construir será aérea o enterrada?					
¿De qué voltaje será la línea eléctrica a construir para posibilitar la conexión a la red?					kV
Fase de construcción - Movimiento de tierra y mano de obra requerida					
¿Cuál es la longitud estimada de la obra de cierre?					m
¿Cuál es el ancho medio del coronamiento de la presa?					m
¿Cuál es el volumen estimado de la presa?					m <sup>3</sup>
¿La presa proyectada es homogénea o heterogénea?					
¿Con qué materiales se prevé construirla (faldones y núcleo)?					
¿Se prevé la colocación de enrocado en el faldón de aguas arriba?	SI	NO			

¿De dónde se prevé extraer el material para construir la presa?					
¿Cuál es el volumen de material a transportar hasta el sitio de las obras?					m <sup>3</sup>
¿Cuál es la distancia media de transporte del material para la construcción de la presa?					km
¿Cuál es el plazo estimado de realización de las obras?					meses
¿Cuántas plazas de trabajo directas se estima generarán las obras?					cantidad
¿Qué porcentaje de la mano de obra será contratada entre la población local?					%
¿Cuántas personas se estiman se trasladarán a residir en la zona de obras durante la construcción de las mismas?					cantidad
<b>Estado de la caminería</b>					
¿Cuál es el estado actual de la caminería de acceso a la zona del proyecto?					
¿La caminería de la zona está correctamente señalizada?	SI	NO			
¿La caminería de la zona es apta para el tránsito pesado correspondiente a la fase de construcción?	SI	NO			

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO RECEPTOR	SI	NO	RESPUESTA	VALOR	VALOR
<b>Usos del suelo</b>					
¿Cuáles son los usos actuales del suelo, aguas arriba de la PCH?					
¿Los usos del suelo aguas arriba alteran la calidad de agua del curso o podrán alterar la calidad del agua del embalse?	SI	NO			
¿Cuáles son los usos actuales del suelo aguas abajo de la PCH?					
¿La presencia del embalse podrá alterar alguno de los usos del suelo aguas abajo de la PCH?	SI	NO			
¿Existen zonas de prioridad forestal aguas arriba del área a inundar? ¿Están actualmente forestadas?	SI	NO			
¿Existen zonas de prioridad forestal en el área a inundar? ¿Están actualmente forestadas?	SI	NO			
<b>Índice CONEAT</b>					
¿Cuál es el índice CONEAT ponderado de los suelos a inundar?					
¿Cuál es el valor máximo del índice CONEAT de los suelos a inundar?					
¿Cuál es el valor mínimo del índice CONEAT de los suelos a inundar?					

Usos del curso de agua					
¿Cuáles son los usos actuales del curso de agua aguas arriba de la PCH?					
¿Los usos del curso de agua aguas arriba alteran la calidad de agua del curso o podrán alterar la calidad del agua del embalse?	SI	NO			
¿Cuáles son los usos del curso de agua aguas abajo de la PCH?					
¿La presencia del embalse podrá alterar alguno de los usos del curso de agua aguas abajo?	SI	NO			
Calidad del curso de agua					
¿Se dispone de una línea de base de calidad de aguas, aguas arriba y aguas abajo del sitio de implantación de la PCH?	SI	NO			
Agua subterránea					
¿Actualmente se explota el agua subterránea en la zona? ¿Con qué fines?	SI	NO			
¿Es esperable que la obra afecte los niveles y patrones de flujo del agua subterránea de la zona de influencia?	SI	NO			
¿Se conoce cómo la presencia del embalse podrá afectar al nivel freático en el área de influencia?	SI	NO			
Ecosistemas acuáticos					
¿Existen especies o ecosistemas acuáticos de importancia en el área de estudio que podrán verse afectados por la presencia del embalse y/o la caminería de acceso?	SI	NO			

¿Se conoce cuál es el impacto sobre los ecosistemas acuáticos aguas arriba y aguas abajo de la presa?	SI	NO			
¿El proyecto contempla infraestructura para permitir la movilidad de las especies acuáticas entre ambos lados de la obra de cierre?	SI	NO			
<b>Ecosistemas terrestres</b>					
¿Existen ecosistemas o especies terrestres de importancia en el área de estudio que podrán verse afectados por la presencia del embalse y/o la caminería de acceso?	SI	NO			
¿La zona de implantación de la PCH es hábitat de especies terrestres con algún nivel de riesgo de conservación?	SI	NO			
<b>Avifauna</b>					
¿La zona de implantación de la PCH es hábitat permanente o estacional de especies de aves con algún nivel de riesgo de conservación?	SI	NO			
<b>Áreas protegidas</b>					
¿Existen áreas protegidas que estén declaradas como tales en el área de influencia del proyecto? Ubicar con precisión	SI	NO			
¿Existen áreas protegidas o de especial significación, aun si no están declaradas como tales, en el área de influencia del proyecto? Ubicar con precisión	SI	NO			
¿Qué instituciones tienen a su cargo la gestión de las áreas protegidas o de especial significación mencionadas?					
¿Las áreas protegidas lo son por algún paisaje especial, por su biodiversidad, por ser hábitat de algunas especies, ...? Detallar	SI	NO			

Distancias a poblaciones					
¿Cuál es la localidad más cercana ubicada aguas abajo de la PCH? ¿A qué distancia se encuentra? ¿Cuál es su población estable?					habitantes
¿Cuál es la localidad más cercana ubicada aguas arriba de la PCH? ¿A qué distancia se encuentra? ¿Cuál es su población estable?					habitantes
Existencia de inundaciones aguas abajo					
¿Ocurren inundaciones en la zona de influencia del proyecto? ¿Con qué frecuencia?	SI	NO			
Patrimonio arqueológico					
¿Se conoce o presume la existencia de patrimonio arqueológico (prehistórico) en el área de implantación de la PCH?	SI	NO			
¿Se conoce o presume la existencia de patrimonio histórico en el área de influencia directa del proyecto?	SI	NO			
Paisaje					
¿Existe alguna visual protegida que podría ser afectada por el proyecto?	SI	NO			
¿Existe alguna visual con valor significativo que podría ser afectada por el proyecto?	SI	NO			

Potenciales conflictos y compatibilidad con la normativa existente					
¿El proyecto es compatible con las políticas de uso del cuerpo de agua?	SI	NO			
¿El proyecto es compatible con las directrices locales de ordenamiento territorial?	SI	NO			
¿Se prevén otros usos para el agua del embalse (además de la generación hidroeléctrica)?	SI	NO			
¿Actualmente en la zona existen conflictos causados por el uso del agua?	SI	NO			
¿Es posible que se generen nuevos conflictos debido al uso del agua del embalse?	SI	NO			
¿Existen otros proyectos similares en el área de influencia del emprendimiento?	SI	NO			
¿La población local está al tanto del proyecto?	SI	NO			
¿Se ha evaluado la percepción social sobre el mismo? ¿Cuál es el resultado de la evaluación?	SI	NO			