

Central Hidroeléctrica Pando

1. Establecer medidas para que el caudal ecológico de la central sea el 10% del caudal promedio interanual, tal como lo establece la Autoridad Nacional del Ambiente para los proyectos hidroeléctricos.

A continuación vamos a presentar las modificaciones que se van a producir debido a aumentar el caudal ecológico desde un 5% hasta un 10% del caudal medio hidrológico del río Chiriquí Viejo hasta el sitio de la toma (11.7 m³/seg.), con lo que el:

Caudal ecológico será : 1.17 m³/seg.

Por tanto las nuevas variables de generación y potencia firme de la central hidroeléctrica son las siguientes:

- Potencia firme	: 20,463.9 Kw (1.1)
- Energía media anual	: 174.6 GWh.

Esta central hidroeléctrica forma parte de un conjunto de dos centrales hidroeléctricas Monte Lirio y Pando y estos son los cambios producidos, por el aumento del caudal ecológico y la actualización del presupuesto:

- Energía media generada anual:	462.5 Gwh.
- Energía media generada anual en punto de enganche:	455.5 Gwh.
- Inversión total	: \$ 142.8 millones (1.2).
- Costo por Kw. instalado	: 1,695 \$/Kw. (1.3).
- Costo por Kwh generado	: 4.19 centavos por Kwh.

Capacidad y generación.

En el Cuadro 1.1.: se muestra la estimación de la producción anual para el período de registro para la central hidroeléctrica, y para un caudal ecológico del 10%

1.1 Para períodos punta de 8 horas de duración, con un caudal del 95% en la curva de duración del registro y un caudal ecológico del 10% del caudal medio del río en ese punto.

1.2 Esta cifra incluye intereses incurridos durante el período de construcción de las centrales hidroeléctricas. La inversión neta, sin incluir estos gastos financieros es de \$ 124.3 millones.

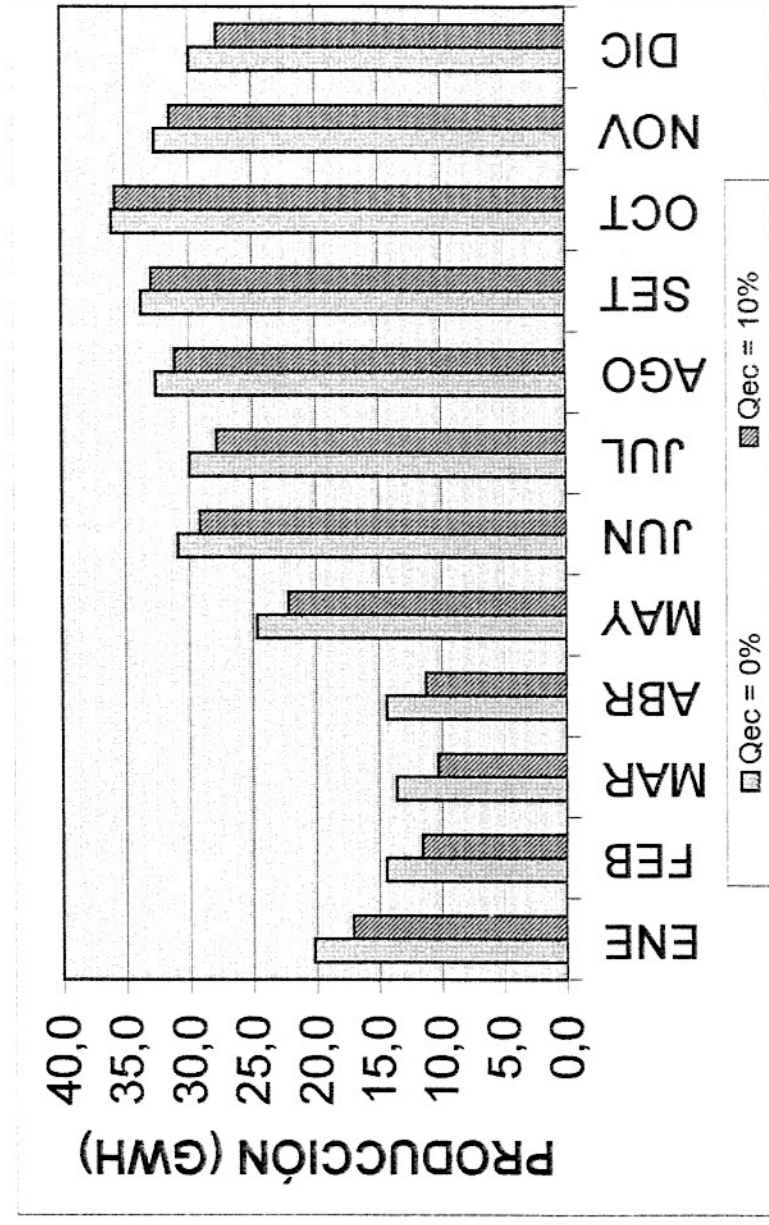
1.3 El costo por Kw. instalado sin incluir gastos financieros representa 1,476 \$/Kw.

Central Hidroeléctrica Pando

del caudal medio del río. Estas estimaciones han sido realizadas a partir de los caudales diarios, recortados hasta la capacidad máxima de la central hidroeléctrica, y utilizando el nivel medio de operación del embalse de acumulación previsto, para la Central Hidroeléctrica Pando.

El Gráfico 1.1. nos muestra la comparación entre la generación de energía eléctrica media mensual de esta central hidroeléctrica considerando sin caudal ecológico y con un caudal ecológico del 10% del caudal medio del río en el lugar de la toma.

Gráfico 1.1.
Producciones Medias Mensuales, Central Hidroeléctrica Pando



Durante los seis meses más húmedos del año (desde junio a noviembre), la Central Hidroeléctrica Pando, se genera el 63.3% del total generado en un año medio.

1.3 El costo por Kw. instalado sin incluir gastos financieros representa 1,476 \$/Kw.

Central Hidroeléctrica Pando

Cuadro 1.1.
Generación Media Anual, Central Hidroeléctrica Pando (Qec = 10%)

CALCULO DE GENERACION MEDIA ANUAL (1958-1994)		POTENCIA=		Qec=10%		
Proyecto:	PANDO	32,600 kW				
Alternativa	1,3 Fecha:	08/01/03	Hf/Hbruta		0,075	
Ef.Pond.=	87,50%	Ef. fullgate=	90,50% H.b.med.=		271,36	
Indispon.=	2,50%	H.BrutaMax.=	274,00 m			
Qdiseño=	14,50 m ³ /s	H.Neta=	253,50 m			
E.Energ.=	0,60 kWh/m ³	Oscilac.=	8 m			
Año	F.Planta	Qmedio (m ³ /s)	Qturbinado (m ³ /s)	Vol.Gen. (Hm ³)	(Q/Qd) ³	Energ. (Gwh/año)
1958	0.546	9.15	7.92	249.7	0.249	152
1959	0.509	9.03	7.38	232.8	0.212	142
1960	0.582	10.40	8.43	266.0	0.288	161
1961	0.472	8.43	6.84	215.8	0.178	132
1962	0.554	9.65	8.03	253.4	0.257	154
1963	0.585	10.28	8.48	267.5	0.291	162
1964	0.605	10.63	8.77	276.6	0.315	168
1965	0.566	9.90	8.21	258.9	0.270	157
1966	0.662	11.35	9.59	302.5	0.387	182
1967	0.658	11.53	9.54	300.7	0.381	181
1968	0.669	11.96	9.69	305.7	0.396	184
1969	0.574	10.55	8.33	262.7	0.279	160
1970	0.762	15.67	11.05	348.5	0.535	208
1971	0.736	13.13	10.67	336.5	0.494	201
1972	0.621	10.42	9.00	283.8	0.334	172
1973	0.685	13.83	9.93	313.3	0.419	188
1974	0.732	14.22	10.61	334.6	0.488	200
1975	0.668	14.06	9.69	305.7	0.396	184
1976	0.639	10.84	9.26	292.1	0.357	176
1977	0.508	8.80	7.36	232.2	0.210	142
1978	0.561	9.65	8.14	256.6	0.265	156
1979	0.686	14.12	9.95	313.7	0.420	189
1980	0.702	12.25	10.18	321.1	0.443	193
1981	0.694	12.17	10.07	317.4	0.432	191
1982	0.583	10.14	8.45	266.5	0.289	162
1983	0.550	9.20	7.98	251.5	0.253	153
1984	0.714	13.78	10.35	326.5	0.461	196
1985	0.626	10.57	9.08	286.2	0.340	173
1986	0.540	10.33	7.83	247.0	0.242	150
1987	0.590	10.58	8.56	269.9	0.297	164
1988	0.690	14.96	10.01	315.6	0.426	190
1989	0.710	12.07	10.29	324.6	0.455	195
1990	0.670	11.45	9.72	306.4	0.398	185
1991	0.714	13.24	10.35	326.3	0.460	196
1992	0.610	10.24	8.84	278.9	0.321	169
1993	0.699	13.26	10.14	319.8	0.439	192
1994	0.727	14.20	10.54	332.2	0.480	199
Promedio	0,635	11,59	9,21	289,2		175
Desv. Stand						20

Central Hidroeléctrica Pando

2. Explicar los controles que se tendrán en la presa de gravedad, para conocer el mecanismo de control que permita verificar los caudales ecológicos que se deben garantizar entre el sitio de presa y de descarga.

Lo que se busca es el garantizar que al menos se produzca la descarga, de una manera permanente de un caudal de $1.17 \text{ m}^3/\text{seg.}$, aguas abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Pando.

Para asegurar de forma fehaciente que se produzca esta descarga se deberá dejar prevista una válvula y una tubería que contará con 0.5 m. de diámetro y ubicada a través del cuerpo de la presa. La carga normal de esta válvula vendrá dada por la diferencia de altura existente entre el nivel normal de operación de la presa y el punto de ubicación de la misma. De una forma preliminar se establecen las siguientes cotas (estos valores se deberán verificar una vez que se realice el diseño definitivo de la central hidroeléctrica):

- Cota de nivel máximo normal de operación del embalse : $1,220 \text{ msnm.}$
- Cota de nivel mínimo normal de operación del embalse : $1,212 \text{ msnm.}$
- Cota media de operación del embalse : $1,217 \text{ msnm.}$
- Cota línea centro de tubería de desagüe : $1,205 \text{ msnm.}$

Por lo tanto:

- La carga sobre válvula (nivel mínimo) = $1,212 - 1,205 = 7 \text{ m.}$
- La carga sobre válvula (nivel máximo) = $1,220 - 1,205 = 15 \text{ m.}$
- La carga sobre válvula (nivel medio) = $1,217 - 1,205 = 12 \text{ m.}$
- Diámetro de la válvula = 0.5 m.

Central Hidroeléctrica Pando

Caudal al 100% de apertura (nivel mínimo)=

$$Q = CA\sqrt{2gH} = 0.5 * \frac{\pi}{4} * 0.5^2 * \sqrt{2 * 9.81 * 7} \approx 1.17 \cdot m^3 / s$$

Caudal al 100% de apertura (nivel medio)=

$$Q = CA\sqrt{2gH} = 0.5 * \frac{\pi}{4} * 0.5^2 * \sqrt{2 * 9.81 * 12} = 1.50 \cdot m^3 / s$$

Caudal al 100% de apertura (nivel máximo)=

$$Q = CA\sqrt{2gH} = 0.5 * \frac{\pi}{4} * 0.5^2 * \sqrt{2 * 9.81 * 15} = 1.68 \cdot m^3 / s$$

Se observa que la válvula tendría una capacidad de descarga de entre 1.68 y 1.17 m³/s, dependiendo del nivel del embalse. Para asegurar la descarga del caudal requerido de forma constante se instalará un sistema de control que variará la apertura de la válvula entre un 80% y un 100% según el nivel del embalse.

Además de los sistemas de control automáticos propuestos, con el objeto de no incumplir con el caudal ecológico, se ha propuesto la medida M2: Programa de Monitoreo sobre el Caudal Ecológico propuesto. Esta medida consiste en el seguimiento permanente del cumplimiento de la medida CE – 1: Mantenimiento del Caudal Ecológico, su cumplimiento será responsabilidad del Director de la central hidroeléctrica. La enorme importancia de esta medida, hace aconsejable que además de la lógica supervisión del cumplimiento de esta por parte del Director, se diseñe como medida el control para el aseguramiento del caudal ecológico, de manera que cuando voluntaria o involuntariamente este caudal mínimo no pase aguas abajo de la presa, inmediatamente se tomen las previsiones pertinentes.

Esta medida será del más estricto cumplimiento, por tanto, aun en el caso que finalmente se diseñe y construya una estructura que garantice el paso automático del caudal ecológico se tengan mecanismos adicionales de control.

La medida lo que pretende es monitorear la cantidad de agua que se deja pasar a través del cauce del río Chiriquí Viejo a partir de la toma donde ha sido desviado por la represa para que corresponda con el caudal ecológico seleccionado. Para ello se

Central Hidroeléctrica Pando

4. Complementar la información relacionada con la afectación a los usuarios del río, principalmente durante la época seca y en los tramos críticos entre los sitios de captación y descarga

La Central Hidroeléctrica Pando aprovecha las aguas del río Chiriquí Viejo entre las cotas de 1,220 y 946 m.s.n.m. El trecho de este río que va a ser utilizado por esta central hidroeléctrica tiene una longitud aproximada de 7.8 Km. (para el conjunto de las dos centrales hidroeléctricas será de 17.6 km.).

En la figura 4.1, se muestra un esquema del trecho de la cuenca del río Chiriquí Viejo que va a ser aprovechada por las centrales hidroeléctricas así como de la red de drenaje principal.

La cuenca del río Chiriquí Viejo a partir de la presa de derivación de esta central hidroeléctrica (SPP), y aguas abajo de la misma los afluentes principales que nos encontramos son los siguientes:

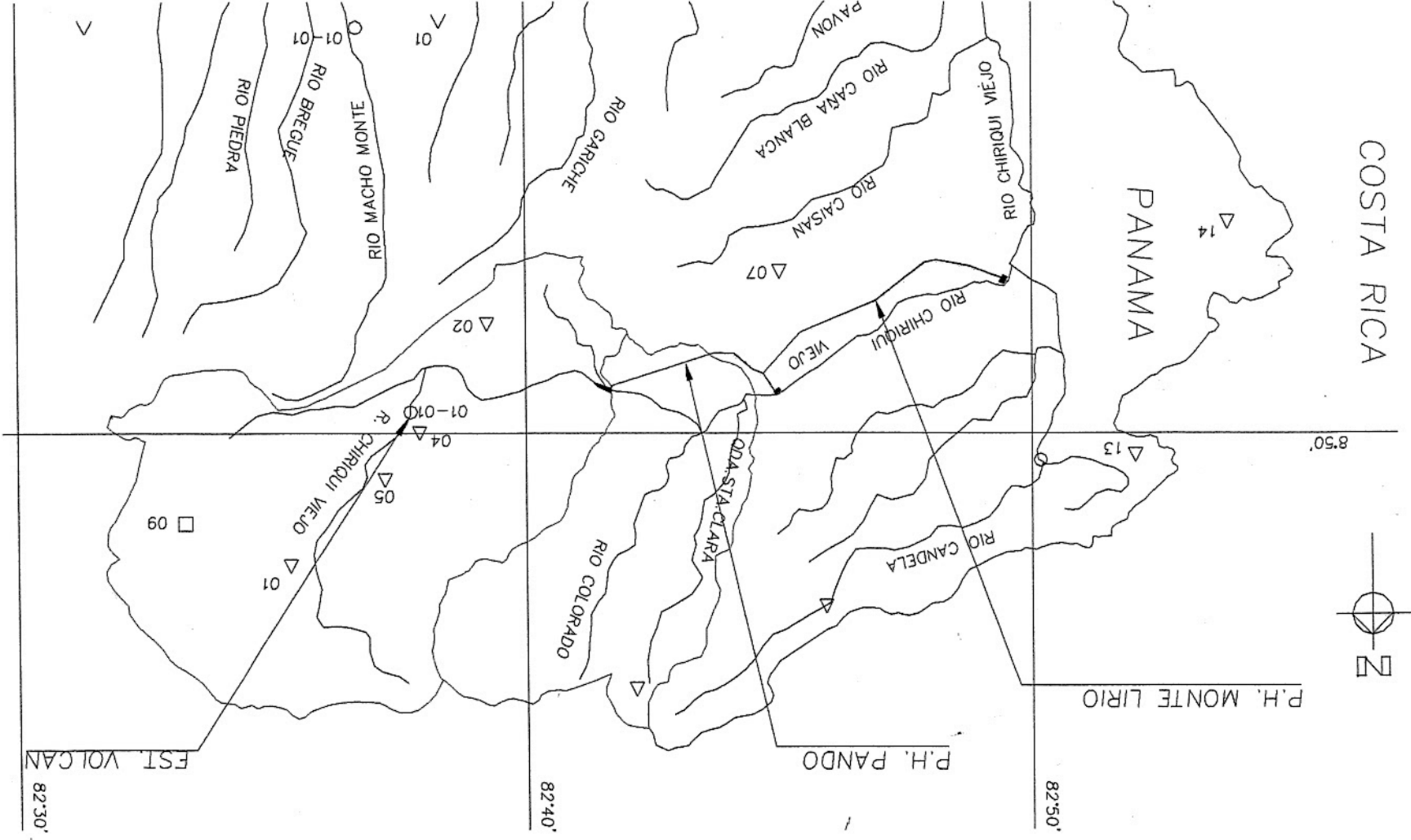
- El Río Colorado, que se une al cauce del río Chiriquí Viejo a una distancia de aproximadamente unos 4.5 km río aguas abajo del SPP.
- La Quebrada de Santa Clara, que se une al cauce del río Chiriquí Viejo a una distancia de aproximadamente unos 6.5 km. aguas abajo del SPP.
- El río Candela, que se une al cauce del río Chiriquí Viejo a una distancia de menos de 1 km aguas abajo del desfogue de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio.

A parte de los afluentes identificados y con cierta importancia, a lo largo del mismo río existen otras áreas de drenaje tributarias que contribuyen con caudales adicionales por medio de pequeñas quebradas, y que no han sido cuantificados individualmente en este estudio.

Central Hidroeléctrica Pando

Gráfico 4.1.

Esquema de la cuenca aprovechada



Central Hidroeléctrica Pando

Cuadro 4.1.

Cuencas tributarias y caudales (4.1).

Caudal modificado entre C. Natural	Caudal acumulado modificado	Caudal acumulado natural	Caudal medio	Caudal específico	Area de drenaje	Cuencas tributarias y caudales (4.1).						
						km ²	L/seg/km ²	m ³ /seg	m ³ /seg	m ³ /seg	%	
						Hasta derivación C.H. Pando	184,0	63,7	11,7	11,7	1,17	10,0%
						Entre derivación y unión río Colorado	14,7	65,0	1,0	12,7	2,17	17,1%
						Cuenca río Colorado	50,2	68,0	3,4	16,1	5,57	34,6%
						Entre río Colorado y Queb. Sta. Clara	3,8	66,0	0,2	16,3	5,77	35,4%
						Cuenca Quebrada Santa Clara	21,0	68,0	1,4	17,7	7,21	40,6%
						Entre Queb. Sta. Clara y desfogue P.	1,4	68,0	0,1	17,9	7,35	41,1%
						Sub-total derivación C.H. Monte Lirio	275,1	64,9	17,9	17,9	1,79	10,0%
						Derivación y desfogue C.H. Monte Lirio	35,0	71,0	2,5	20,3	4,29	21,1%
						Sub-total desfogue C.H. Monte Lirio	310,1	65,6	20,3	20,3	20,3	100,0%

4.1 Los cálculos están realizados considerando un caudal ecológico del 10% del caudal medio del río Chiriquí Viejo en las zonas de la toma.

Estudio de Impacto Ambiental Categoría III

Información complementaria 4.3

Central Hidroeléctrica Pando

El Cuadro 4.1: Cuencas Tributarias y Caudales, nos muestra una estimación de los caudales medios anuales con que contribuyen los afluentes y zonas tributarias de la cuenca del río Chiriquí Viejo en el tramo ocupado por las centrales hidroeléctricas. Esta estimación está basada en los estudios hidrológicos de las centrales hidroeléctricas y supone unos caudales específicos derivados de la información obtenida de las estaciones hidrológicas existentes, así como de la información de la distribución de la lluvia.

La información que se presenta dentro de este cuadro 2, se explica a continuación

- Caudal medio: Es el caudal medio anual con que contribuyen cada una de las subcuencas.
- Caudal acumulado natural: Es el caudal medio anual natural en el cauce del río Chiriquí Viejo en el punto de unión de este río con la cuenca tributaria.
- Caudal acumulado modificado: Es el caudal medio anual en el cauce del río Chiriquí Viejo en el punto de unión con la cuenca tributaria una vez que las centrales hidroeléctricas entren en operación.
- Caudal modificado entre caudal natural: Es el porcentaje de caudal medio remanente con relación al caudal natural una vez que las centrales hidroeléctricas entren en operación.
- Inmediatamente aguas abajo de cada una de las derivaciones de las centrales hidroeléctricas se ha supuesto un caudal ecológico del 10% del caudal medio del río Chiriquí Viejo en ese punto.

Por simplificación en los cálculos realizados no se han tomado en cuenta los caudales adicionales que son vertidos en las derivaciones durante los meses de invierno, los cuales agregan un 18% adicional de caudal aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio.

Central Hidroeléctrica Pando

Las conclusiones que se pueden observar analizando este cuadro 2, son las siguientes:

1) Como se puede apreciar, inmediatamente aguas abajo de la derivación de esta central hidroeléctrica el caudal remanente es de un 10% del caudal medio anual. Como se indica en los párrafos anteriores, este porcentaje no incluye aquellos vertidos adicionales que ocurren durante la estación lluviosa, que para el caso de esta central hidroeléctrica llegan a alcanza hasta aproximadamente un 13% del caudal medio. Por ello, los porcentajes del cuadro representan una condición crítica en la cual no hay vertidos.

2) A partir de ese punto, y por la contribución de las áreas de drenaje aguas abajo, el caudal remanente se incrementa de manera paulatina hasta alcanzar un 17.1% del caudal acumulado natural, hasta que se llega al punto de la unión con el río Colorado.

En este punto, dada la importante contribución de dicho afluente, el caudal remanente se incrementa hasta alcanzar un 34.6% del caudal acumulado natural. Este porcentaje se incrementa luego hasta un 40.6% al unirse con la Quebrada de Santa Clara.

3) En el sitio de desfogue de esta central hidroeléctrica, que como se sabe coincide con la derivación de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio, el caudal remanente vuelve a disminuir hasta el 10% del caudal medio (que es caudal ecológico propuesto). De nuevo, en este porcentaje no se incluyen los vertidos adicionales, que para la Central Hidroeléctrica Monte Lirio alcanzan un 18% del caudal medio en un año promedio.

4) Este valor se ve incrementado de forma gradual hasta alcanzar un 21.1% justo en el sitio de la restitución de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio, lugar en donde se vuelve a restituir plenamente el caudal total natural del río Chiriquí Viejo.

Central Hidroeléctrica Pando

5. Incluir aspectos relacionados con el manejo, mantenimiento y descarte de maquinaria, equipo, combustible y lubricantes.

En cuanto al mantenimiento y descarte de maquinaria se incluye el informe "Especificaciones técnicas para el mantenimiento en las Centrales Hidroeléctricas Monte Lirio y Pando", que ha sido realizado por la empresa de ingeniería ENERCONSULT, S.A.

En una obra de las características de la que estamos desarrollando en este estudio, resulta bastante posible que se puedan producir vertidos accidentales de todo tipo, los más corrientes son: aceites pesados, combustibles, concreto, gravas, lubricantes, neumáticos, repuestos, y en general de todo tipo de basuras.

En algunos casos algunos de estos vertidos pueden dar lugar a implicaciones muy serias en el medio receptor de los mismos, llegando en ocasiones a crear problemas de toxicidad que pueden llegar a superar incluso la localización puntual y trasladan los efectos (impactos) ambientales negativos a otras cuencas espaciales más amplias a través del propio cauce.

Se plantean dos orígenes diferentes:

— Durante la construcción de la central hidroeléctrica Pando:

1. Potencial contaminación proveniente de derrames de sustancias hidrocarbonadas debido al goteo desde la maquinaria pesada y los equipos de transporte: La contaminación del suelo por sustancias hidrocarbonadas como combustibles, aceites y lubricantes en general, de uso frecuente en la maquinaria pesada y los equipos de transporte para la construcción de esta central hidroeléctrica, pueden ocasionar una serie de impactos sobre las tierras del área de la central hidroeléctrica.

Se trata que durante la construcción de la central hidroeléctrica se evite cualquier tipo de derrame de esas sustancias, y caso de que se diera un

Central Hidroeléctrica Pando

derrame accidental, se cuente con el protocolo correcto para corregir el efecto ambiental de inmediato.

Se considera como impacto negativo, intensidad media, extensión media, efecto inmediato, persistencia permanente (durante toda la construcción), irreversible (caso de ocurrir contaminación) y sobre el cual es posible llevar a cabo medidas preventivas para disminuir la intensidad del efecto ambiental. La importancia de impacto se califica como importancia media.

2. Incendio: Otro posible impacto producto de los derrames de aceites y combustibles es la posibilidad de que se inicie un incendio a partir de estos en el suelo o en el almacén de la misma.

3. Potencial contaminación de las aguas (superficiales y subterráneas) por hidrocarburos de la maquinaria, equipos de transporte: Este impacto es similar al anterior pero, su diferencia estriba en que en este caso el medio afectado podrían ser aguas tanto superficiales como subterráneas. Esto puede ocasionar una serie de impactos en cadena, que podrían llevar a contaminar las aguas superficiales y subterráneas.

El impacto se valora negativo, intensidad media, extensión parcial, efecto inmediato, permanente (durante todo el proyecto), irreversible. La importancia del impacto es baja.

4. Contaminación del suelo por aceites y sustancias hidrocarbonadas desde los sitios de almacenamiento: Este impacto es similar a los dos impactos anteriores, su diferencia estriba en que en este caso el origen es del lugar donde están almacenados.

5. Contaminación por el mantenimiento de la maquinaria pesada y los equipos de transporte utilizados durante la construcción de la central hidroeléctrica (neumáticos, repuestos, etc.): Hay que tener en cuenta que tanto la construcción como el transporte de materiales y personas van a ser subcontratados, por lo que también lo serán la maquinaria y los equipos de

Central Hidroeléctrica Pando

transporte y deberán ser las propias empresas subcontratadas las que se encarguen de su mantenimiento y bajo ningún concepto estarán autorizados a arrojar los desechos del mantenimiento en el área de la central hidroeléctrica.

Medidas correctoras:

- Que la maquinaria y equipo cuenten con un efectivo y eficiente mantenimiento y ajuste para que de sus motores no se produzcan goteos o derrames de sustancias hidrocarburadas.
- Que en la medida de lo posible se evite el realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada y elementos de transporte dentro del área de la central hidroeléctrica. Sería más aconsejable hacerlo en talleres mecánicos cercanos.
- Que la central hidroeléctrica cuente con un sitio para acumular y almacenar las sustancias hidrocarburadas. El sitio se impermeabilizará con una geomembrana impermeable y se diseñará de forma que cuente con un drenaje que permita la recolección de cualquier derrame, a fin de que las mismas puedan ser recogidas por medio de un material absorbente como por ejemplo el aserrín.
- Que para la carga de estas sustancias se cuente con recipientes y equipo básico portátil para retener y contener cualquier goteo o derrame accidental, evitando en la medida de lo posible, que el mismo pueda hacer contacto con el suelo.
- Para el caso de emergencia por incendio la central hidroeléctrica deberá contar como requisito básico con los medios fundamentales para mitigar rápida y efectivamente el surgimiento de este fenómeno antes de que pueda extenderse (5.1). Esto significa que se deberá contar con suficientes extintores de incendio, debidamente llenos y con buen

5.1 Dada la ubicación de la central hidroeléctrica inicialmente se debe contar solamente con los medios propios con los que se cuente para evitar que pueda extenderse.

Central Hidroeléctrica Pando

mantenimiento. Asimismo deberá contarse con personal capacitado para este fin, y capaz de atender este tipo de emergencia en caso de que se presente. Este tipo de compromiso deberá ser trasladado al contratista que desarrolle el proyecto por medio de una cláusula contractual específica. Como parte de las medidas también la coordinación de la central hidroeléctrica contará con los medios de comunicación básicos para notificar a las autoridades el surgimiento de una emergencia y la solicitud de ayuda necesaria, si así se requiriera.

— Durante la operación de la Central Hidroeléctrica Pando: En este caso los impactos disminuyen respecto a la fase constructiva:

1. Potencial contaminación proveniente del mantenimiento de la maquinaria de la propia central hidroeléctrica: Básicamente por el cambio de aceite, que suele realizarse cada 20,000 horas de producción.

El aceite utilizado en la maquinaria de las centrales hidroeléctricas, en general se puede reciclar, ahorrando costes tanto económicos, como ambientales.

2. Contaminación de aguas (superficiales y subterráneas) por aceites desde los sitios de almacenamiento: Este impacto es similar al Impacto N° 4, su diferencia estriba en que en este caso el medio afectado podrían ser aguas subterráneas.

3. Incendio: Al igual que durante la construcción, existe la posibilidad de que se inicie un incendio de los derrames en el suelo de aceites y combustibles o en el almacén de la misma.

4. La generación de desechos líquidos se limitará únicamente a las operaciones administrativas en la casa de máquinas, los cuales se dispondrán en un tanque séptico.

5. Generación de desechos sólidos: será mínima. Los principales se producirán en el área de casa de máquinas y se originarán por los recambios de la

Central Hidroeléctrica Pando

maquinaria y a desechos de tipo doméstico, los cuales serán dispuestos en el relleno sanitario municipal.

Medidas correctoras:

- En todo caso será conveniente que cuando se sirva el aceite original, se guarden los bidones de carga iniciales, que servirán para retirarlo una vez usado (5.2) y se negociará con el propio suministrador que entregue el aceite nuevo, para que se encargue del tratamiento del aceite utilizado. Aprovechando el mismo camión de suministro para llevarse el aceite usado.
- Que la central hidroeléctrica cuente con un sitio para acumular y almacenar los aceites y bidones. El sitio se impermeabilizará con una geomenbrana impermeable y se diseñará de forma que cuente con un drenaje que permita la recolección de cualquier derrame, a fin de que el mismo pueda ser recogido por un material absorbente como por ejemplo el aserrín.
- Como durante la construcción, en el caso de emergencia por incendio la central hidroeléctrica deberá contar con los medios fundamentales para mitigar rápida y efectivamente el surgimiento de un incendio antes de que pueda extenderse (5.3). Se deberá contar con al menos 2 extintores de incendio, debidamente llenos y con buen mantenimiento y con personal capacitado para este fin capaz de atender esta emergencia en caso de que se presente. También contará la central hidroeléctrica con los medios de comunicación básicos para notificar a las autoridades el surgimiento de una emergencia y la solicitud de ayuda necesaria, si así se requiriera.

5.2 Cuando ya no sea posible su reciclado.

5.3 Como durante la construcción, teniendo en cuenta la ubicación de la central hidroeléctrica inicialmente se debe contar solamente con los medios propios con los que se cuente para evitar que pueda extenderse.

Central Hidroeléctrica Pando

6. Presentar un cronograma y los costos establecidos para las medidas de mitigación propuestas.

COSTOS DE MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y CONSERVACIÓN.

a) Medidas OH: Obras Hidráulicas y Fluviales.

Cubren un aspecto muy importante a considerar dentro de un proyecto hidroeléctrico al estar relacionado con posibles afectaciones hidrológicas que podría sufrir el río debido a la construcción de la nueva central hidroeléctrica. Conviene resaltar que algunos de los cambios introducidos, también desencadenarán otros impactos biológicos y socioeconómicos. El conjunto de medidas de ingeniería civil hidráulica propuestas tienen como objetivo final el mitigar o corregir todos estos impactos.

Su presupuesto de costos está incluido en el presupuesto general de construcción de la central hidroeléctrica y por tanto no se ha desglosado.

b) Medida CE – 1: Mantenimiento del caudal ecológico.

Para mantener un nivel mínimo de caudal o caudal ecológico que no será derivado de su cauce, este caudal mínimo será del 10% del caudal medio del río Chiriquí Viejo en el punto de la toma ó 1.17 m³/seg.

Por lo que se dejará de generar energía eléctrica equivalente a 14.45 Gwh. y su valor anual (por el precio medio previsto) representa \$ 830,654 y el costo total será, durante 40 años de producción actualizando el precio de acuerdo con el IPC previsto, de \$ 40,607,658. y el VAN (descontando al 12%) para los 40 años analizados es de \$ 7,430,573. A pesar de ello, finalmente no se ha incluido como costo dado que este debe considerarse que no se tendría en ningún caso derecho a utilizarse.

c) Medida OH – 1: Obras de protección de márgenes.

Conjunto de obras de ingeniería civil – hidráulica para prevenir, mitigar y corregir efectos resultantes de la desviación de parte del caudal del río; que producirá en el

Central Hidroeléctrica Pando

propio cauce, aguas abajo de la toma y recepción, un conjunto de afectaciones hidrodinámicas como consecuencia de la pérdida del equilibrio hidráulico del río.

Los muros se construirían en las riberas del río, si así lo indica el estudio geomorfológico, aunque se prevé que posiblemente haya que instalarlos en 4 sitios si el resultado del monitoreo lo indica. Las dimensiones y tipo de estructuras requeridas llegarían a ocupar en el peor de los casos un volumen de 1,800 m³ de gavión, con un costo aproximado de \$ 42/m³, lo que representa un costo total de \$ 75,600. Estos costos son para las dos centrales hidroeléctricas, y se reparten al 50% entre cada una.

d) Medida OH – 2: Dragado y limpieza del embalse.

Para mejorar el volumen de acumulación del embalse, que por tamaño y situación va a ser bastante afectado (6.1). Los vaciados requieren para la central hidroeléctrica 24 horas (4 h. vaciado, 10 h. limpieza y 10 h. llenado) y habrá que hacerlo dos veces al año (un día en septiembre u octubre y otro en diciembre) en media el primer día representa una generación perdida de 0.68 Gwh. y el segundo 0.58 Gwh. de acuerdo con el precio estimado de 5.7473 cent./Kwh., representa \$ 72,231, al año. El costo para los 40 años de producción, actualizando el precio con el IPC previsto es de \$ 3,531,112. Y su VAN (descontado al 12%) para los años analizados es de \$ 459,909.

Además habrá que realizar un dragado y limpieza en el embalse cada 20 años. Se estimó que el costo de la limpieza a precios de hoy sería de unos \$ 30,000 (6.2), que habría que realizar dos veces en el horizonte analizado, el valor total será de \$ 80,467 (actualizando su costo con el IPC) y el VAN sería \$ 3,013. Se imputa el 75% a esta central hidroeléctrica (Costo \$ 22,500; Valor total \$62,179 y VAN \$2,328).

La pérdida en generación de energía durante 2 ó 3 semanas, al coordinarla con una reparación mayor de maquinaria o mantenimiento, se considera solo la mitad de la pérdida imputable a este concepto, 10 días en diciembre de dentro de 23 y 43 años. Representa una pérdida de generación de 5.77 Gwh. por el precio estimado actualizado con el IPC representa \$ 889,125 y el VAN descontado al 12% representa \$ 33,288.

6.1 Al ser dos centrales hidroeléctricas en cascada, la que está aguas arriba atrapará un mayor volumen de arrastres y por tanto se verá más afectada.

6.2 Para ambas centrales hidroeléctricas.

Central Hidroeléctrica Pando

e) **Medida CS – 1: Reforestación con fines de protección, estéticos y recuperación de la cobertura vegetal en sitios de escombreras y depósitos de materiales.**

Consiste en la plantación de árboles (especies nativas) para proteger y embellecer la orilla del embalse y sitios afectados por el depósito de materiales y la siembra de gramíneas para dar una rápida cobertura al terreno en las escombreras, para mitigar los procesos erosivos que se suelen presentar en este tipo de superficies.

El costo de reforestar para unas 20 has. con un costo de establecimiento y mantenimiento durante los primeros 5 años de \$ 2,200/ha. y año, lo que representa un total de \$ 44,000 que se imputa el primer año de operación. Para fines estéticos se propone la plantación formando hileras (2 – 3) en las áreas afectadas con una longitud de 5 km. para ambas centrales hidroeléctricas y un costo de establecimiento y mantenimiento durante 5 años de \$1,575/ha. El costo total será \$7,875 y se imputará la mitad a cada central hidroeléctrica en el primer año de operación de cada una.

Recuperar la cobertura vegetal en las escombreras sembrando gramíneas y/o estolones, con un costo de \$357/ha., para un total de \$2,500, para las dos centrales hidroeléctricas. Los costos imputables a esta central hidroeléctrica serán de \$ 49,188.

f) **Medida CS – 2: Formulación del plan de manejo para la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.**

Es prioritario para la central hidroeléctrica la realización e implementación de un programa de conservación de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, para que el agua que llegue a la misma sea limpia y con el menor número de arrastres posible. El costo de formular este plan se estimó en unos \$ 75,000 y se distribuirá proporcionalmente a la potencia instalada de cada central hidroeléctrica (\$ 29,021 para esta central hidroeléctrica), y se imputa el año en que empieza a generar cada una.

g) **Medida CS – 3: Obras Civiles de Conservación.**

El costo de esta medida no se ha desarrollado todavía y no se incluye ya que será contemplado dentro de los presupuestos generales de la central hidroeléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando

h) **Medida OE – 1: Ampliación, prolongación, mejoras y mantenimiento de vías.**

El costos para su desarrollo no se considera un costo exclusivamente ambiental, aunque si está considerada en los presupuestos generales de la central hidroeléctrica.

i) **Medida N1: Normas sobre deforestación.**

La necesidad de remover la cobertura vegetal en el vaso del embalse para evitar problemas posteriores, en la calidad del agua y funcionamiento de turbinas. El embalse tendrá una superficie aproximada de 180,000 m², de los que algo menos de 150,000 estarán fuera del cauce del río sobre los que habrá que actuar. Lo que representa un costo de \$450/ha. el costo se estimó en unos \$ 6,750, y se imputará el año que comienza a operar.

j) **Medida N2: Organización y adecuación de áreas de trabajo.**

Su costo estimado asciende a \$174,221.92, que se han distribuido entre protecciones individuales y protecciones colectivas, como se aprecia en el cuadro 6.1.: Costos de las protecciones. que aparece a continuación, el mismo se muestra con todo detalle en el anexo número 9: Seguridad e higiene en el trabajo (6.3).

**Cuadro 6.1.
Costos de las protecciones**

	Acumulado	Monte Lirio	Pando
Protecciones individuales	\$39,013.73	\$23,917.62	\$15,096.11
Protecciones colectivas	\$135,208.19	\$82,890.24	\$52,317.95
Total	\$174,221.92	\$106,807.86	\$67,414.06

Los costos totales para esta central hidroeléctrica serían de \$ 67,414 (protecciones individuales \$ 15,096 y colectivas \$ 52,318). Aunque estos importes no se

6.3 Estas cantidades son para las dos centrales hidroeléctricas y se han repartido en función de la potencia instalada de cada una de ellas.

Central Hidroeléctrica Pando

han incluido dado que están considerados dentro de los presupuestos generales de la central hidroeléctrica.

k) Medida M1: Programa de monitoreo de afectaciones fluviogeomorfológica del río Chiriquí Viejo.

Seguimiento y control del comportamiento del río en el tramo afectado para que la dirección pueda detectar posibles afectaciones previstas y no previstas, y obtener información para decidir sobre la aplicación de medidas de mitigación fuera de las propuestas en este estudio u otras surgidas a raíz del monitoreo. Para su realización el sitio idóneo será aguas abajo de la central hidroeléctrica. Interesa monitorear posibles inundaciones, rebalse y signos de socavación lateral, aunque dado que la central hidroeléctrica desagua directamente en el desarenador de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio, su incidencia será mínima. A pesar de ello, se propone monitorear 2 veces al año, especialmente después de producirse algún evento extraordinario.

El equipo de trabajo estaría formado por un ingeniero hidráulico, un geólogo y dos peones y realizaría los dos recorridos al año, de dos días cada uno de duración. Además, se estimaron dos días adicionales para trabajo de gabinete por cada recorrido para la preparación de informes y logística. Deberá disponer de un vehículo rural y también se presupuestarán viáticos. El costo anual de este programa se estimó en \$ 2,652, desde el inicio de operaciones de la central hidroeléctrica.

Cuadro 6.2.:

Costos anuales previstos para la medida M1

	Número	Días	Costo	Total
Peones	4	4	\$12	\$192
Técnicos	2	4	\$120	\$960
Técnicos (6.4)	2	4	\$100	\$800
Viáticos	2	4	\$50	\$400
Vehículo (6.5)	1	4	\$75	\$300
		Total		\$2,652

6.4 Trabajo de gabinete.

6.5 Costo de vehículo completo por día.

Central Hidroeléctrica Pando

El cuadro 6.2.: Costos anuales previstos para la medida M1. muestra, los costos anuales previstos y durante 40 años de vida útil de la central hidroeléctrica, se actualiza con el IPC previsto. El total es \$ 129,646, y el VAN (descontado al 12%) \$ 16,886, se imputará a partir de su entrada en operación, a esta central hidroeléctrica se le asigna un 25% (\$ 32,412 y \$ 4,221) y se imputará a partir de la entrada en operación.

l) Medida M2: Programa de monitoreo del caudal ecológico.

Esta medida pretende controlar y asegurar la cantidad de agua que se dejará pasar a través del cauce del río en la zona donde el agua ha sido desviado por la represa para que corresponda con el caudal ecológico seleccionado. Para ello se deberá instalar una estación de medida aguas abajo de la presa y lo más cerca posible de esta.

Este programa deberá permanecer activado durante toda la vida útil de la central hidroeléctrica. Para estimar su costo se consideró la dedicación de una hora y media semanal de un operario para reemplazar las bandas y de una hora y media por cada quincena de un ingeniero para interpretar los resultados que hayan sido obtenidos. Esto representa un costo de unos \$1,000 por año, y para los 40 años de vida analizados. Se actualiza con el IPC previsto totalizando \$ 50,386, y el VAN (descontado al 12%) \$ 7,320, se imputará a partir de su entrada en operación. Los valores incluyen una inversión inicial para la instalación de un limnógrafo y equipo complementario, con un costo estimado de unos \$ 1,500.

m) Medida M3: Programa de monitoreo de descargas de sólidos.

Para identificar y evaluar los posibles daños ambientales o cambios que se puedan producir sobre fauna y vegetación acuática, así como cambios físicos que se perciban a lo largo del cauce del río aguas debajo de la presa, luego de realizada la operación de limpieza de fondo o de zolves de sedimentos del embalse. Se estimó un costo preliminar de unos \$ 2,500 imputables en el año de inicio de operaciones. El costo anual de las lecturas lo realizará personal contratado por la empresa, por lo que no se considera ningún costo adicional.

Central Hidroeléctrica Pando

n) Medida M4: Programa de monitoreo e inspección ambiental durante la construcción.

Para ello, lo primero que se requiere es nombrar un inspector ambiental que se responsabilice de dar seguimiento a esta materia durante su construcción (unos 2 años, más 6 meses antes y 18 meses después de su finalización). Laborará a jornada completa y tendrá la función de apoyo a la auditoría rutinaria. Durante el tiempo que dure su labor contará con un vehículo rural y de facilidades necesarias para realizar su trabajo.

Se ha estimado un costo anual para este programa de \$ 45,000 durante 4 años. Se actualiza anualmente de acuerdo con el IPC previsto y el total es de \$ 182,718, y el VAN (descontado al 12%) es de \$ 138,550. Se distribuirá proporcionalmente a la potencia instalada de cada central hidroeléctrica, Coste del programa \$ 17,412; Coste total \$ 70,702 y el VAN \$ 53,611.

o) Medida M5: Programa de monitoreo de la calidad del agua y de comunidades acuáticas.

Para realizar un seguimiento de los posibles cambios que se presenten en la calidad del agua en el tramo del cauce afectado, por la construcción y presencia de la central hidroeléctrica, para lo que se realizarán análisis de laboratorio, antes (6.6), durante y después de su construcción: aguas arriba y abajo del embalse. También es conveniente realizar un plan de seguimiento de las comunidades acuáticas. La duración será de 3 años, comenzando al inicio de su construcción y hasta un año después de finalizar. Su costo será de unos \$ 2,000 anuales. El costo total, actualizando el costo anual con el IPC previsto será de 6,060; y el VAN descontando al 12% es de \$ 4,848

p) Medida P1: Programa de rescate arqueológico.

Es un programa preventivo para evitar que algo que sería totalmente irreparable, como la pérdida del patrimonio arqueológico del país. Los costos previstos serán \$ 350 (pagos al mes del experto) al inicio de la construcción, después este importe se actualiza de acuerdo con el IPC previsto, para los años de su construcción, más un año

6.6 Ya han sido realizados en dos ocasiones.

Central Hidroeléctrica Pando

más. A este importe se añadirán \$ 575 al mes, por otros gastos para que esta persona pueda desarrollar su labor. Representa un total para las dos centrales hidroeléctricas de \$ 45,070, y el VAN descontados los flujos al 12% es de \$ 34,176, distribuidos proporcionalmente a la potencia instalada de cada central hidroeléctrica. Coste del programa \$ 17,440 y el VAN 13,224.

q) Medida P2: Programa de ingeniería de detalle ambiental para obras de conservación.

Conjunto de obras inherentes a ingeniería civil y ecología para subsanar impactos que presenten como consecuencia de procesos unitarios de construcción de la central hidroeléctrica. Los costos de preparación del programa serán: un ecólogo y un ingeniero civil, contratados durante dos meses al año, durante la construcción (unos 7 meses de trabajo), contratados a tiempo parcial. La labor a realizar sería: recopilación y análisis de la información básica necesaria; reconocimiento y toma de mediciones en campo; trabajo de gabinete; determinación de cálculos métricos y estimación de costos y especificaciones de construcción de las medidas seleccionadas. Por tanto el presupuesto definitivo no estará finalizado hasta no concluir la ingeniería de detalle.

El monto para cubrir estos servicios se estimó en unos \$ 25,000. Además se requiere un vehículo rural con un costo de \$ 12,000 (alquiler a largo plazo del vehículo y combustible). Por tanto, el costo de esta medida sería de unos \$ 37,000. Para las obras se ha presupuestado un total de \$ 97,272 y el VAN descontado al 12% \$ 68,440.

r) Medida P3: Programa de fomento de nuevos usos turísticos.

Para mitigar Afectaciones Estéticas y Turísticas, se aplicará, principalmente, en el embalse y alrededores. Sus características de oscilación, y tamaño, dificulta su aprovechamiento con fines de recreación, por tanto se pueden acondicionar áreas fuera de la zona de seguridad del mismo con espacios para picnic y miradores. Cada área contará con una superficie de unos 500 m² y se ha previsto que sean tres, el costo de la tierra está incluida en la superficie general a comprar. Se estimó un costo aproximado de \$ 15,000, por instalación. El costo total será de \$ 45,000, y se imputará en el año de inicio de la central hidroeléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando

Otras facilidades para camping y quizás, un muelle flotante para fomentar el uso del espejo de agua, para canotaje, velerismo, bicicletas acuáticas y similares. En caso de que finalmente se pueda construir, dada su oscilación deberá delimitarse con cuerdas, boyas flotantes y rótulos preventivos el área de seguridad del embalse a fin de prevenir accidentes. El terreno necesario para estas infraestructuras se estimaron en 2 has., incluidas en el presupuesto de tierras a comprar. La inversión en estas infraestructuras se estimó en unos \$ 20,000, y se imputará el año de inicio de operación de la central hidroeléctrica. Por tanto el costo previsto de esta medida será de \$ 65,000.

s) **Medida P4: Plan de información y relaciones con la comunidad.**

Es un plan de información, buena comunicación y relaciones con la comunidad, para proponer mecanismos efectivos de comunicación entre la promotora y los pobladores de las áreas afectadas. El costo de este plan se estimó en \$ 50,000, para las dos centrales hidroeléctricas. Además está el plan de información a comerciantes. El costo del plan se estimó en \$ 25,000, para las dos centrales hidroeléctricas. Curso de inducción al personal foráneo contratado a fin de adiestrarle con las normas de comportamiento ciudadano y tradiciones específicas de la región, para ayudarles a convivir con la población residente sin conflictos traumáticos. Se estimó el costo de este plan en \$ 10,000, para las dos centrales hidroeléctricas.

Por tanto el costo total ascenderá a \$ 85,000 distribuidos proporcionalmente a la potencia instalada de cada central hidroeléctrica, y el costo atribuido a esta central hidroeléctrica ascenderá a \$ 32,890, y se imputará al inicio de la construcción.

t) **Medida GA – 1: Gestiones relativas a permisos de paso y establecimiento de servidumbres.**

Se creará un equipo de trabajo formado por un topógrafo, un abogado y dos operarios, para la labor previa de investigación (6.7). Una vez determinada el área afectada, se identificará al propietario de la finca y se procederá a investigar y verificar en campo propietario y estado del área afectada. Posteriormente se negociará la compra de la tierra, permiso de paso, o establecimiento de servidumbre.

6.7 Para que estas labores sean realmente productivas deberá contarse con la ingeniería de detalle de la central hidroeléctrica, para tener seguridad sobre las áreas afectadas.

Central Hidroeléctrica Pando

En el costo del equipo se incluye 6 semanas de trabajo del topógrafo y los dos operarios. Deberán contar con un vehículo rural durante el período de trabajo de campo y habrá que presupuestar viáticos. Además para el trabajo de gabinete, se prevé 1 día a la semana durante 6 meses. Se prevé un costo total de \$ 150,000, y se imputará la mitad a cada central hidroeléctrica al inicio de operaciones.

u) Costos de mitigación, prevención y conservación.

El Cuadro 6.3: Costos de las medidas propuestas, muestra los presupuestos de las medidas descritas: principales, complementarias y de cumplimiento obligatorio para la central hidroeléctrica. El monto total de estas medidas para la central hidroeléctrica será \$ 770,568. El VAN descontado al 12% anual es de \$ 542,171.

Cuadro 6.3.:

Costos de las medidas propuestas

	Costos	V.A.N.
Medidas OH: Obras Hidráulicas y Fluviales.		
Medida CE – 1: Mantenimiento del caudal ecológico.	(6.8)	(6.8)
Medida OH – 1: Obras de protección de márgenes.	(6.9)	(6.9)
Medida OH – 2: Dragado y limpieza del embalse (6.10).	\$ 37,800	\$ 37,800
Medida CS – 1: Reforestación (protección y estética) y recuperación cobertura vegetal (escombreras y depósitos de materiales).	\$ 62,179	\$ 2,328
Medida CS – 2: Formulación del plan de manejo cuenca alta del río Chiriquí Viejo.	\$ 49,188	\$ 49,188
Medida CS – 3: Obras Civiles Conservación.	\$ 29,021	\$ 29,021
	(6.11)	(6.11)

6.8 El presupuesto de costos de esta medida se incluyen en el presupuesto general de la central hidroeléctrica y por tanto no necesitan su desglose en este apartado.

6.9 No se incluye la pérdida de generación cuyo valor anual es de \$ 830,654 y para 40 años actualizando el precio con el IPC previsto es \$ 40,607,658. Y el VAN (descontado al 12%) para los 40 años es de \$ 7,430,573.

6.10 No se incluye la pérdida de generación anual cuyo valor para los 40 años actualizando el precio con el IPC previsto es \$ 3,991,021 y su VAN (descontado al 12%) es de \$ 495,197.

6.11 El costo de esta medida no se ha desarrollado y no se incluye ya que será contemplado dentro de los presupuestos generales de la central hidroeléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando

Cuadro 6.3.: Cont.

	Costos	V.A.N.
Medida OE - 1: Ampliación, prolongación, mejoras y mantenimiento de vías.	(6.12)	(6.12)
Medida N1: Normas sobre deforestación.	\$ 6,750	\$ 6,750
Medida N2: Organización y adecuación de las áreas de trabajo.	(6.13)	(6.13)
Medida M1: Programa de Monitoreo de Afectaciones Fluviogeomorfológica del río Chiriquí Viejo.	\$ 32,412	\$ 4,221
Medida M2: Programa de monitoreo de descargas de los embalses (caudal ecológico).	\$ 50,386	\$ 7,320
Medida M3: Programa de Monitoreo de descargas de Sólidos (limpieza de fondo).	\$ 2,500	\$ 2,500
Medida M4: Programa de monitoreo e inspectoría ambiental durante la construcción.	\$ 70,702	\$ 53,611
Medida M5: Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua y de Comunidades Acuáticas.	\$ 6,060	\$ 4,848
Medida P1: Programa de rescate arqueológico.	\$ 17,440	\$ 13,224
Medida P2: Programa de ingeniería de detalle ambiental para obras de conservación.	\$ 134,272	\$ 105,440
Medida P3: Programa de fomento de nuevos usos turísticos.	\$ 65,000	\$ 65,000
Medida P4: Plan de información y relaciones con la comunidad.	\$ 32,890	\$ 32,890
Medida GA - 1: Gestiones relativas a permisos de paso y establecimiento de servidumbres.	\$ 75,000	\$ 75,000
Total	\$ 654,642	\$ 472,183

6.12 El costo de su desarrollo no se considera un costo ambiental, aunque si está considerada en los presupuestos generales de la central hidroeléctrica.

6.13 Los costos totales serían \$ 106,807.9 (protección individual \$ 23,917.6 y \$ 82,890.2 colectiva). Aunque estos importes no incluyen al estar considerados en los presupuestos generales de la central hidroeléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando

CRONOGRAMA DE LOS COSTOS ESTABLECIDOS PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.

Año – 2: Se desarrollarán las siguientes medidas:

- Medida N1: Normas sobre deforestación.
- Medida N2: Organización y adecuación de áreas de trabajo.
- Medida M4: Programa de monitoreo e inspección ambiental durante la construcción.
- Medida M5: Programa de monitoreo de la calidad del agua y de comunidades acuáticas.
- Medida P1: Programa de rescate arqueológico.
- Medida P2: Programa de ingeniería de detalle ambiental para obras de conservación.
- Medida P3: Programa de fomento de nuevos usos turísticos.
- Medida P4: Plan de información y relaciones con la comunidad.
- Medida GA – 1: Gestiones relativas a permisos de paso y establecimiento de servidumbres.

Año – 1: Se desarrollarán las siguientes medidas:

- Medidas OH: Obras Hidráulicas y Fluviales.
- Medida OH – 1: Obras de protección de márgenes.
- Medida CS – 3: Obras Civiles de Conservación.

Central Hidroeléctrica Pando

- Medida OE – 1: Ampliación, prolongación, mejoras y mantenimiento de vías.
- Medida N2: Organización y adecuación de áreas de trabajo.
- Medida M4: Programa de monitoreo e inspección ambiental durante la construcción.
- Medida M5: Programa de monitoreo de la calidad del agua y de comunidades acuáticas.
- Medida P1: Programa de rescate arqueológico.
- Medida P2: Programa de ingeniería de detalle ambiental para obras de conservación.
- Medida P3: Programa de fomento de nuevos usos turísticos.
- Medida P4: Plan de información y relaciones con la comunidad.
- Medida GA – 1: Gestiones relativas a permisos de paso y establecimiento de servidumbres.

Año 0 – 40: Se desarrollarán las siguientes medidas:

- Medida CE – 1: Mantenimiento del caudal ecológico.
- Medida OH – 2: Dragado y limpieza del embalse.
- Medida CS – 1: Reforestación con fines de protección, estéticos y recuperación de la cobertura vegetal en sitios de escombreras y depósitos de materiales.
- Medida CS – 2: Formulación del plan de manejo para la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.

Central Hidroeléctrica Pando

- Medida M1: Programa de monitoreo de afectaciones fluviogeomorfológica del río Chiriquí Viejo.
- Medida M2: Programa de monitoreo del caudal ecológico.
- Medida M3: Programa de monitoreo de descargas de sólidos.
- Medida M4: Programa de monitoreo e inspección ambiental durante la construcción. (Solamente durante 6 meses).
- Medida M5: Programa de monitoreo de la calidad del agua y de comunidades acuáticas. (Solamente durante 1 año).
- Medida P1: Programa de rescate arqueológico. (Solamente durante 1 año).
- Medida P2: Programa de ingeniería de detalle ambiental para obras de conservación. (Solamente durante los primeros meses).
- Medida P3: Programa de fomento de nuevos usos turísticos.

Central Hidroeléctrica Pando

8. Complementar la información relacionada con la disposición de desechos y efluentes de origen industrial, haciendo énfasis en las aguas residuales de la construcción de túneles que pueden originar problemas de pH, sólidos en suspensión y residuos de químicas de los torcretos u explosiones.

1) Movimientos de tierras.

Los movimientos de tierra en general se pueden considerar como uno de los grandes problemas durante la construcción de infraestructuras, y en especial de las centrales hidroeléctricas en particular. En la construcción de los diferentes elementos que componen una central hidroeléctrica (8.1), supondrá la realización de excavaciones y movimientos de tierras para desarrollar las cimentaciones y el asentamiento de infraestructuras, apertura y mejoras de caminos, etc.. Básicamente se pueden dividir entre las siguientes etapas:

- 1º) En una primera fase, su localización espacial y actuación según se vayan generando. Hasta su disposición en la ubicación definitiva.
- 2º) Su exposición de forma temporal a los agentes meteorológicos (8.2). El tiempo de exposición debe en cualquier caso planificarse para que sea lo más reducido posible
- 3º) Su ubicación definitiva, tanto en el caso de su reutilización en la restauración del entorno, como en el caso de excedentes (préstamos) la localización de un posible vertedero.

2) Excedentes de tierras.

La realización de los diferentes elementos que componen una central hidroeléctrica implicará la extracción de un gran volumen de tierra que habrá que mover y verter en un lugar diferente al originalmente situado de forma natural. Esta operación

8.1 Principalmente por la construcción de los elementos de derivación, túnel, tubería forzada, tanque de oscilación, etc.

8.2 Especial cuidado durante la estación lluviosa.

Central Hidroeléctrica Pando

representa un gran riesgo caso de que no se realice con cuidado, respecto a su transporte, selección de los lugares para depositar las tierras, tanto temporal como definitivamente (botaderos) y su cuidado posterior con un buen recubrimiento vegetativo.

A continuación se analiza el volumen que va ser generado por los principales elementos que componen la central hidroeléctrica, así como los excedentes que habrá que manejar:

Presa: En el caso de la Central Hidroeléctrica Pando, la presa tendrá una altura de unos 28 m. que por el ancho esperado supone un volumen considerable de excedentes de materiales que podrán ser absorbidos por esta estructura, por tanto, no solo no se considera que va a generar un excedente de tierras por este concepto, sino que se espera que absorba, utilizándola, además de en la propia presa y en los tirantes de la misma, en su camino de acceso.

Por tanto, recibirá una gran cantidad de piedra, gravas y arena para realizar la mezcla de concreto para su construcción, la mayor parte vendrá del túnel caso de que sea de buena calidad (la cantidad reutilizada se descuenta de los excedentes generados por el túnel) y caso contrario del lugar seleccionado para préstamos de material (aunque como ya se ha comentado es bastante improbable que sea necesario su utilización).

Túnel de conducción: Tendrá una longitud de 5,040 m., y un diámetro de 2.6 m. Para los cálculos se ha previsto un revestimiento de concreto reforzado en su totalidad de un espesor de 0.25 m. Representa un volumen aproximado de 38,040 m³. Una parte de estos excedentes será empleada en la construcción de la presa y en los laterales de la misma, se calcula aproximadamente un 20%.

Para efectos de disminuir los tiempos de construcción y mejorar su construcción, se considera necesario la construcción de una ventana que se ubica hacia la mitad del túnel, se elige una zona de no excesiva cobertura, se ha calculado un volumen de unos 4,832 m³.

Tanque de Oscilación: Esta estructura, tendrá 8.5 m de diámetro interno, con una

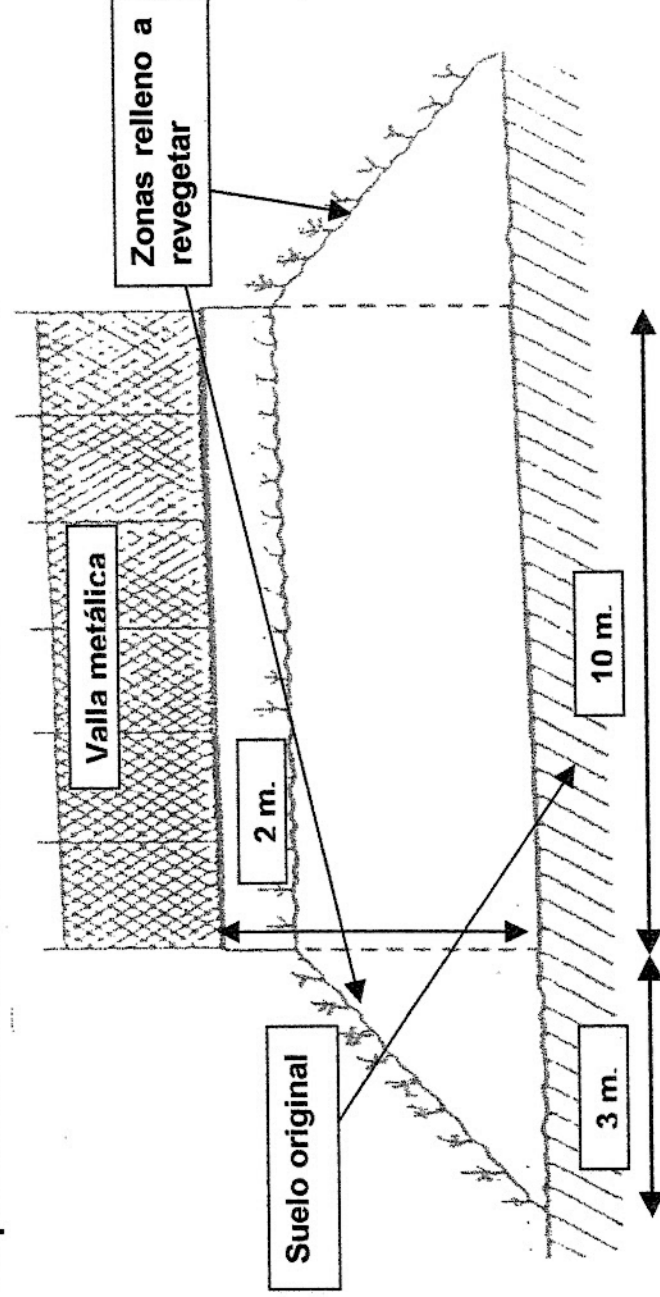
Central Hidroeléctrica Pando

altura total de 60 m. (la mitad del mismo irá enterrado). Teniendo en cuenta que cuenta con un revestimiento de concreto y lámina de acero para soportar la presión interna, representa un volumen aproximado de 2,598 m³, de este se aprovecha aproximadamente 1,851 m³, en el relleno interior alrededor del tanque hasta el muro y el resto en el exterior, quedando un volumen aproximado de 747 m³.

Como se muestra en el Gráfico 8.1.: Esquema de la utilización de los excedentes de tierras en el tanque de oscilación, y donde se aprecia una valla metálica para evitar que caigan personas o animales al mismo, y llevará otra cobertura además de esta valla.

Gráfico 8.1.

Esquema de la utilización de los excedentes de tierras en el tanque de oscilación.



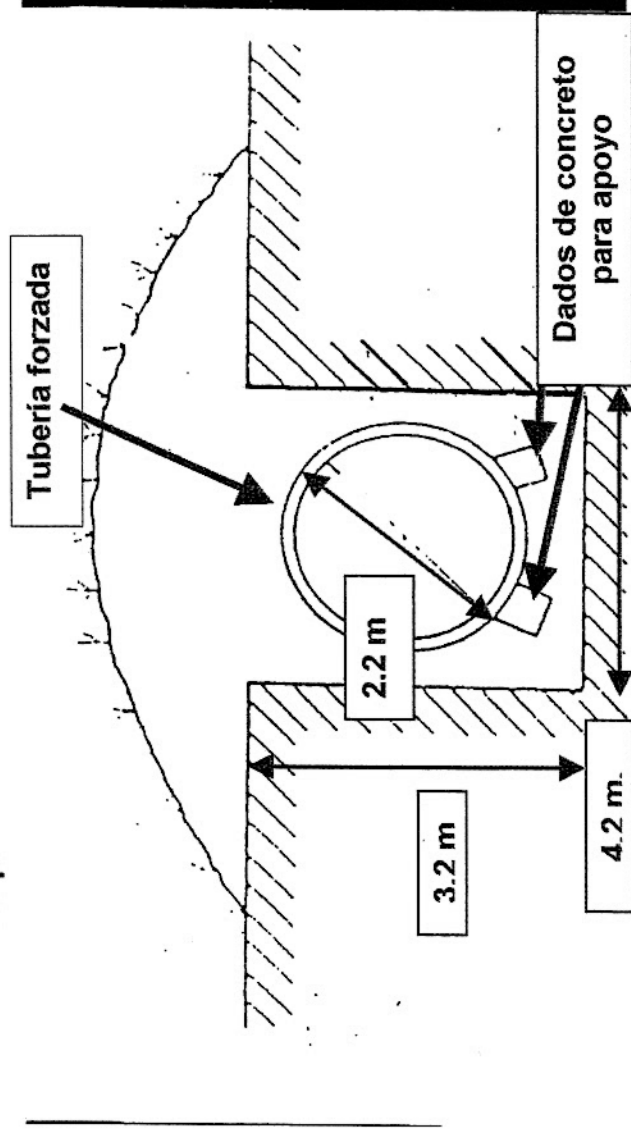
Tubería a presión: Tendrá un diámetro de 2.20 m. y una longitud de 2,140m. esta estructura irá totalmente enterrada y hay que tener en cuenta que deberá tener un margen a cada lado de aproximadamente 1m. mientras que la altura bastará con medio metro, como se muestra en el Gráfico 8.2.. esquema de construcción de la tubería forzada. Esto representa unos excedentes de tierra aproximados de algo más de 20,500 m³, de los que se espera reutilizar aproximadamente un 50% en la sobrecobertura de la misma, quedando un excedente de menos de 10,500 m³, para

Central Hidroeléctrica Pando

añadir a la escombrera.

Gráfico 8.2.

Esquema de construcción de la tubería forzada



Casa de máquinas: La casa de máquinas de esta central hidroeléctrica se ubica en una terraza de pequeño tamaño, situada en la parte izquierda de la cuenca, la mayor parte de los excedentes serán generados por la cimentación y el canal de retorno, que en esta ocasión no irá directamente al río sino al desarenador de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio. Teniendo en cuenta que se va a instalar sobre una pequeña terraza, estos excedentes podrán ser utilizados como medida preventiva para evitar posibles desbordamientos del río y para adecuar los caminos de acceso a la misma y al patio de transformadores. Con lo que finalmente no se esperan excedentes por este elemento.

Excedentes totales: El cuadro 1: Excedentes de materiales de desecho generados, por la construcción de la central hidroeléctrica, Se plantea un saldo total de 62,004 m³, después de que se espera reutilizar unos 20,617 m³, y la casilla de varios es debido a que en el proceso de movimiento de tierras estas se esponjan aumentando temporalmente de volumen, esta se calcula como un 25% previo a la reutilización 16,524 m³.

Central Hidroeléctrica Pando

Cuadro 1.
Excedentes de materiales de desecho generados

	Longitud	Diámetro (ancho)	Volumen
Presa	-	-	-
Túnel	5,040	2.6	38,040
Boca intermedia			4,832
Tubería forzada	2,140	2,2	20,627
Tanque de oscilación	30	8,5	2,598
Casa de máquinas	-	-	-
	Varios		16,524
	Reutilización		20,617
	Total		62,004

3) Escombreras.

Inicialmente se han establecido dos sitios para la colocación de los materiales de desecho, y con ellos se considera que puede ser suficiente para depositar los excedentes generados por la central hidroeléctrica.

Los escombros a deponer en los rellenos serán extraídos de las excavaciones subterráneas y a cielo abierto, cuando sus cualidades no son aptas para ser utilizados posteriormente como agregados de concreto, lastre para caminos, rellenos, etc. Los materiales a depositar no poseen ningún contaminante natural o artificial, se colocarán debidamente compactados. Además, los rellenos serán diseñados para asegurar su estabilidad y protección contra la erosión, deslizamientos e inundaciones. Los sitios seleccionados se identificaron mediante la conjugación de criterios como adecuadas características topográficas, condiciones geológicas, hidrogeológicas, geotécnicas y ambientales.

Central Hidroeléctrica Pando

El área de los dos sitios se ha establecido buscando las formas del terreno más favorables. Las condiciones consideradas incluyen aspectos geomorfológicos, geológicos, geotécnicos, e hidrogeológicos de cada uno. Las mismas se han establecido mediante la interpretación de fotografías aéreas, investigación de campo y análisis de mapas e informes existentes.

1° El primer botadero de esta central hidroeléctrica, se localiza colindante con el portal de entrada al túnel de la central hidroeléctrica, y relativamente cerca y aguas abajo de la presa (quedando por tanto, bastante protegido por la misma), se sitúa sobre la margen izquierda del río Chiriquí Viejo; justo en una terraza creada por un pequeño meandro existente del río Chiriquí Viejo, tiene una forma aproximada parecida a un cuadrado cuyos vértices se sitúan sobre las coordenadas.

Punto 1: N 973,240

E 314,800

Punto 2: N 973,240

E 314,000

Punto 3: N 973,125

E 313,850

Punto 4: N 973,110

E 313,980

Tiene una superficie aproximada de unos 40,000 m², por tanto sería capaz de recibir un volumen de tierras de hasta 100,000 m³. Como se ha comentado, está sobre una terraza reciente (Holoceno) del río Chirripó, la cual presenta parte de un pequeño desvío del mismo río. Los materiales que lo componen son depósitos aluviales y el nivel freático se encuentra muy somero.

2° Se ubica relativamente cerca de la ventana de salida del túnel de esta central hidroeléctrica, aguas abajo del tanque de oscilación y en la parte derecha aguas abajo del trazado de la tubería forzada, a la izquierda del río Chiriquí Viejo. Tiene una forma como de dos paralelogramos (A y B) y de los cuales las coordenadas son las siguientes:

Central Hidroeléctrica Pando

A

Punto 1: N 972,400
E 309,160
Punto 2: N 972,320
E 309,200
Punto 3: N 972,320
E 309,420
Punto 4: N 972,500
E 309,280

B

Punto 1: N 972,290
E 309,425
Punto 2: N 972,290
E 309,510
Punto 3: N 972,100
E 309,425
Punto 4: N 972,100
E 309,510

Su superficie aproximada es de unos 70,000 m², y teniendo en cuenta que existe una altura media posible de hasta 3m. supondría un volumen almacenable de hasta 210,000 m³. Este se encuentra a cierta distancia del río Chiriquí Viejo y está compuesto por materiales aluviales, el flanco sur del lugar se encuentra limitado por conglomerados antiguos y/o brechas vulcano-sedimentarias. La permeabilidad del material aluvial es elevada.

La influencia de las amenazas naturales se ha estudiado considerando eventos de inundación (desbordamiento), erosión intensa, socavación, deslizamiento y licuefacción sísmica de suelos.

El relleno 1 se encuentra prácticamente a nivel del río, pero protegido por la presa de la central hidroeléctrica, con lo cual la amenaza de inundación se considera moderada a baja, aunque, el lugar puede ser erosionado durante avenidas extraordinarias, por lo que la amenaza de erosión también es moderada. La amenaza de deslizamiento se establece como media a baja, y compuestas por bloques de tamaño decimétrico a métrico, los cuales podrían desprenderse en caso de solicitaciones dinámicas importantes. Por las características granulométricas de los depósitos aluviales, estos no son susceptibles a presentar el fenómeno de licuefacción durante sismos. Se considera apto para la colocación de rellenos, por lo que sería conveniente desarrollar, a partir de él alguna medida de protección contra inundaciones y erosión hídrica, aunque no es estrictamente necesario.

Central Hidroeléctrica Pando

El sitio de relleno 2 presenta una amenaza de inundación baja. La amenaza de deslizamiento es media a baja, debido a que el sector donde se ubican las brechas vulcano-sedimentarias presenta pendientes fuertes. El fenómeno de licuefacción se considera que no se puede desarrollar en este tipo de depósitos aluviales.

Preparación previa de las superficies: Los sitios de relleno se localizan en tipos de material muy similares, por lo cual las observaciones y recomendaciones son válidas para cada uno de ellos.

El tratamiento de las superficies es mínimo, únicamente se requiere la remoción de la vegetación, de la capa de suelo húmico y de unos pocos centímetros adicionales de suelo arenoso. Además, será necesario realizar movimientos de tierra para conformar el lugar donde se realiza la disposición. Se espera que no habrá problemas de asentamientos, ni drenaje, pues la capacidad de soporte de los depósitos aluviales es excelente y su permeabilidad es elevada. Se deben de instalar sistemas de cunetas perimetrales, para evitar que el agua de escorrentía superficial ingrese al relleno, con lo que se evita así la erosión de los materiales depositados.

Diseño de los depósitos: Existen varias opciones para la disposición de materiales de desecho. El vertido en forma de cono, dejando que el material de desecho se deposite de acuerdo con su ángulo de fricción interno. En este caso, el material debe ser de un tamaño de grano bastante uniforme y debe depositarse con la ayuda de fajas transportadoras.

Otra segunda opción es la disposición en capas compactadas mecánicamente de 25 a 30 cm. de espesor, esto será función del tamaño de grano y tipo de material depositado. Cuando el terreno presente pendiente, el material puede acomodarse formando terrazas (bancos) y bermas, que deben compactarse al 95% del Próctor Estándar, y diseñarse de acuerdo con las propiedades físico-mecánicas del material de desecho.

4) Impactos ambientales y medidas correctoras.

- a) Aire: Los impactos en el aire se relacionan básicamente con las emisiones de CO₂ de la maquinaria y equipos y el polvo levantado por la excavación y

Central Hidroeléctrica Pando

movimiento de tierras. Este tipo de impacto se produce durante la construcción en todos los componentes de la central hidroeléctrica. El impacto se caracteriza como negativo, intensidad baja, extensión puntual, efecto inmediato, persistencia fugaz a temporal, reversible a corto plazo. La importancia del impacto es baja.

Hay que resaltar que si los movimientos de tierra se realizan durante la estación seca el efecto será ciertamente mayor que en el periodo lluvioso. No obstante, en esta última estación se incrementará el efecto de turbidez en las aguas del río.

Medidas correctoras:

- El humedecimiento previo del suelo sobre el que se va a actuar durante la estación seca.
- El exigir un eficiente mantenimiento de la maquinaria y equipo que intervengan en esta operación.
- El desarrollo de las actividades durante horarios diurnos (8.3).

b) Suelo: Los impactos sobre el suelo se refieren principalmente a los siguientes:

- Compactación y potenciación de erosión: se producirá en todos los componentes de la central hidroeléctrica. El impacto se valora como bajo. Hay que tener en cuenta que las áreas afectadas muestran ya un impacto previo (agricultura o pastos). La compactación del suelo, es un impacto irreversible y tiene que ver con el cambio de uso que sufre el suelo.
- Contaminación por posibles derrames de hidrocarburos por el goteo desde la maquinaria y equipo de trabajo, es un impacto de importancia baja, que podría ocurrir en todos los componentes de la central hidroeléctrica (8.4). La contaminación del suelo por sustancias hidrocarbурadas (combustible,

8.3 Salvo en casos, como el túnel, cuyas labores constructivas no implicarán inconveniencias por la generación de ruido.

8.4 Ver punto 5 de este documento.

Central Hidroeléctrica Pando

aceite, lubricantes etc.), puede suponer una serie de impactos en cadena, que podrían llevar a contaminar las aguas superficiales y subterráneas.

- Pérdida de capa fértil: Se interpreta la pérdida de capa fértil al proceso de remoción y traslado de éste debido al movimiento de tierra y a la construcción de las obras. En este sentido se perderá un área específica, aunque no se trata de una pérdida en el sentido estricto, porque el suelo orgánico se separará durante el movimiento de tierra y almacenado de forma eficiente, de forma que pueda ser reutilizado para reforestar y rehabilitar las áreas al final de la construcción.

Medidas correctoras:

- Exigir a los contratistas que la maquinaria y equipo sean eficiente y periódicamente mantenidos para evitar el goteo y derrame de hidrocarburos.
- Que se realice su mantenimiento en lugares previamente establecidos (taller) y evitar siempre que sea posible su mantenimiento en el área de la central hidroeléctrica.
- Colocación de impermeabilizantes bajo talleres y bodega.
- Sembrar los depósitos con especies pioneras apropiadas, para protegerlos contra la erosión causada por la lluvia, brindarles mayor estabilidad. Posteriormente podrán sembrarse árboles de especies nativas.
- El margen del depósito que colinda con el río deberá protegerse de la erosión hídrica con un dique de pedraplén construido con los materiales más gruesos de los propios excedentes. Esta obra protege el depósito de la erosión y de posibles inundaciones generadas por avenidas extraordinarias.

c) Aguas Superficiales: Estos impactos ambientales difieren en magnitud y calidad, incluyendo entre ellos:

Central Hidroeléctrica Pando

- Alteración local del drenaje pluvial con los movimientos de tierra y construcción de edificaciones, se modifica la escorrentía superficial y las trayectorias de flujo natural del agua de previo a su inicio. Las escombreras generarán también un efecto en el régimen de drenaje pluvial, por la capacidad de infiltración de las mismas y área relativamente pequeña el impacto se considera de baja importancia.
- Contaminación potencial por aporte de partículas sedimentarias (turbidez) o sustancias hidrocarbурadas por eventual goteo de la maquinaria y equipo, es un impacto de importancia moderada, que puede prevenirse con medidas correctoras durante la construcción.

Medidas correctoras:

- Un adecuado manejo de los procesos erosivos y restauración (revegetación) de las áreas alteradas durante este proceso.
- Construcción de piletas de sedimentación en los sitios de concentración de corrientes de escorrentía de previo al paso del agua hacia el río.
- Exigir a los contratistas que la maquinaria y equipo sean eficientes y periódicamente mantenidos y establecer medidas de captura y retención de eventuales derrames en los sitios de estacionamiento.

d) Aguas Subterráneas: Estos impactos se refieren principalmente a los siguientes:

- Pérdida de capacidad de recarga de la zona de aireación: La movilización de suelo y construcción de obras, impermeabilizando algunas áreas y con ello se disminuye el área expuesta para infiltración de agua. Este impacto se considera bajo a muy bajo. También como parte del uso anterior de la tierra era agrícola, se disminuye el aporte de agroquímicos al suelo y al agua subterránea.

Central Hidroeléctrica Pando

- Contaminación por hidrocarburos por goteo desde la maquinaria y equipo:
Presentado con anterioridad.
- Acuíferos colgados: Podrían desarrollarse eventualmente por la compactación de su piso y capacidad de acumular agua en el cuerpo de tierra, arena y roca, que conforma el mismo. Esta situación, bajo condiciones de pendiente puede significar un potencial riesgo de deslizamiento, por la pérdida de cohesión interna originada por el agua subterránea y a la existencia de un mecanismo disparador como un sismo o unas lluvias intensas.

Medidas correctoras: Deberán ser de carácter preventivo para evitar este tipo de situaciones.

- Construcción de drenajes.
- Compactación de los materiales bajo criterios de diseño geotécnico.
- Revegetación de las cuerpos de escombros.

e) Potenciación de amenazas naturales Se refieren principalmente a los siguientes:

- Aumento del poder erosivo del agua por alteración del drenaje pluvial: podría darse con los movimientos de tierra, durante la construcción de los componentes de la central hidroeléctrica. Ocurre por un inadecuado diseño del drenaje pluvial que provoca concentración excesiva de flujos de escorrentía, que en periodos de lluvias pueden tener un gran poder de arrastre provocando así fuerte erosión de suelos y su cobertura, o bien de estructuras. Por las características del proceso constructivo, se considera que este impacto es de importancia de baja a moderada.
- Incremento de amenaza de deslizamiento en taludes de corte. Un corte de un talud, que no tenga el diseño de estabilización adecuado, puede inducir su inestabilidad, y con ello un eventual derrumbe en periodo de lluvia intensa o durante un sismo. Este impacto es negativo y bajo a moderado.

Central Hidroeléctrica Pando

Medidas correctoras:

- Construir un eficiente sistema de drenaje, con canales de desagüe así como las obras necesarias para evitar concentración de flujos de agua capaces de producir efectos erosivos nocivos intensos.
- Diseño geotécnico de los taludes, con un adecuado factor de seguridad, también hacer obras de estabilización de taludes: muros de contención o gaviones en caso necesario, construir drenajes y rápida revegetación de rápido crecimiento y expansión.

f) Generación de desechos sólidos Se refieren principalmente a los siguientes:

- Desechos de material vegetal: Troncos dispersos que deben ser talados de previo al movimiento de tierra, leña de plantas y desecho vegetal de hojas y arbustos varios.
- Escombros de roca y tierra: que no puedan utilizarse como relleno en caminos o taludes de diques o para la construcción, se dispondrán en escombreras. Otros desechos generados se separarán en grupos (madera, orgánicos, plásticos, etc.). Se promoverá el reciclaje y caso de no poderse llevar a cabo se dispondrá en el relleno sanitario municipal.

Medidas correctoras:

- Los troncos cuando sea posible, se transformarán en reglas de madera para reutilizarse. La leña se acumulará en sitios prefijados y donada a la comunidad. El resto del material vegetal se secará o será compostada y se utilizará como abono orgánico.

5) **Vertidos accidentales.**

En cualquier obra de infraestructura del tamaño y de las características de esta central hidroeléctrica, se plantea como posible impacto los vertidos accidentales de muy

Central Hidroeléctrica Pando

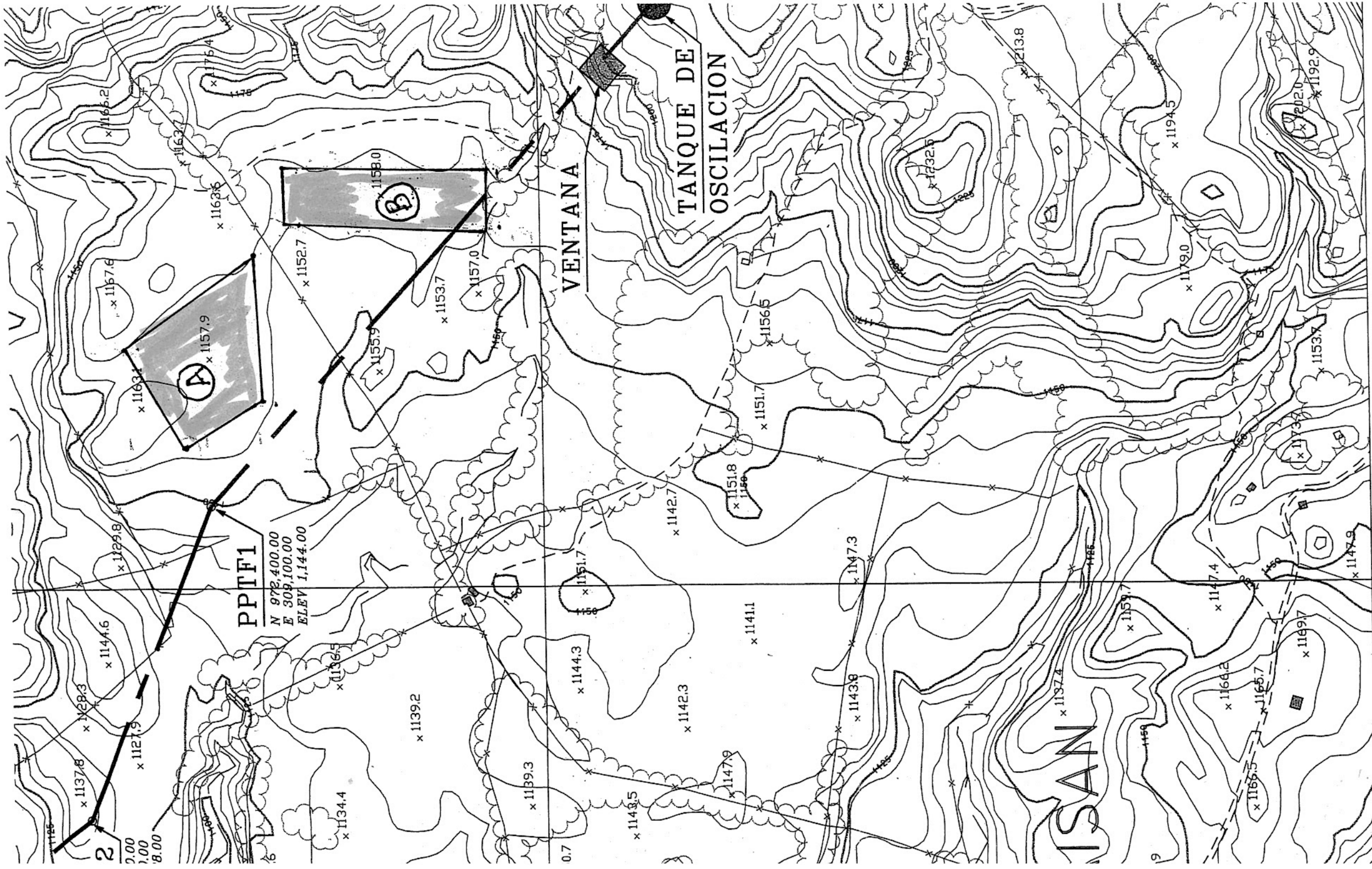
diversa índole, los más comunes suelen ser: concreto, gravas, aceites pesados, sustancias hidrocarburadas, y en general todo tipo de basuras (la mayor parte ya tratadas a lo largo del informe).

En algunos casos estos vertidos accidentales pueden llegar a dar lugar implicaciones muy serias en el medio receptor de los mismos, llegando en ciertas ocasiones a crear problemas de toxicidad que superan incluso la localización puntual y pueden trasladar los efectos ambientales negativos a otras cuencas espaciales más amplias a través del propio cauce.

6) Vertido de finos

Esta es una de las acciones que suele realizarse con mayor frecuencia y resulta ser una de las acciones que conlleva más peligrosidad, en todo tipo de construcciones hidráulicas.

Durante la realización de movimientos de tierras especialmente en la formación de botaderos supone el lavado por escorrentía de una gran cantidad de materiales finos que puede terminar en el cauce del río, esto es especialmente cierto durante la época húmeda, en la que las lluvias torrenciales acrecientan este proceso, pudiendo a efectos bastante nocivos y que se extienden aguas abajo a favor de la corriente.



PPTF1

N 972,400.00
E 309,100.00
ELEV 1,144.00

VENTANA

TANQUE DE
OSCILACION

ISAN

Central Hidroeléctrica Pando

9. Contemplar la información relacionada con los sitios de préstamo, de forma que se incluyan planos de ubicación, datos de yacimiento y las medidas ambientales de restauración en la etapa de abandono.

Para este punto ver el **ANEXO 2: INFORME SOBRE SITIO DE PRÉSTAMO DE MATERIALES.**

Central Hidroeléctrica Pando

11. Otra Información.

MAGNITUD DE LA OBRA EN TÉRMINOS DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA.

Desde la presentación del Estudio del EIA se ha actualizado el presupuesto de inversión que se presenta a continuación en el cuadro 11.1.: Presupuesto de inversión Central Hidroeléctrica Pando todas las cifras vienen expresadas en dólares:

Cuadro 11.1
Presupuesto de inversión Central Hidroeléctrica Pando

ITEM	Und.	Cantidad (11.1)	Costo unitario	Costo total
Primer establecimiento	glb	1,0	\$ 15.477,7	\$ 15.478
Obtención de concesiones				\$ 581.588
Obtención de concesión	glb.	1,0	\$ 357.115,3	\$ 357.115
Gastos comprometidos	glb.	1,0	\$ 224.472,5	\$ 224.472
Facilidades				\$ 751.693
Instalaciones provisionales	glb	1,0	\$ 279.510,8	\$ 279.511
Mitigación ambiental	glb	1,0	\$ 472.182,5	\$ 472.182
Terrenos				\$ 1.286.804
Compra de terrenos	Ha	180,0	\$ 4.219,0	\$ 759.426
Derechos de paso terrenos	Ha.	250,0	\$ 2.109,5	\$ 527.379
Accesos				\$ 1.121.735
Reforzamiento puentes	m	20,0	\$ 1.898,6	\$ 37.971
Caminos reparación	km	3,5	\$ 47.464,1	\$ 166.124
Caminos nuevos pend. moderada	km	4,0	\$ 174.035,0	\$ 696.140
Caminos nuevos pendiente fuerte	km	1,0	\$ 221.499,1	\$ 221.499

11.1 Abreviaturas empleadas: glb: Cantidad global; ha: Hectáreas; m: Metros lineales, m²: metros cuadrados; m³: metros cúbicos; km: Kilómetros; ton: Toneladas; sac: Sacos; Kw: Kilovatios; un: Unidades.

Central Hidroeléctrica Pando

		\$ 5.277.059
<hr/>		
Presa		
Excavación fundación	m ³ 18.200,0	\$ 5,3 \$ 95.983
Concreto rodillado	m ³ 28.500,0	\$ 42,2 \$ 1.202.424
Concreto masivo	m ³ 12.100,0	\$ 84,4 \$ 1.021.006
Concreto estructural	m ³ 5.000,0	\$ 105,5 \$ 527.379
Acero de refuerzo	ton 250,0	\$ 1.054,8 \$ 263.689
Atagüa desvío	m ³ 6.500,0	\$ 7,9 \$ 51.419
Cortina de inyección	m. 3.300,0	\$ 105,5 \$ 348.070
Compuertas	ton 99,0	\$ 8.965,4 \$ 887.579
Otros (20%)	glb 1,0	\$ 879.509,8 \$ 879.510
		\$ 7.549.851
<hr/>		
Túnel		
Excavación portales	m ³ 10.000,0	\$ 3,9 \$ 39.026
Excavación túnel	m ³ 42.450,0	\$ 94,9 \$ 4.029.702
Revestimiento	m ³ 14.200,0	\$ 152,9 \$ 2.171.746
Acero de refuerzo	ton 365,0	\$ 1.054,8 \$ 384.987
Inyección	sac 40.300,0	\$ 21,1 \$ 850.135
Limpieza	m. 5.040,0	\$ 10,5 \$ 53.160
Llenado de túnel	glb 1,0	\$ 21.095,2 \$ 21.095
		\$ 1.018.205
<hr/>		
Tanque de oscilación		
Explanación	m ² 4.000,0	\$ 3,9 \$ 15.610
Excavación pozo	m ³ 2.753,0	\$ 73,8 \$ 203.262
Concreto	m ³ 1.724,0	\$ 105,5 \$ 181.840
Acero de refuerzo	ton 129,0	\$ 1.054,8 \$ 136.064
Suministro/montaje acero	ton 161,0	\$ 2.990,2 \$ 481.428
		\$ 5.793.257
<hr/>		
Tubería forzada		
Excavación común	m ³ 35.000,0	\$ 3,9 \$ 136.591
Excavación roca	m ³ 17.600,0	\$ 10,5 \$ 185.637
Concreto	m ³ 8.963,0	\$ 105,5 \$ 945.379
Acero de refuerzo	ton 313,7	\$ 1.054,8 \$ 330.878
Suministro/montaje acero	ton 1.400,0	\$ 2.990,2 \$ 4.186.334
Casa de válvulas	m ³ 40,0	\$ 211,0 \$ 8.438
		\$ 767.653
<hr/>		
Casa de máquinas		

Central Hidroeléctrica Pando

Estructura de techo	m ²	300,0	\$ 47,5	\$ 14.239
Excavación común	m ³	6.000,0	\$ 5,3	\$ 31.643
Excavación en roca	m ³	3.000,0	\$ 10,5	\$ 31.643
Concreto masivo	m ³	1.800,0	\$ 84,4	\$ 151.885
Concreto estructural	m ³	600,0	\$ 105,5	\$ 63.285
Acero de refuerzo	ton	144,0	\$ 1.054,8	\$ 151.885
Superestructura	ton	50,0	\$ 2.636,9	\$ 131.845
Canal de restitución	ml	150,0	\$ 421,9	\$ 63.285
Acabados y otros (20%)	glb	1,0	\$ 127.942,1	\$ 127.942

Equipos electromecánicos				\$ 8.264.433
Equipo tubo-generador Pando	Kw	32.600,0	\$ 225,2	\$ 7.341.520
Válvula de mariposa	un	1,0	\$ 263.689,4	\$ 263.689
Válvulas de alivio	un	2,0	\$ 237.320,5	\$ 474.641
Grúa viajera	glb	1,0	\$ 184.582,6	\$ 184.583

Transmisión asociada				\$ 4.149.683
Línea transmisión	km	29,0	\$ 114.954,6	\$ 3.333.683
Subestacion	un	1,0	\$ 816.000,0	\$ 816.000

TOTAL COSTOS DIRECTOS **\$ 32.820.140**

TOTAL COSTOS INDIRECTOS

Ingeniería y supervisión	6%	Costo directo	\$ 2.503.421
Gastos varios		Costo directo	\$ 3.757.298
Indirectos contratista obra civil	30%	Costo directo	\$ 4.597.102
Imprevistos	10%	Obra superficial	\$ 1.020.155
Imprevistos	30%	Obra subterránea	\$ 1.536.638
Imprevistos	10%	Equipo mecánico	\$ 1.749.647
Intereses durante construcción	12%	De c.directo+indirectos	\$ 5.758.128

Costo total **\$ 53.742.527**

Costo total sin intereses **\$ 47.984.400**

El presupuesto de inversión de la Central Hidroeléctrica Pando alcanza los \$ 53.7 millones (\$ 48.0 millones sin incluir gastos financieros durante su construcción) esto representa una inversión por kilovatio instalado de 1,649 \$/Kw. (1,472 \$/Kw. sin

Central Hidroeléctrica Pando

incluir los gastos financieros durante la construcción).

Costos de operación.

Dado que se han modificado ligeramente los presupuestos de la central hidroeléctrica, como el costo anual de operación y mantenimiento se ha calculado igual al 1.2% del costo de su inversión total, Por lo tanto, los costos estimados para las actividades operativas y de mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Pando serán de \$ 575,812.

Costos unitarios de generación.

Para calcular el valor económico de la energía eléctrica que se tiene previsto que se genere por la Central Hidroeléctrica Pando, se ha obtenido primeramente el costo anual. En este costo también se incluye el llamado Factor de Recuperación del Capital (F.R.C.) a la fecha de inicio de operación de la central Hidroeléctrica, el costo de la operación y mantenimiento, y el canon anual por la concesión de aguas que habrá que pagar por la utilización de las aguas del río Chiriquí Viejo.

El Factor de Recuperación del Capital (F.R.C.) por un período estimado de 40 años de vida útil y el 12% anual como el costo de oportunidad del dinero resulta en:

$$F.R.C. = (12\%, 40 \text{ AÑOS}) = 0.1213$$

Se capitalizan las inversiones realizadas a esta fecha, utilizando para ello un costo de oportunidad del dinero invertido del 12% anual. Como el período de construcción previsto se ha estimado en 24 meses, se supone que la inversión tendrá una distribución mensual lineal y equivalente a un 4.167% mensual. La capitalización de las inversiones al final del período de construcción nos da un factor de capitalización (F.C.) igual a 1.135, y el costo total de inversión capitalizado será el producto del costo previsto (presupuesto de inversión) total por el F.C., esto es \$ 54.46 millones.

Su Costo Anual de Operación y Mantenimiento (C.A.O.M.) se considera un 1%

Central Hidroeléctrica Pando

de la inversión y el canon a pagar (C.) por la concesión del agua se estima en 0.1% de la inversión.

$$F.C.A. = F.R.C. + C.A.O.M. + C. = 0.1213 + 0.01 + 0.001 = 0.1323$$

$$\text{Costo Anual (CA)} = \$ 54.46 \cdot 10^6 \cdot 0.1323 = \$ 7.21 \cdot 10^6$$

El costo esperado de la energía eléctrica generada por la Central Hidroeléctrica Pando será:

$$\text{Costo Energía} = CA/\text{Gener. Anual} = \$ 7.21 \cdot 10^6 / 174.5 \cdot 10^6 \text{ Kwh.} = 4.13 \text{ cent/Kwh.}$$

Central Hidroeléctrica Pando.

12) Plan de Manejo Ambiental. Medidas de mitigación y Programa de seguimiento a las medidas propuestas.

1) INTRODUCCIÓN.

La razón de ser de este apartado es por que una vez que esté operando la central hidroeléctrica no resulta infrecuente olvidar el monitoreo ambiental, particularmente cuando la gerencia considera que este es un aspecto marginal y poco relevante para sus objetivos. La necesidad de reducir estos problemas y riesgos es la principal razón para establecer un programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

Con él, se suministra a los responsables de la minimización de riesgos ambientales un instrumento para el seguimiento de acciones durante la construcción y operación. Igualmente, se establecen lineamientos para desarrollar un programa de vigilancia, control y supervisión al ambiente, para verificar cualquier discrepancia alarmante que se presente en relación con el resultado obtenido en el estudio y establecer sus causas.

Esta es la etapa culminante del proceso de incorporación de la variable ambiental en un proyecto de inversión. Representa la materialización de las medidas previstas a nivel de EIA. Brinda la oportunidad de retroalimentar los instrumentos de predicción utilizados al suministrar información sobre estadísticas ambientales. También sirve para llenar vacíos de información existentes, requeridos para el cumplimiento de algunas de las medidas propuestas o para determinar si serán o no necesarias.

ACCIONES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, PROGRAMA DE SEGUIMIENTO A LAS MEDIDAS PROPUESTAS: Estará constituido por:

- Acciones de Vigilancia:
 - o Atender permanentemente la ejecución de las fases de ingeniería de detalle, construcción y operación.
 - o Verificar el cumplimiento de las medidas previstas para evitar impactos.

Central Hidroeléctrica Pando.

- o Detectar impactos no previstos y proponer y cumplir medidas frente éstos.
 - o Atender a la modificación de las medidas, en caso de que ello sea necesario para lograr mayor eficiencia.
- Acciones de Control:
- o Obtener de la dirección de Electron Investments, S.A., el consenso necesario para instrumentar medidas necesarias frente a cada impacto.
 - o Modificar medidas ya tomadas para lograr mejoras técnicas y económicas.
 - o Obtener información complementaria para el diseño definitivo de las medidas.
 - o Decidir si alguna de las propuestas a nivel correctivo no es necesaria.

Una vez que el plan detecte algún cambio, deberá consultarse a la supervisión ambiental y ejecutado luego de que esta última de su aprobación. La dinámica de las decisiones exige a veces la permanencia de un supervisor ambiental en el área de operaciones, por lo menos durante la construcción. Este deberá tomar las decisiones pertinentes de acuerdo a los lineamientos establecidos en las medidas y/o en el Plan de Manejo Ambiental y en el Programa de Seguimiento.

2) IDENTIFICACIÓN DE FUNCIONES.

El Plan de Manejo Ambiental establece las funciones, definidas a continuación. En cualquier caso, siempre existirá un responsable por el cumplimiento de la medida (c) y un supervisor, por el contrario las otras figuras presentadas podrán o no existir.

- a) Responsable por el cumplimiento de la medida (c): Ente o persona física asignada para su ejecución, bien sea directamente o sin menoscabo de que esta responsabilidad se transfiera mediante contrato a un tercero. Este organismo responderá frente a terceros de cualquier falla o incumplimiento de la medida.

Central Hidroeléctrica Pando.

- b) Asesoría y/o apoyo a la medida (a): Representado por el (los) ente(s) que colaboren con el responsable de ejecutar la medida, dando las pautas técnicas, organizando acciones entrenando personal, etc.
- c) Supervisión o vigilancia y control (v): Corresponde al responsable verificar que efectivamente se cumple la medida y que opera satisfactoriamente. También aprueba o establece modificaciones, a lo originalmente establecido.
- d) Asignado por cesión o transferencia de la obligación (t): Organismo a quien mediante contrato o convenio el responsable por el cumplimiento de la medida (c) original traspasa su cumplimiento: contratista de construcción o consultoría, sin descartar otra opción, universidad u organización no gubernamental.
- e) Otros organismos involucrados (o): Entes o instituciones que tienen algún tipo de participación o interés legítimo que merezca destacarse y hacerle participe de la acción requerida. Organización No Gubernamental (ONG), entes que pueden jugar algún papel de aviso, comunicación o recordatorio a los responsables en la oportunidad que se requiera la medida.

3) CARACTERIZACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS.

La caracterización de las medidas propuestas permite varias ventajas entre las que destacamos las siguientes:

- Conocer con detalle las medidas a aplicar para cada impacto en particular.
- Identificar el grado de dependencia que tienen unas medidas con otras.
- Marcar el grado de obligatoriedad de cumplimiento de cada medida.
- Asignar de manera conveniente la oportunidad de aplicación de la medida.

CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Dado que hay ciertos problemas semánticos y de diferencias entre los especialistas en la materia, a continuación se presenta brevemente una definición de que se entiende por cada carácter:

Central Hidroeléctrica Pando.

- Preventiva: es capaz de evitar que el impacto se manifieste. Por definición deberá aplicarse antes del impacto.
- Mitigante: se aplica antes de la manifestación del impacto, que al final permite atenuarlo o reducir su fuerza, vigor y extensión.
- Correctiva total: se aplica posterior a la aparición del impacto y hace desaparecer totalmente sus consecuencias.
- Correctiva parcial: se implementa después de haberse manifestado el impacto y tan solo lo atenúa, pero no alcanza a hacerlo desaparecer.
- De control: No es capaz por si misma de prevenir, mitigar o corregir un impacto pero permite conocer más de las variables o factores que lo afectan o detectar lo más rápidamente posible las predicciones hechas y su nivel de cumplimiento. En general nos permite y da pie o avisa de la necesidad de instrumentar alguna medida adicional capaz de prevenir, mitigar o corregir el impacto.

En la selección de medidas se dará preferencia a las preventivas pero no siempre es posible, porque, la medida solo puede atenuar y por ello, las mitigantes suelen ser las más frecuentes especialmente cuando los proyectos son de naturaleza compleja; otras veces aún pudiendo ser preventivas se aplican con carácter correctivo, esto es posible cuando los costos a implementar son altos o el impacto no es relevante.

NATURALEZA DE LAS MEDIDAS. OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO: Por las razones señaladas hay que diferenciar entre: Obligatorias y no obligatorias.

Obligatorias: se deben implementar siempre y no pueden faltar bajo ningún respecto; en casos excepcionales podrán aplicarse después de ocurrir el impacto, en general se deberán instrumentar con anterioridad. Cuando un impacto tiene una sola medida, deberá ser obligatoria, pero puede tener varias medidas y una por lo menos, (principal) deberá ser de obligatorio cumplimiento. En algunos casos, se recomiendan medidas equivalentes o alternativas; esto con frecuencia viene ligado a los vacíos de información o a una etapa temprana del proyecto de desarrollo, lo cual no permite

Central Hidroeléctrica Pando.

identificar con exactitud, cual es la mejor opción y al señalar dos medidas equivalentes, se establece que por lo menos una tiene que aplicarse. En casos, esto se logra desarrollando una sola medida dentro de ella se plantean diferentes opciones para que con posterioridad a la ingeniería de detalle o después de obtener información adicional con programas y/o monitoreos especiales, se defina la opción que deberá aplicarse.

Hay medidas complementarias a la principal, y que se subordinan a ésta, señalar que una es conveniente no tiene el carácter excluyente de la alternativa o equivalente, sin embargo, dentro de las complementarias hay que distinguir entre las obligatorias y las que conviene poner en práctica pero la decisión sobre esto puede variar o diferirse.

Las medidas pueden ser secundarias, opcionales o indirectas, las que se instrumentan dirigidas hacia otros impactos pero por razones de encadenamiento, tienen también utilidad en la mitigación del impacto que se analiza y ello merece considerarse para la evaluación post medidas.

LA UBICACIÓN Y DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Conviene diferenciar entre ubicación espacial y temporal o época de aplicación y duración de cada medida.

- Precisar la ubicación espacial de cada medida con todo detalle, pero a veces sólo se lograr posteriormente cuando se tiene más información a través de monitoreos, programas o implementación de la ingeniería de detalle.
- Época de cumplimiento, hay que diferenciar tres etapas: diseño, construcción y operación, sin embargo en casos de larga duración y complejos debe tratarse de ser un poco más preciso, acotando un poco más el tiempo.
- Duración, diferenciando entre el lapso que dura la acción para instrumentar la medida y tiempo en que esta, una vez implementada, es capaz de actuar previniendo, mitigando o corrigiendo los impactos.

4) PROGRAMA DE SEGUIMIENTO A LAS MEDIDAS PROPUESTAS.

El cuadro 1: Carácter y tipo de medidas aplicables a cada impacto. Presenta, para los impactos evaluados, las medidas que aplican diferenciando las de obligatorio

Central Hidroeléctrica Pando.

cumplimiento complementarias para reforzar o instrumentar, más adecuadamente la principal. También se presentan las complementarias no obligatorias, las que después de alcanzar un mayor conocimiento del problema a través de monitoreos, se podrá saber si aplica o no, y las secundarias e indirectas. En cada caso se determinó si la medida es preventiva, mitigante-pre (A), mitigante-pos (D) y correctiva.

5) MONITOREO.

El monitoreo consiste en controlar, mediante un seguimiento instrumental o estadístico, que puede incluir mediciones sistemáticas previamente normalizadas, condiciones ambientales después de una intervención determinada. Las normas para el monitoreo, también prevén métodos estadísticos, número y calidad de los muestreos a realizar en caso de un evento ocasional o imprevisto. Los programas de monitoreo propuestos son los siguientes:

5.1) M1: Programa de afectación fluvio-geomorfológicas del río Chiriquí Viejo.

Dirigida a realizar el seguimiento de los cambios en márgenes y fondo del cauce del río, durante la construcción y operación de la central hidroeléctrica y obras requeridas para evitar estas alteraciones se conviertan en irreversibles o muy graves. Carácter de la medida: es de obligatorio cumplimiento. Se refiere al seguimiento y control del comportamiento del río para:

- Verificar validez de las predicciones desarrolladas en las zonas en los estudios.
- Detectar posibles afectaciones o cambios que no estuvieran previstos.
- Obtener la información básica que permita la toma de decisiones de otras medidas alternativas, todavía no decididas.
- Plantear la necesidad de ejecutar medidas no programadas previamente, apenas se aprecien manifestaciones de algún impacto.

Cuadro 1.

Carácter y tipo de medidas aplicables a cada impacto

IMPACTOS FISICOS	DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO		PRINCIPAL O ÚNICA		COMPLEMENTARIA	
	Carácter		Carácter		Carácter	
	Identificación	Carácter	Identificación	Carácter	Identificación	Carácter
AFECCIONES HIDROLÓGICAS						
Modificación del caudal en caso de trasvase.	(12.1)	-	-	-	-	-
Cambios en Patrón de crecidas.	(12.2)	-	-	-	-	-
ACTIVACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS						
CS - 1, 2 y 3	Mitigante	P2	Mitigante	M4, OE - 1	Control,	
IMPLICACIONES FLUVIOGEOMORFOL.						
Deposición de sedimentos con elevación de lechos.	M3	Control	M1	Control	-	-
Almacenamiento sedimentos embalse.	M3	Control	M1	Control	-	-
Erosión de márgenes y desplome de riberas.	OH - 1	Prevent. y Correctiva	M1	Control	-	-
CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL AGUA.						
Por llenado embalse.						
Aguas arriba embalse.	M5	Control	-	CS - 1, 2 y 3 y P2	Mitigante	
En el embalse.	M5	Control	N1	CS - 1, 2 y 3 y P2	Mitigante	
Aguas abajo del embalse.	M5	Control	N1	CS - 1, 2 y 3 y P2	Mitigante	

12.1 Finalmente, no se han realizado trasvases de agua, desde otros cauces.
12.2 No aplica; impacto positivo.

Cuadro 1. Cont.

IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES		DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO		PRINCIPAL O ÚNICA		COMPLEMENTARIA			
		Identificación		Carácter		Identificación		Carácter	
		Identificación	Carácter	Identificación	Carácter	Identificación	Carácter	Identificación	Carácter
AUMENTO DE LA MANO DE OBRA LOCAL.		P4	Preventiva	N2	Mitigante	-	-	-	-
COMP. POR DISPONIBILIDAD SERVICIOS SOCIALES.		P4	Mitigante	OE - 1	Mitigante	-	-	-	-
CAMBIOS EN ACTIVIDADES COMERCIALES.		OE - 1	Mitigante	P4	Mitigante	-	-	-	-
CAMBIOS EN EL PATRÓN DE ASENTAMIENTOS.		P4	Preventiva	OE - 1	Mitigante	-	-	-	-
CAMBIOS EN EL USO Y VALOR DE LA TIERRA.		P4	Preventiva	OE - 1	Mitigante	GA - 1	Mitigante	-	Mitigante
ALTERACIÓN ÁREAS CON POTENCIAL AGROPECUARIO.									
REDUCCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD POR INUNDACIÓN O PÉRDIDA DE ÁREAS AGRÍCOLAS.		OH - 1	Mitigante	-	-	M4	Correctiva	-	Correctiva
SC. AFECTACIONES SOCIOCULTURALES.									
ALTERACIÓN DE LA VIDA COTIDIANA POR AUMENTO DE RESIDENTES FORÁNEOS.		N2	Mitigante	OE - 1	Mitigante	M4	Correctiva	-	Correctiva
AFECTACIÓN A GRUPOS INDÍGENAS.		(12.3)	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDA DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS.		P1	Mitigante	M4	Control	-	-	-	-
ET. AFECTACIÓN ESTÉTICA TURÍSTICA.									
AFECTACIÓN ESTÉTICA TRANSFORMACIÓN PAISAJE.		P2	Mitigante	CS - 1, CS - 2	Mitigante	-	-	-	-
AFECTACIÓN TURÍSTICO ACTUAL Y POTENCIAL DEL RÍO		P2	Mitigante	CS - 1, OE - 1	Mitigante	-	-	-	-
AFECTACIÓN AL TURISMO POR PÉRDIDA DE BALSEO.		(12.3)	-	-	-	-	-	-	-
CAMBIOS EN LA ACTIVIDAD TURÍSTICA.		(12.2)	-	-	-	-	-	-	-

12.3 No aplica, inexistente.

Cuadro 1. Cont.

IMPACTOS BIOLÓGICOS		DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO		PRINCIPAL O ÚNICA		COMPLEMENTARIA	
		Identificación	Carácter	Identificación	Carácter	Identificación	Carácter
AFECTACIÓN COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA COMUNIDADES ACUÁTICAS.							
Establecidas en el río.		CE - 1	Mitigante	M4	Control	M2	Control
Por llenado de los embalses.		CE - 1	Mitigante	M4	Control	M2	Control
AFECTACIÓN A POBLACIONES.							
Alteración de poblaciones por construcción de la central hidroeléctrica.		M4	Control	-	-	-	-
Pérdida de biodiversidad.		(12.2)	-	-	-	-	-

Central Hidroeléctrica Pando.

Para mantener una continua revisión con su correspondiente registro, de cambios en áreas susceptibles de afectación por la construcción y presencia de la central hidroeléctrica, para tomar las medidas pertinentes que prevengan, corrijan o mitíguen posibles impactos o que se estén iniciando. Algún otro tipo de impacto geomorfológico, y sus medidas pudieran no haberse predicho en el presente EIA, por ello puede resultar doblemente importante este monitoreo.

ÉPOCA, SITIO Y FRECUENCIA DE MONITOREO. Se recomienda monitorear en:

- Aguas arriba del embalse, para controlar: la calidad del agua, cantidad de arrastres, posibles inundaciones, presencia de signos de socavación lateral, etc.
- Aguas abajo desagüe como control cantidad de agua (caudal ecológico (12.4)).

Épocas del año: Distinguímos entre las zonas del río seleccionadas:

- Aguas arriba del embalse, inicio y final de la estación seca y en diversas ocasiones durante la estación húmeda.
- Aguas abajo desagüe especialmente en la estación seca y excepcionalmente en la estación húmeda.

Frecuencia de monitoreo: Distinguímos entre las zonas del río seleccionadas:

- Aguas arriba del embalse, inicio y final de la estación seca, mínimo 2 veces en la estación húmeda, y siempre después de una avenida.
- Aguas abajo desagüe, mínimo 2 veces en la estación seca y siempre después de una avenida.

Una vez comprobado la bondad de las predicciones realizadas y se tenga un mejor conocimiento de los cambios del río podrá disminuirse o modificarse la frecuencia de los monitoreos. Para un adecuado seguimiento es necesario tener un registro del

12.4 Aquí las principales afectaciones a monitorear se deben a la disminución del caudal.

Central Hidroeléctrica Pando.

mismo, pero también se requiere que estén registradas o sean de fácil identificación las condiciones antecedentes. Básicamente consiste en:

- a) En puntos donde se prevean cambios de cauce: Colocar cabillas con cemento. Pues cualquier avance de socavación lateral haría desaparecer la marca cercana al río debe haber por lo menos 2 más que sirvan de control a la primera; ésta se ubicará cerca del borde en el sitio más probable (2 m.) y las otras constituyendo los vértices de un triángulo equilátero (colocadas en tresbolillo), ubicados en lugar seguro; la distancia entre ellas puede estimarse en unos 30 m. Los puntos deberán acotarse sobre alguna referencia. Se deberá levantar la sección transversal de la corriente o cuando menos la media sección entre el eje del río y el borde superior de la ribera; por lo menos deberá haber además una medición de cota a mitad del talud y otra al pie.

En las mediciones rutinarias a realizar, bastaría con revisar y registrar la distancia desde la cabilla más cercana hasta dicho margen. Si el río hace desaparecer este punto, se hará un nuevo levantamiento pero ya como estudio básico para la implementación de la medida correctiva.

- b) Aguas debajo de la presa: Para asegurar que el río tenga suficiente agua especialmente en la estación seca. El monitoreo periódico contendrá, problemas debidos al descenso de caudal. Particular atención tendrá la revisión de operatividad de otros aportes en la zona para conocer en que medida son capaces de contribuir a la restitución del agua que se desvía en este tramo.

ACCIONES POST-CAMPAÑA DE MONITOREO: Las anomalías o tendencias desfavorables que se aprecien proceder a diversas acciones, entre otras:

- a) Cambios en riberas y zonas de meandros: Con la nueva información, proceder al diseño y construcción de obras de protección de márgenes (medida OH – 1.).
- b) Cuidando aportes a la cuenca aguas abajo del desagüe: Resulta válida la recomendación anterior de cuidar los aportes en esta zona dado que es la que va a sufrir mayor diferencia de caudal y puede ser importante para preservar el hábitat. Si se observa algún cambio en estos aportes habría que reestudiar la información básica hidrológica.

Central Hidroeléctrica Pando.

- c) Cualesquiera alteración ambiental, no podrá transcurrir mucho tiempo, porque en función del tipo de efecto se exigirá una actuación más o menos rápida (Medida M5: Monitoreo de la calidad del agua y de comunidades acuáticas).

ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDAD: El responsable por el cumplimiento de esta medida será la Gerencia. Esta podrá a su vez subcontratar parte del programa o solicitar cierto apoyo a alguna ingeniería, y/o mantener alguna persona o solicitar a algún organismo la revisión y aviso sobre algún tipo de impacto concreto y el aviso sobre el aumento de los arrastres en el embalse de la central hidroeléctrica.

5.2) M2: Programa de monitoreo de descarga del embalse (caudal ecológico).

Se refiere a velar por el cumplimiento y seguimiento de forma permanente de la descarga correspondiente al caudal ecológico para mitigar los impactos que como consecuencia de la construcción de la central hidroeléctrica y desviación de parte de su caudal del cauce, se producirá aguas abajo del sitio de presa. Consiste en un seguimiento exhaustivo del cumplimiento de la Medida CE – 1: Mantenimiento del caudal ecológico.

Será de estricto cumplimiento, y dada su enorme importancia se aconseja que además de la lógica supervisión de su cumplimiento por la Gerencia, se diseñe como medida el control para asegurarse, que cuando voluntaria o involuntariamente no pase este caudal mínimo aguas abajo de la presa, inmediatamente se tomen las previsiones pertinentes.

ÉPOCA DE APLICACIÓN: deberá ser periódica a lo largo de el año pero con más frecuencia en la estación seca, dado que es en esta estación cuando el operador podría tener la tentación de recurrir incluso al aprovechamiento hidroeléctrico de este caudal que deberá ser reservado como gasto ecológico.

DESCRIPCIÓN: El mecanismo definitivo mediante el cual se dejará pasar el gasto ecológico aguas abajo de la central hidroeléctrica debe ser estudiado por los diseñadores en el estudio definitivo. En el EIA se han planteado algunas opciones posibles para ello.

Central Hidroeléctrica Pando.

Por la importancia que representa esta medida, deberá ser del más estricto cumplimiento y además, independientemente del mecanismo mediante el cual se deje pasar agua del embalse se considera importante un sistema de control, por esto se propone instalar algún medidor en un punto aguas abajo del sitio de presa de la central hidroeléctrica. Conviene hacerla con carácter previo a la entrada en funcionamiento y su función será aparte de servir como testigo del caudal ecológico ajustar durante todo el año el verdadero caudal existente en este punto del cauce.

5.3) M3: Programa de monitoreo de descargas de Sólidos (limpieza de fondo).

Con esta medida se persigue conocer la influencia sobre fauna y vegetación acuática, daños ambientales o cambios físicos que puedan ocurrir a el cauce del río Chiriquí Viejo, luego de realizadas las limpiezas de fondo del embalse.

La limpieza de fondo de la presa se realizará, siempre bajo la responsabilidad de la Gerencia y será supervisada por la ingeniería independiente que se contrate para realizar estos menesteres.

ÉPOCA DE APLICACIÓN: Se tiene previsto el vaciado y limpieza del embalse al menos dos veces al año, por tanto los monitoreos deberán ser hechos en esa época. Aunque, no se ha fijado una fecha concreta para realizarlos, si se considera bueno realizarlo en fin de semana de forma que se reduzcan los costos por menor generación de energía. Como se ha comentado, a pesar de la realización de las limpiezas anuales, se prevé que al cabo de 20 años habrá que realizar un dragado o limpieza en profundidad del embalse que evacuará un alto porcentaje del sedimento acumulado en este plazo.

DESCRIPCIÓN: Estudia los efectos que sobre ciertas variables tiene la descarga de sólidos del embalse. Para efectuarlo, se cuenta con la existencia de estudios e informes donde se describe, la técnica del vaciado y se presentan resultados acerca de la migración de sedimentos a lo largo de los ríos. Así mismo se cuenta con estaciones hidrométricas que permiten su comparación. En estas estaciones se registran, mediante aforos, las cantidades de sedimentos en suspensión a lo largo del año.

También se propone instalar aguas abajo de la presa un punto fijo de muestreo, para ver la variación a lo largo del año de los procesos de arrastre y deposición de sedimentos en el cauce. En el sitio seleccionado, deberán efectuarse aforos periódicos

Central Hidroeléctrica Pando.

para conocer la variación de la concentración de sólidos de los gastos líquidos, y por correlación a gastos medios, diarios ó mensuales, el volumen total acarreado, durante periodos de interés. En la fecha prevista para su limpieza de sedimentos del embalse, se recomienda intensificar las labores de control o supervisión.

5.4) M4: Monitoreo e inspección ambiental durante la construcción.

Hace referencia a la necesidad de que paralela a la inspección tradicional de construcción exista otra ambiental que se ocupará de los variados impactos que se pueden producir durante la construcción, algunos no evaluados en el presente EIA dada su poca relevancia pero que sumados entre si pueden dar un valor significativo. Las actividades relacionadas con esta medida las deberá ejercer un profesional de la ingeniería ambiental para hacer el seguimiento en esta materia durante la construcción de la obra.

OBJETIVO: Durante la construcción no se espera que ocurran ni muchos ni muy graves impactos ambientales, sino que es el hecho mismo de la obra el que generaría impactos, algunos pueden ser graves, o manifestarse por la propia operación. No obstante, se considera conveniente que en este período, paralelamente a la inspección rutinaria de la misma haya una inspección específicamente ambiental. Esta cumplirá diversos objetivos:

- Función de apoyo o secundaria para asegurar la prevención, mitigación o corrección de impactos.
- Asegurar el adecuado cumplimiento de las medidas a implementar durante la construcción, porque van dirigidas a impactos de la propia construcción o porque son preventivas de algunos otros que podrían ocurrir durante la operación.
- Asesorar o servir de apoyo a los técnicos de la construcción en materia ambiental evacuando consultas para la solución de problemas ambientales que se planteen sin haberse previsto previamente, o que a pesar de haberse preidentificado por su escasa relevancia no fueron objeto de evaluación.

Central Hidroeléctrica Pando.

- Mantenerse como apoyo a la Gerencia en las relaciones públicas y en los contactos con la comunidad, actuando de puente en materia ambiental.

DESCRIPCIÓN: La persona designada como "Inspector Ambiental" deberá serlo a tiempo completo y desarrollará su actividad desde la preparación de la construcción. Así mismo, deberá disponer de facilidades que le permitan el mejor cumplimiento de su trabajo, entre otras:

- Un vehículo 4X4, para desplazarse a los diferentes frentes de trabajo que tiene que inspeccionar.
- Aunque su trabajo se desarrolle fundamentalmente en el campo, además requerirá un espacio de oficina.
- Se sugiere que disponga de comunicación por vía de radio o telefonía celular.

ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y ÉPOCA DE CUMPLIMIENTO: Por la naturaleza de la obra, costosa y compleja donde con afectaciones físico-naturales y socioeconómicas, estas constituyen los indicadores para determinar el perfil y seleccionar a la persona para este puesto, debe tener experiencia en este tipo de obras y conocimientos suficientes, ecológicos y socioeconómicos.

Podría ser una persona o compañía especializada. La responsabilidad por su cumplimiento es la Gerencia, dependiendo directamente en el organigrama de ella, aunque tendrá también una operativa y funcional con el Ingeniero designado Jefe de Obra. Por tanto, será una organización matricial, y habrá una doble dependencia.

Como parte de sus funciones presentará informes periódicos a Gerencia pero en el desarrollo de la obra reportará directamente al Ingeniero Jefe con quien mantendrá trato y acceso permanente y directo, con presencia y participación en las reuniones de trabajo para control de la obra.

Como se ve su jerarquía deberá ser suficientemente alta; en principio podrá ordenar directamente suspensiones temporales de un día sobre cualquier actividad, tiempo en principio suficiente para reportar las incidencias al Ingeniero jefe y este último

Central Hidroeléctrica Pando.

decida prolongar la suspensión temporal hasta que se hagan las correcciones a que haya lugar o por el contrario ordene una suspensión definitiva. Si aún este considerara impropiciente la acción tomada, comunicará a la Gerencia para decidir sobre la materia. La referida suspensión temporal en todo caso procederá solamente cuando el inspector ambiental considere grave o irreversible la falta cometida; de lo contrario, sólo deberá recomendar sobre el cambio de acción, anotar la anomalía con fines de expediente y reportarla al Ingeniero Jefe. Deberá trabajar desde antes del inicio de las obras para colaborar y estar bien informado de que se cumplan los requisitos legales en relación con temas ambientales.

Su función terminará después de concluida la construcción, y asegurado que se ha cumplido con la restauración ambiental de los sitios afectados.

- a. Obligaciones de la Inspección: Lectura y análisis del EIA. Extraer aspectos que considere relevantes para programar actividades: Responsable de las medidas, época y sitio de aplicación, cronograma de la central hidroeléctrica, sitio de ejecución de las obras, etc. Entre los aspectos de la programación deberá incluir:
- Plan de visitas rutinarias a cada frente de trabajo.
 - Plan de visitas sobre las actividades de alto interés ambiental o de eventos constructivos especiales, que considere deba estar presente: voladuras, vaciados, desvíos de cauce, etc.
 - Sistemas de supervisión: afectaciones por transporte de insumos y productos (concreto botado o similar), afectaciones en el uso de vías (polvo, riesgos de accidentes), disposición de residuos, disposición de aguas de enfriamiento, etc.
 - Para corregir afectaciones menores que se detecten o para prevenir las en el futuro, deberá implementar soluciones para el caso en que no hayan sido consideradas en el presente estudio.
 - Diseñar y llenar fichas o formularios ad hoc para facilitar su trabajo de seguimiento y control de todos estos aspectos.

Central Hidroeléctrica Pando.

– Si las soluciones planteadas finalmente, implican responsabilidades de terceros tendrá que asegurarse del cumplimiento por su parte.

– Estar atento a cualquier nuevo problema ambiental que pueda ocurrir para avisar a quien compete y/o actuar en consecuencia.

b. Entre los aspectos a dar especial atención merece destacar los siguientes:

– Cumplimiento de expropiaciones y pago de derechos a terceros a que hubiera lugar.

– Ausencia de inconvenientes o reclamos con terceros por falta de permisos de paso, servidumbres o incumplimiento de acuerdo o requisitos preestablecidos (12.5).

– Disponibilidad de permisos o autorizaciones de aprovechamiento en general de recursos o productos propiedad de las fincas vecinas.

– Cumplimiento de normas legales y recomendaciones contenidas en este estudio, establecimiento de campamentos (12.6).

c. Algunos criterios o estrategias a seguir: Cuando la naturaleza de alguna actividad exija visitas constantes y frecuentes por su parte, deberá evitarse las supervisiones periódicas y rutinarias que faciliten al supervisado el no cumplimiento de normas cuando la inspección ambiental no esté presente.

d. La inspección ambiental deberá estar pendiente, entre otras cosas de:

– Servir de puente entre población y equipo de construcción en caso de ocurrir afectaciones a la cotidianidad y privacidad de la población (12.7).

12.5 Medida GA1: Gestiones relativas a permisos de paso y establecimiento de servidumbres.

12.6 Medidas N1: Normas a seguir sobre deforestación y N2: Organización y adecuación de las áreas de trabajo y los campamentos, y en el anexo 9: Seguridad e higiene en el trabajo.

12.7 Impacto SC – 1: Alteración de la vida cotidiana por aumento de residentes foráneos.

Central Hidroeléctrica Pando.

Mantener una relación permanente y cordial con los habitantes de la zona especialmente los líderes naturales y personas destacadas de la comunidad, donde haya actuación del personal de obra (12.8).

– Estar atento a la ocurrencia de afectaciones a valores culturales, históricos o de ambiente efectivo a población indígena (12.9). En ese caso proceder según la normativa legal vigente y lo indicado en este estudio (12.10). Además, si se encontraran valores arqueológicos deberá instruirse la paralización del trabajo en el área si esta no se hubiera producido aún.

– Alguna recomendación de este estudio que no tenga carácter obligatorio podrá sustituirla siempre y cuando se basen en el análisis de nueva información que claramente avale esa decisión. Esta deberá resistir la prueba de una eventual comprobación por parte de un especialista.

5.5) M5: Monitoreo de la calidad del agua y comunidades acuáticas.

Seguimiento de los cambios que se puedan producir de la calidad del agua por la central hidroeléctrica para lo que se programa realizar análisis de laboratorio antes, durante y después de su construcción, aguas arriba y abajo. También se considera conveniente realizar un plan de seguimiento de las comunidades acuáticas. Se pretende obtener una base de datos confiable para diferenciar entre la variabilidad intrínseca del sistema acuático y los impactos que la central hidroeléctrica pueda provocar. Para ello, se tendrá en cuenta tanto la calidad del agua como los organismos acuáticos presentes. Su desarrollo se ha separado en las etapas siguientes:

a) Antes de la construcción:

Alcance:

– Homogenización de métodos y protocolos.

12.8 Medida P4: Plan de información y relaciones con la comunidad.
12.9 Impactos SC – 2: Afectación a grupos indígenas y SC – 3: Pérdida de sitios arqueológicos.
12.10 Medida P1: Programa de rescate arqueológico.

Central Hidroeléctrica Pando.

- Para recabar la información necesaria para determinar la variación intrínseca y extrínseca del sistema.
- Base para fundamentar el diseño de muestreo de etapas subsiguientes.
- Permite comparar entre las etapas. La información recopilada será el marco de referencia para determinar los impactos.

Sitios:

- En un punto aguas arriba del embalse. Permite determinar el efecto del cambio de un sistema lóxico a léxico, además servir como base de comparación para determinar el potencial de purificación de las aguas del embalse.
- En un punto aguas abajo de la presa. Será la zona donde producirá mayor diferencia entre el caudal actual y una vez se comience a operar y comprobar los efectos sobre la diversidad acuática. También permitirá obtener una base de información para evaluar y comparar la calidad de aguas que entrarán al desarenador de la Central Hidroeléctrica Monte Lirio, con las del propio río.

Indicadores:

- Variables Físicas: Temperatura del agua, sólidos en suspensión, transparencia del agua, aspecto geomorfológico (cualitativo, proporción por tipo de sustrato y diversidad de ambientes: poza, rápido, corriente). Estos indicadores de estratificación, permiten determinar cambios por la construcción y posterior apertura de las compuertas de la central hidroeléctrica en la diversidad de ambientes.
- Variables químicas: Oxígeno disuelto, pH del agua, nutrientes (nitrato, amonio, fosfato, fósforo total, sulfato, magnesio, hierro), potencial redox, alcalinidad y puede ser conveniente medir el contenido de: calcio, silicatos, fluoruros y cloruros. Son indicadores de estratificación, anoxia, potencial

Central Hidroeléctrica Pando.

de descomposición y procesos de reciclaje, capacidad de amortiguamiento en la recepción de ácidos. También servirá para comparar con la base de información actual.

- Variables biológicas: Coliformes totales y fecales, demanda biológica de oxígeno (DBO), peces, macroinvertebrados bénticos, clorofila a y fitoplancton, zooplancton (identificación, abundancia). Indicadores de la tasa de eutroficación, capacidad de reciclaje y procesamiento de materia orgánica, indicadores de la biodiversidad del sistema, su capacidad de resiliencia.

Protocolo de muestreo: Se considera necesario al menos una (1) vez por mes durante un año completo. Para identificar la posible variancia y efecto causado por la central hidroeléctrica, factores climáticos, actividades urbanas y uso de la tierra puntualizados.

Análisis: Analizar los resultados después de un año para determinar frecuencia y época de muestreo para la etapa subsiguiente (sólo se puede cumplir con un muestreo frecuente). El objetivo es evaluar los protocolos para diseñar la etapa que sigue.

b) Durante la construcción.

Alcances: Para separar efectos propios de la actividad ligada a la construcción. Determinar efectos negativos que se presenten en el cauce durante su construcción. Y la capacidad de resistencia biológica del sistema acuático en la zona del cauce afectado por su construcción.

Sitios: En principio se consideran suficientes y por tanto, se mantienen los sitios utilizados en la etapa anterior.

Indicadores: Variables físicas, químicas y biológicas. Se considera suficiente las mismas variables de la etapa previa.

Central Hidroeléctrica Pando.

Protocolo de muestreo: Se considera necesario al menos dos (2) veces al año, durante el periodo en que la construcción no sea muy intensa. Y cuatro (4) veces al año, durante el periodo en que la construcción resulte más intensa.

Análisis: Todo lo dicho en esta etapa, será así mientras que los resultados de la etapa anterior no aconsejen cambios o aumentos del protocolo de muestreo. Igual que en la etapa anterior, al analizar sus resultados sirven para determinar el muestreo de la etapa siguiente. Por tanto, un objetivo de esta etapa es evaluar los protocolos para diseñar la etapa que sigue. Este análisis, evalúa los protocolos utilizados, de la resistencia del sistema, a los efectos propios de las actividades realizadas durante la construcción, sobre la biodiversidad acuática

c. **Después de la construcción, una vez que entra en operación.**

Alcances: Se busca en la última etapa (monitoreo propiamente dicho) es:

- Tasa de estabilización del sistema en el agua del embalse.
- Tasa de estabilización del sistema aguas abajo de la presa.
- Diferencia producida en la biodiversidad acuática en el cauce del río Chiriquí Viejo con la existente en el estado inicial.

Sitios: Se consideran suficientes y se mantienen los sitios de etapas anteriores.

Indicadores:

- **Variables físicas y químicas:** Se considera suficiente las variables de la etapa previa.
- **Variables biológicas (sitio en el embalse):** Coliformes totales y fecales; Demanda biológica de oxígeno (DBO); Peces; Clorofila a; y Fitoplancton, zooplancton (identificación, abundancia).

Central Hidroeléctrica Pando.

VARIABLES BIOLÓGICAS (sitio aguas abajo de la represa): Coliformes totales y fecales; Demanda biológica de oxígeno (DBO); Peces; y Macroinvertebrados benthicos.

Protocolos de muestreo: Se considera necesario realizarlo al menos cuatro (4) veces al año (la mejor época vendrá determinada en base a la información recopilada en etapas anteriores) durante tres (3) años. Puede resultar bastante interesante, para alcanzar los objetivos de nuestro análisis el tratar de incorporar en este período de monitoreo algún año con el fenómeno del Niño.

Análisis: El objetivo primordial que se persigue con esta etapa es el de analizar la información para:

- Detectar posibles cambios relativos a la etapa primera Antes de iniciar la construcción de las centrales hidroeléctricas,
- Describir el proceso de estabilización del sistema, comparar la biodiversidad acuática con etapas anteriores, y
- Determinar el proceso y capacidad de resiliencia del sistema lótico aguas abajo de las represas de ambas centrales hidroeléctricas.

6) COMPROMISOS Y MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS DENTRO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.

6.1) Medidas.

A continuación relacionamos las medidas de prevención y mitigación propuestas en el EIA presentado:

a) Medida CE – 1: Mantenimiento de caudal ecológico.

Caudal ecológico (Q_{ec}): Es el mínimo caudal que no deteriora el hábitat de las especies del río, en el tramo que va a ser ocupado por la central hidroeléctrica. Se refiere a la necesidad de dejar pasar cierto caudal aguas debajo de su lugar de

Central Hidroeléctrica Pando.

desviación a fin de garantizar la continuidad de flujo en el río Chiriquí Viejo, aún durante las épocas más secas del año. Es decir, permite la existencia de la biocenosis anterior del ecosistema sin que sufra alteraciones irreversibles.

De acuerdo con ello el caudal ecológico finalmente propuesto será de un 10% del caudal medio hidrológico del río Chiriquí Viejo en el sitio de la toma (11.7 m³/seg.), con lo que el:

Caudal ecológico será : 1.17 m³/seg.

Responsabilidad de cumplimiento y época de aplicación: La medida es principal, de total y obligatorio cumplimiento y será responsabilidad del Gerente de la central hidroeléctrica, quien será el responsable de supervisar el que finalmente se cumpla. Su cumplimiento deberá ser permanente, durante toda la vida de operación de la central hidroeléctrica y bajo ninguna circunstancia deberá interrumpirse o reducirse el flujo de agua debajo de la misma. Esto implica que aún en épocas críticas por existir escasez de agua, el río Chiriquí Viejo tendrá garantizada un caudal mínimo, en función del caudal circulante en cada momento por su cauce.

b) Medida OH – 1: Obras de protección de márgenes.

Conjunto de obras de ingeniería civil – hidráulica, contempladas a los fines de prevenir, mitigar y corregir los efectos resultantes de la desviación de gran parte del caudal del río Chiriquí Viejo; que producirá en el cauce, aguas debajo de la toma afectaciones hidrodinámicas como consecuencia de la pérdida del equilibrio hidráulico del río. Aunque la selección y aplicación de cada una dependerá del propósito que persiga el responsable de su implementación.

Responsabilidad en el cumplimiento y época de aplicación. La responsabilidad de ejecutar estas obras será compartida, entre la ingeniería finalmente contratada por Electron Investments, S.A. y el Gerente de la central hidroeléctrica. La época de aplicación será durante la estación seca y una vez precisado con detalle los sitios específicos donde se pueden presentar estos problemas de ataque de las riberas por los caudales en el cauce del río Chiriquí Viejo.

Central Hidroeléctrica Pando.

c) Medida OH – 2: Dragado y limpieza del embalse.

Mantener el máximo volumen del embalse y con él la máxima capacidad de acumulación y también facilitar la operación de la central hidroeléctrica. La medida trata sobre una de las dos opciones siguientes:

- Remoción de sedimentos generados por la central hidroeléctrica,
- Eliminación de obstáculos existentes para mejorar o al menos regresar a condiciones similares a las antecedentes en cuanto a circulación de agua.

Existe la tendencia natural a la sedimentación por lo que es una actividad tradicional el dragar embalses de centrales hidroeléctricas, para contrarrestar los daños por aumento de la tasa de sedimentación y disminuir la capacidad de acumulación del embalse. Resulta conveniente tener una capacidad mínima de acumulación (en torno a 350,000 m³). De acuerdo con las estimaciones realizadas se acumularían unos 40,000 m³ de sedimentos por año. Aunque hay un volumen muerto de casi 200,000 m³ en el embalse, que sugieren la necesidad de una limpieza cada cinco años, resulta mejor realizar una limpieza anual vaciando el embalse por descarga de fondo (12.11).

Esta operación requerirá la parada simultánea de las dos centrales hidroeléctricas, y puede planearse para realizarla durante el fin de semana para minimizar la pérdida económica (12.12). Se deben seguir las siguientes pautas:

- Operar la descarga de fondo dos veces al año, mediante vaciado completo (durante 10 o 12 h.). Un vaciado se realizará en épocas con suficiente caudal (septiembre u octubre), otro, en la transición a época seca (diciembre).
- Disponer en la presa de un vertedor mediante compuertas radiales que regulan niveles durante avenidas. Esto hace posible mantener el nivel de operación bajo durante las avenidas, de forma que no se favorezca la deposición de sedimentos en la cola del embalse, de donde es muy difícil su limpieza.

12.11 Resulta mejor hacer limpiezas de menor cantidad anuales, que esperar 5 años y hacer una gran limpieza, lo cual suele tener un impacto ambiental mucho más severo.

12.12 Durante el fin de semana se paga menos por la energía eléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando.

Además, se prevé que al cabo de 20 años habrá que realizar un dragado o limpieza en profundidad del embalse. Se podría utilizar una draga de succión flotante, de las que trabajan en el agua. La succión se hará con una manguera, de diámetro de $\phi = 8'' - 10''$ y una capacidad de entre 60 y 90 m³/hora de sedimento. Para disponer del material removido una manguera de $\phi 8''$ de salida. El equipo necesario para operar la draga será: 1 operador, 3 ayudantes y 1 guarda. El traslado de la draga hasta la operación, se realizará con un remolque por carretera.

Limpieza de caños y canalizaciones previas: Se deberá disponer de rejas en la entrada del agua y limpiarreas mecánico, para operarlo periódicamente, para retirar la vegetación acuática y obstrucciones (troncos, ramas, etc.) que cierra ocasionalmente los canales de acceso a la instalación de generación (12.13)..

Responsabilidad en el cumplimiento y época de aplicación. La responsabilidad de esta medida y de mantener generación de energía y potencia con parámetros mínimos es el gerente de la central hidroeléctrica.

La medida se alimentará del Programa de Monitoreo de Afectaciones Fluviogeomorfológicas, esta definirá necesidad y momento oportuno para el dragado y limpieza del embalse. También, dependerá del Programa de Monitoreo del Control de Mantenimiento del caudal ecológico y con los Monitoreos, sobre descarga de sólidos.

En principio tiene que realizarse después de que el embalse comience a dar signos de colmatación por sedimentos, por ello, el cumplimiento de esta medida en principio será durante la estación seca y cada 20 años aunque no se descarta una actuación anterior tan pronto se tenga información.

d) Medida CS - 1: Reforestación con fines de protección, estéticos y recuperación de la cobertura vegetal.

Esta medida se puede descomponer entre dos componentes bien diferentes:

- Reforestación, utilizando especies nativas para proteger y embellecer diferentes elementos de la central hidroeléctrica.

12.13 El equipo y el limpiarreas dependerá de las condiciones y accesibilidad del área

Central Hidroeléctrica Pando.

- Siembra de gramíneas para proteger de la erosión en escombreras y otras áreas descubiertas de vegetación y sujetas a sufrir algún tipo de deterioro

Responsabilidad en cumplimiento y época de aplicación. Las obras se diseñarán y ejecutarán por los técnicos de la construcción de la central hidroeléctrica. Deberá hacerse inmediatamente después de concluida su construcción. Requiere la instalación previa de plantaciones y su mantenimiento durante el periodo marcado. Para los efectos de este estudio, se considera un periodo mínimo de mantenimiento de 2 años, una vez comenzada la operación de la central hidroeléctrica.

- a. Reforestación con fines de protección y estéticos: Las que se deben reforestar se localizan en: Embalse, escombreras, áreas aledañas a casa de máquinas, y otras infraestructuras construidas para la central hidroeléctrica.

Se propone establecer plantaciones compactas con espaciamiento de 4 m X 4 m y plantaciones mixtas (2 – 4 especies) de acuerdo al temperamento de las especies seleccionadas. Las especies recomendadas para reforestar estas áreas están en el Cuadro 2: Especies nativas recomendadas para el programa de reforestación. especies nativas de la zona de las que hay experiencia en cuanto a sistemas de producción en viveros de ciertos países de Centroamérica.

Para evitar la afectación estética en los sitios a lo largo de la cuenca y en las áreas de escombreras, se establecerán plantaciones en hileras (3 a 5 filas) con las especies propuestas. Además, se pueden incluir otras especies de porte medio, como frutales u otros para dar una estructura adecuada a las cortinas.

El diseño de las cortinas se ajustará a las condiciones específicas de cada sitio. Se estima necesario establecer unos 2 km. de este tipo de plantación, si se consideran todas las áreas con algún tipo de afectación estética. Las actividades propias del establecimiento de plantaciones se citan a continuación:

- Producción de árboles en vivero (o compra en viveros de la zona, existen varios cercanos). Seleccionar los mejores individuos, los más vigorosos. No llevar al campo árboles que presenten algún tipo de deficiencia.

Cuadro 2.
Especies nativas recomendadas para el programa de reforestación

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	IMPORTANCIA ECONÓMICA (12.14)
CALLOPHYLLUM BRASILIENSIS	Cedro María	CLUSIACEAE	Bolsa	Ma
CARAPA GUIANNENSIS	Cedro Macho	MELIACEAE	Bolsa	Ma, F
CEDRELA ODORATA	Cedro Dulce	MELIACEAE	Bolsa	Ma
CEIBA PENTANDRA	Ceiba	BOMBACACEAE	Bolsa	Ma, O
CORDILLA ALLIODORA	Laurel	BORAGINACEAE	Pseudoestaca	Ma, P, O
GUAZUMA ULMIFOLIA	Guácimo	STERCULIACEAE	Bolsa	Ma, Ap, Me, O, F
HIERONYMA ALCHORNOIDES	Pilón	EUPHORBIACEAE	Bolsa, pseudoestaca	Ma
JACARANDA COPAIA	Jacaranda	BIGNONIACEAE	Bolsa	Ma, O
PENTHSCLETHRA MACROLOBA	Galliván	FABACEAE	Bolsa	Ma, O
SCHYZOLOBIUM PARAHYBUM	Gallinazo	LEGUMINOSAE	Bolsa, pseudoestaca	Ma, O
TABEBUIA ROSEA	Roble Sabana	BIGNONIACEAE	Bolsa	Ma, Me, O
TERMINALIA AMAZONIA	Roble Coral	COMBRETACEAE	Bolsa, pseudoestaca	Ma
TERMINALIA ABLONGA	Sura	COMBRETACEAE	Bolsa, pseudoestaca	Ma
VORALA KOSCHNYI	Fruta Dorada	MYRISTICACEAE	Bolsa	Ma
VOCHYSIA FERUGINEA	Botarrama	VOCHYSIACEAE	Bolsa	Ma, O
VOCHYSIA GUATEMALENSIS	Chanchó	VOCHYSIACEAE	Bolsa	Ma, O

12.14 Importancia económica: Ma: Maderable, O: Ornamental, P: Plagícola, Ap: Apicultura, Me: Medicinal

Central Hidroeléctrica Pando

- Preparación del terreno. No eliminar árboles en áreas a reforestar, incluyendo la chapea y eliminación de vegetación menor.
 - Marcaje.
 - Hoyado y rodajea. Se recomienda no utilizar productos químicos para hacer la rodaja y se realice con pala. El hoyo debe tener unos 30 cm de profundidad y la boca unos 25 cm. de diámetro.
 - Transporte y distribución de árboles.
 - Plantación de árboles (525 árboles/ha). Cada árbol quedará bien cubierto, sin dejar expuesta ninguna sección de su sistema radicular al aire.
 - Fertilización. Esta actividad se evitará si es posible. Se recomienda seleccionar los mejores individuos para la plantación y un mantenimiento oportuno a fin de evitar el uso de productos químicos.
- El mantenimiento de las plantaciones en los dos primeros años de operación serán supervisadas por un ingeniero forestal y demandará la ejecución de las siguientes operaciones: Chapeas, rodajas y control estricto de plagas y enfermedades
- b. Recuperación de la cobertura vegetal en elementos de la central hidroeléctrica: Teniendo en cuenta la elevada precipitación de la zona, es de esperar que en estas áreas en poco tiempo se presenten surcos y córcavas, sobre todo donde la pendiente favorezca este proceso. Por ello la medida consiste en cubrir con gramíneas esas áreas. Aunque es posible que aparezcan rápidamente especies de hoja ancha colonizando estos sitios, al no estar amarrado el suelo, el efecto de estas especies no es significativo para disminuir la erosión. En principio el establecimiento de gramíneas se puede hacer de las siguientes formas:
- Siembra de estolones u otro material vegetativo, formando hileras a lo largo del terreno a recuperar y que estén sostenidas mediante estacas.

Central Hidroeléctrica Pando

- Distribución de semillas de las especies seleccionadas en forma directa sobre el mismo.

e) Medida CS – 2: Formulación del plan de manejo para la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.

Consiste en la formulación del plan de manejo para la cuenca alta del río Chiriquí Viejo estableciendo las principales directrices que orienten el desarrollo de actividades en la cuenca considerando factores sociales, económicos, ambientales e institucionales que actúan dentro y fuera de la misma.

En América Latina los proyectos hidroeléctricos han sufrido severos problemas por excesivo azolvamiento de embalses por sedimentos de procesos de erosión de aguas arriba. El plan contribuye a disminuir o evitar los problemas: Se orienta a planificar territorial y ambiental para establecer los lineamientos del uso de recursos de la cuenca sin que esa utilización afecte la estabilidad del ecosistema y, por ende, el mejor funcionamiento de la central hidroeléctrica. Para identificar actividades del área bajo análisis, y que podrían afectar la sostenibilidad ecológica y económica del ambiente y de la obra misma.

Responsabilidad en cumplimiento y época de aplicación. La responsabilidad de esta medida será de Electron Investments, S.A., deberá elaborarse desde el inicio de la obra civil y se necesitarán 12 meses para su realización. Se necesitará un equipo profesional multidisciplinario, es un documento técnico que establece lineamientos para el desarrollo de actividades en esta zona de la cuenca. Este plan se justifica teniendo en cuenta las condiciones biofísicas del sitio. Los capítulos fundamentales de un Plan de Manejo de Cuencas, y que puede servir de base para el desarrollo del propuesto aquí son: Introducción; Objetivos y Metas del Plan de Manejo; Caracterización Biofísica y Socioeconómica de la cuenca; Diagnóstico y Evaluación del Plan de Manejo.

f) Medida CS – 3: Obras Civiles de Conservación.

Conjunto de obras civiles para la conservación de aguas y tierras que conjunta o aisladamente, eviten la activación de procesos erosivos que una vez presentes originan

Central Hidroeléctrica Pando

problemas operativos y mantenimiento que para solventarse suponen costos y tiempos adicionales, muchas veces no previstos dentro de los cronogramas de grandes obras.

Deberán implementarse para evitar las consecuencias por la activación de procesos erosivos que genera el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia. Su objeto es recibir adecuadamente los aportes de agua pluvial y conducirlos de manera adecuada hasta los sitios de disposición seleccionados, evitando la erosión en surcos y cárcavas. Los sitios donde deberán serán construidas entre otros los siguientes:

- Vías de acceso.
- Escembreras.
- Intersección de cursos de aguas.

Responsabilidad en cumplimiento y época de aplicación. Estas obras serán diseñadas y correrán a cargo de la ingeniería contratada, quienes junto con la gerencia de Electron Investments, S.A. formarán un equipo de trabajo para elaborar el programa de Ingeniería de Detalle Ambiental para desarrollar las Obras de Conservación. La época óptima para su aplicación, será a partir del comienzo de las obras de construcción. Algunas de las obras frecuentemente empleadas en la conservación de suelos y aguas son: Cunetas, torrenteras, rápidos, disipadores, drenaje, bateas, alcantarillas, etc.

g) Medida OE - 1: Ampliación, prolongación, mejoras y mantenimiento de vías.

Se refiere a obras de construcción, ampliación, mejora y restauración de vías que se consideren pertinentes para reducir problemas por la construcción y operación de la central hidroeléctrica o facilitar el acceso a los diferentes elementos que la componen.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: Resulta difícil definir a priori la asignación de responsables para su cumplimiento pues existen otros organismos involucrados, con competencia sobre la materia. Se entiende en todo caso que habrá una responsabilidad de vigilancia para asegurar su cumplimiento que recaerá de modo general sobre la propiedad de la central hidroeléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando

La época para su aplicación deberá ser al inicio de las obras, para facilitar su desarrollo. Así mismo, se requerirán gestiones y acuerdos con los entes nacionales o locales con competencia en la materia para asegurar el cumplimiento de las medidas.

h) Medida N1: Normas a seguir sobre deforestación.

La medida consiste en la actuación sobre remoción del área ocupada por el embalse, algunas zonas del trazado de la tubería forzada, bocas del túnel, casa de máquinas, accesos, etc. Algunas de estas zonas están actualmente plantadas con café, árboles dispersos y bosque ribereño remanente. Para realizar esta remoción se utilizará maquinaria (tractor y/o cargador}. La vegetación predominante en las áreas analizadas embalse, accesos y su topografía facilitarán las operaciones en este caso.

Teniendo en cuenta las condiciones de acceso a los lugares a deforestar y la topografía se considera posible aprovechar parte de la madera comercial a cortar. Como no debe permanecer ninguna vegetación en el área a inundar, la cantidad de biomasa de especies no comerciales, junto con la biomasa de especies comerciales no aprovechables, deberá movilizarse fuera del embalse.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: Su responsabilidad deberá ser asignada por "Electron Investments, S.A." y la época para su aplicación inmediatamente antes de la entrada en operación de la central hidroeléctrica.

i) Medida N2: Organización y adecuación de áreas de trabajo y campamentos.

Su objetivo es indicar las acciones y normas necesarias para la adecuada ubicación y funcionamiento de los campamentos necesarios para ejecutar la obra. Asimismo, las acciones y normas a cumplir los contratistas en las áreas de trabajo. Se refiere a los siguientes aspectos:

- a) Ubicación adecuada de campamentos: basándose en los siguientes parámetros:
Zonas altas y bien drenadas, poco visibles a terceros, desde centros poblados, viales, etc., evitar la deforestación de grandes zonas, áreas planas para reducir al mínimo los movimientos de tierra, obtener permisos para la ocupación temporal de los terrenos seleccionados y tomar en cuenta los costos por el pago

Central Hidroeléctrica Pando

de rentas y bienhechurías a sus propietarios, solicitar la instalación de servicios de: teléfono, electricidad, correo, telégrafo, etc.

b) Mejorar condiciones de campamentos: Se deben brindar a los empleados condiciones laborales, habitacionales y de diversión suficientes para bajar el estrés típico de este tipo de trabajo. Resaltando asuntos básicos tales como: Información sobre medidas de seguridad que el trabajador debe tomar al desarrollar sus funciones, que existan suficientes casetillas de teléfonos públicos, que se les de una formación vocacional afín al trabajo que realizan. que existan servicios de transporte programados a los centros poblados desde donde se desplazan hacia sus hogares, etc.

Las instalaciones habitacionales que se ofrecen en los campamentos, pueden ser mejoradas entre otras con las siguientes medidas:

- Estéticamente empleando pintura de colores adecuados al medio,
- Creando zonas verdes alrededor de las casas y con plantas ornamentales.
- Que se dispongan en las casas de espacios de descanso y lectura.
- Disminuir el número de ocupantes por galpón y habitación, y aumentar el volumen de aire disponible en cada cuarto.
- Si es posible que los galpones se asignen a gente con el mismo horario.
- La actividad recreativa debe ser sistematizada para que los empleados tengan acceso permanente a la diversión y baje su estrés producto del trabajo.

c) Disposición adecuada de desechos y efluentes de origen industrial. Para facilitar el manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos que se generen por el proceso mismo de construcción, sustancias químicas de desecho (aceites, gasoil, grasas y otros similares), etc. Metodología para garantizar un adecuado manejo de los desechos sólidos originados por la construcción:

Central Hidroeléctrica Pando

- Clasificar y separar los residuos según tipo y acumularlos en pilas separadas.
- Reciclar o vender los residuos que se pueda.
- Disposición final en un relleno sanitario cada cuatro semanas o cuando se acumulen 120 m³ de material.
- Espacios seleccionados para la formación de pilas estarán a una distancia no inferior a 200 m de la zona de construcción o instalaciones.

d) Disposición adecuada de desechos y efluentes de origen doméstico. Para dar salida a las aguas residuales generadas utilizaremos fosas, que una vez acabada la construcción, alguna quedará como solución definitiva. Hay que tener en cuenta que no existe red de alcantarillado, ni central depuradora próxima.

Las fosas a emplear deberán ser perfectamente herméticas, que no presenten ninguna arista viva, el espesor de las paredes debe ser suficiente para asegurar una hermeticidad constante, colocarse en lugar accesible y que puedan ser vigiladas fácilmente.

Deberá hacerse el vaciado cada cierto tiempo y nunca se hará un vaciado total; sólo se extraerán las cuatro quintas partes de la materia sólida contenida en ella. El resto queda para propagar más rápidamente las especies microbianas que afectan la clarificación. Inicialmente se considera utilizar la fosa digestiva, comprendida por tres compartimientos cuyo volumen estarán en la relación 2/1/1. El primero recibe el agua de excusado y cocina, el segundo de ducha y lavamanos y el tercero, de lavaderos. Constituye una solución definitiva y el desagüe puede verterse en un pozo absorbente, en un lago o en el propio río. Otra ventaja es que hay que vaciarla una vez cada año. La capacidad de absorción de estos dispositivos depende de la naturaleza del terreno donde se implanten. El volumen necesario es de 1 m³/hab., para una utilización completa, con lo que en nuestro caso sería necesario un menor volumen por trabajador.

Central Hidroeléctrica Pando

- e) Transporte de materiales. De material de construcción conviene que se realice en camiones cerrados y protegidos de la lluvia y viento para no causar molestias a los vecinos.
- f) Vigilancia, control de accesos y regulación de espacios. Por problemas derivados del acceso de personas ajenas a la central hidroeléctrica en el área afectada. Recomendaciones fundamentales:
- Establecer clara y expresamente el organismo responsable por la vigilancia y regulación del espacio, de manera permanente.
 - Elaborar un plan de vigilancia, control de accesos y regulación de espacios.
 - Realizar el personal asignado recorridos periódicos en las áreas bajo custodia. Este contará con identificación, vehículos, equipos de comunicación y equipo complementario para cumplir su misión.
 - Colocar barreras que impidan el paso a personas ajenas a la misma.
 - En los puntos de contacto entre vialidad interna y pública instalar carteles de señalización, conspicuos y de que no provoquen la invitación para visitar el área.
 - Evitar la instalación de viviendas y/o estructuras cerca de campamentos, para que tomen carácter permanente, aún después de abandonado.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: La responsable será la empresa constructora designada para la construcción. La época de implementación debe ejecutarse antes y durante la construcción de la central hidroeléctrica. La ubicación espacial de áreas de trabajo y campamentos y su duración será temporal.

Central Hidroeléctrica Pando

j) Medida P1: Programa de rescate arqueológico.

Su objetivo es rescatar todas las evidencias arqueológicas precolombinas que se encuentran en el área a ocupar por elementos de la central hidroeléctrica. Se recomienda realizar una investigación más profunda en sitios susceptibles de contener restos arqueológicos, aunque las expectativas iniciales son escasas. Investigar con detalle para determinar la profundidad de depósitos y distribución de áreas culturales a fin de realizar un rescate más efectivo de las piezas que allí se encuentran. Antes de que el área se vea afectada por las obras se deben realizar los trabajos de arqueología. La investigación se dirigirá a salvar y rescatar restos arqueológicos que aparezcan y proporcionar datos sobre la dinámica de grupos que se ubicaron en estos lugares.

Para evitar la destrucción o alteración de restos arqueológicos conviene impartir conferencias a los trabajadores relacionados con la excavación y remoción de tierras, para aportarles información sobre el procedimiento a seguir en caso de encontrar algún resto. La duración no debe ser excesiva para evitar aburrimiento, pérdida de interés y romper el ritmo de trabajo. Su contenido debe ser concreto y específico y tratando de cubrir los aspectos: Información histórica sobre las culturas antiguas, análisis de la legislación vigente y procedimientos a seguir en caso de reportarse algún tipo de evidencia cultural de asentamientos prehispánicos. Paralelamente a estas, se podría reforzar con la distribución de material didáctico para que de manera resumida explique los procedimientos antes mencionados.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: La responsabilidad en el cumplimiento de esta medida le corresponde a la dirección de Electron Investments, S.A. En lo que respecta a la época de cumplimiento, deberá ser durante la fase previa al inicio de la construcción de la central hidroeléctrica.

k) Medida P2: Programa de ingeniería de detalle para obras de conservación.

Para seleccionar, diseñar y construir un conjunto de obras inherentes a la ingeniería civil y a la ecología vegetal para subsanar los impactos que se puedan presentar como consecuencia de la construcción en los sitios de influencia de la central hidroeléctrica. La elaboración de este programa persigue los objetivos específicos siguientes: Evitar y/o atenuar la activación de procesos erosivos con la construcción de

Central Hidroeléctrica Pando

obras de conservación de suelos y agua (civiles y agroforestales) y recuperar las áreas degradadas y reconducirlas mediante procesos permanentes a estados lo más cercanos al inicio.

El programa estará constituido por una serie de actividades que contribuirán a alcanzar los objetivos planteados:

- Coordinación: Definir los trabajos a elaborar y asignar las responsabilidades a los miembros del equipo para cumplir con el programa, calidad técnica requerida y recursos económicos disponibles.
- Recopilación y análisis de información básica. Entre otra la siguiente:
 - o Datos fiables sobre lluvia de la zona, láminas máximas para diferentes duraciones.
 - o Estudios de suelos, geología y geomorfología.
 - o Caracterización de la vegetación.
 - o Planos topográficos en escala detallada.
 - o Especificaciones de los contratos de construcción de obras propensas a generar impactos negativos sobre el ambiente.
 - o Fotografías Aéreas.
- Reconocimiento y mediciones en campo: Reconocimiento de las zonas, identificando y ubicando detalladamente impactos presentes y/o futuros, y la preselección de medidas a implantar. Realizar las mediciones sobre el terreno necesarias para el diseño de las medidas.
- Trabajo de Gabinete: Para el diseño definitivo de las medidas, en esta fase se elaborarán los cálculos para su diseño con el mayor detalle posible: planos y croquis para utilizar el personal encargado de materializar las medidas.

Central Hidroeléctrica Pando

– Cálculos métricos y estimado de costo: Proceder a la cuantificación de las medidas. Posteriormente se realizará el análisis de precios unitarios estimando el personal, herramientas y maquinarias con su respectivos cobros, para conocer con bastante exactitud el costo de las obras.

– Especificaciones de Construcción: Esta actividad plasmará los aspectos metodológicos permitan la construcción de las medidas seleccionadas dentro del propósito y espíritu fijado por el diseñador.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: En general se trata de obras pequeñas que podrán ser atendidas por la propia empresa. Algunas serán realizadas una vez finalizadas determinadas obras (reforestación y vegetación de escombreras); otras se complementan con cierto desfase en cuanto al avance de algunas obras en particular (cunetas o torrenteras a construir incluso antes de concluir por completo las escombreras) para evitar así procesos erosivos en esos lugares.

I) **Medida P3: Programa de fomento de nuevos usos turísticos.**

Esta medida propuesta son: No tiene ubicación espacial específica, pero principalmente aplicará en zona del embalse, debe realizarse durante su construcción, para que sus recomendaciones se implementen durante la operación y se considera temporal pero, una vez implementada aplica mientras exista la central hidroeléctrica.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: El responsable último será el gerente de la central hidroeléctrica, sobre todo en lo concerniente a contactos, reuniones y similares con las compañías turísticas y/o el público en general. Pueden existir objetivos más amplios, entre otros destacamos los siguientes:

– Construir en sitios cercanos, facilidades de pic-nic o sitios para almorzar y miradores. También actividades tales como la pesca.

– Ecoturismo (interpretación de la naturaleza), actividades de salud mental, etc.

Central Hidroeléctrica Pando

- Diseño de travesías de un día, por algunos sitios de interés. Este tipo de recorridos presentan un bello paisaje además de poder apreciarse las actividades agrícolas existentes, innumerables plantaciones de café y otras hortalizas. Como parte de la travesía se visitaría algún restaurante típico y así tener la oportunidad de almorzar en la zona. Aguas arriba encuentra el Parque Internacional de la Amistad, por el que se podría pasear.

- Dentro de las facilidades de infraestructura destacan las relacionadas con actividades de camping y recreación. Áreas de recreación y construcción de miradores, kioscos, parrillas, etc., básicamente orientado al esparcimiento pasivo más que el activo sin descartar, sin embargo, la construcción de caminerías para ecoturismo y áreas planas con gramíneas de baja altura para juegos diversos.

Para evitar accidentes de quienes realicen actividades en estas zonas, deberán quedar bien definidas las áreas de seguridad especialmente del embalse y hacerse visible la separación a través de señalizaciones y vallas.

m) **Medida P4: Plan de información y relaciones con la comunidad.**

Se busca proponer mecanismos efectivos de comunicación entre la gerencia de la central hidroeléctrica y los pobladores del área afectada por esta. Contiene varias acciones, que actuando de manera mancomunada permitirían alcanzar el objetivo deseado. Suponen un conjunto de acciones o partes que conforman un todo orgánico, diseñado a los fines de cubrir los aspectos más importantes que permitan una fluida y positiva convivencia entre la central hidroeléctrica y la comunidad. Ocasionalmente, problemas ambientales generados por proyectos de desarrollo se exponen a la opinión pública en forma exagerada y poco objetiva, causando inclusive hasta la paralización definitiva de las obras. Es por esto que cuando un proyecto ampliamente justificado desde el punto de vista estratégico, político, técnico y económico, y cuyo EIA se considera ambientalmente factible, conviene darle difusión no sólo en cuanto a su alcance y beneficios económicos, sino también sobre aspectos ambientales afectados y medidas previstas para evitar, mitigar y corregir los probables impactos.

Para implementar el Plan es necesario establecer una estrategia comunicacional diferente según el receptor, segmentar la audiencia incluyendo los siguientes grupos:

Central Hidroeléctrica Pando

- Usuarios: Personas que utilizan información del EIA para cumplir con su responsabilidad: gerentes de la central hidroeléctrica, proyectistas, profesionales de organismos ambientales, inspectores, representantes de organismos públicos, empresas privadas relacionadas, etc.
- Gerencia oficial y de servicios: Autoridades e instituciones publicas relacionados con la central hidroeléctrica: Alcaldes, concejales, empresas de servicio (Electricidad, teléfonos, asistencia social y salud entre otros).
- Comunidad afectada: Asociaciones de vecinos y organizaciones comunales en general, asociaciones de comerciantes, productores, consumidores, organizaciones conservacionistas, grupos ecológicos, asociaciones juveniles y representaciones regionales de partidos políticos.
- Público en general: El ciudadano común y en especial los que habitan en el área afectada por la construcción y operación de la central hidroeléctrica.

Para cada grupo, medios y mensaje deben ser especialmente estructurados, ya que cada uno tiene intereses diferentes y son más sensibles a ciertas formas y medios de comunicación. Por ello se hace necesario contar con especialistas para lograr una exitosa campaña que conduzca a conformar una imagen positiva de la central hidroeléctrica y de Electron Investments, S.A. El tipo de mensaje e información a suministrar variará de acuerdo con las características del receptor final. A continuación se analiza cómo debe ser el mensaje transmitido a los grupos considerados:
- Locales: La construcción de una central hidroeléctrica genera un aumento del consumo de bienes y servicios en la región. Ocasionando el crecimiento del comercio y servicios, se harán inversiones y contratación de nuevo personal. Una vez concluida la construcción de la misma, el consumo retornará al nivel existente antes, generando problemas de redimensionamiento y despido de personal, entre los que no previeron que se trataba de una demanda temporal.

Es recomendable elaborar un folleto divulgativo, para el comercio local, a fin de informar debidamente de las características más relevantes, entre los que

Central Hidroeléctrica Pando

destacan: duración, etapas, personal de cada etapa, política de compra local, etc. Para prevenir y mitigar, la ocurrencia de las consecuencias descritas.

Personal Foráneo: Desarrollar campañas entre los empleados foráneos para que respeten en todo momento las normas y reglas sociales de la comunidad afectada. Con ello el trabajador foráneo se adaptará más rápida y fácilmente a la nueva comunidad y tendrá menos roces con sus miembros por desconocimiento e ignorancia. También hay que facilitar e incentivar actividades de bien comunal para acercar a las dos comunidades.

Se debe dar la mayor información sobre el tipo de personal y calificaciones necesarias para trabajar en esta obra. Esto evita, contingentes de otros lugares se movilicen cerca de las obras y campamentos esperando el chance para trabajar sin tener posibilidades y crea tensión al ver que no son aceptados. También el personal lo más sencillo es que se seleccione entre personal local y el resto tratar para que se adapten lo antes posible en su entorno.

También deberá manifestarse claramente que es política de Electron Investments, S.A., la conservación ambiental, y que toda acción que conduzca a este fin la dirección la estimulará y apoyará. Resaltar la presencia de flora y fauna locales que puedan afectar la salud del trabajador, tales como fauna transmisora de enfermedades, ponzoñosas, plantas peligrosas y en general toda especie potencialmente peligrosa para su salud: forma de identificarlos, hábitats y cuidados y precauciones a tener para evitar el contacto con estas especies.

Comunidades Indígenas: No se ha detectado la presencia de comunidades indígenas cercanas a la ubicación de la central hidroeléctrica.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: El responsable de su cumplimiento será la dirección de Electron Investments, S.A. al más alto nivel. La época de aplicación es antes de iniciar la construcción.

Central Hidroeléctrica Pando

m) Medida GA1: Gestiones relativas a permisos de paso y establecimiento de servidumbres.

Para evitar conflictos por la ocupación de espacios de tenencia privada sin tener el previo acuerdo con su propietario. Para ello habrá que dar al propietario de la tierra una compensación, en general de tipo económico, por el área que se le inhabilita con fines de producción agropecuaria, al mismo tiempo se le ofrecerá el mínimo posible de afectación a sus actividades rutinarias.

Asignación de responsabilidades y época de cumplimiento: El responsable es la gerencia de Electron Investments, S.A. y su época de aplicación se recomienda antes y durante la construcción de la central hidroeléctrica. Su duración es temporal y su ubicación espacial se circunscribe a las áreas afectadas por su construcción.

Para su oportuna y correcta aplicación, se deberán realizar labores previas de investigación, pero para que estas sean realmente productivas deberá contarse con la ingeniería de detalle concluida, a fin de tener un margen de seguridad sobre las áreas afectadas. Una vez determinadas, el departamento legal procederá a identificar al propietario de cada finca, luego se investigará y verificará en campo al propietario y el estado del área afectada. Una vez concluida se debe proceder a la realización de los límites legales correspondientes que conduzcan a obtener bien el permiso de paso, o bien el establecimiento de servidumbre.

6.2) Otros compromisos ambientales dentro del Plan de Gestión Ambiental:

Además de las medidas enumeradas existen otros compromisos que se engloban dentro del Plan de Gestión Ambiental, y que se enumeran a continuación y que tienen cierta importancia ambiental:

- Se exigirá a los contratistas que la maquinaria y equipo sean eficiente y periódicamente mantenidos de forma tal que cumplan con las normas establecidas, respecto a emisiones.
- Se exigirá a los contratistas que la maquinaria y equipo sean eficiente y periódicamente mantenidos, en lugares previamente establecidos (taller) de

Central Hidroeléctrica Pando

forma tal que en ningún caso la maquinaria y el equipo a utilizar en la construcción u operación de la central hidroeléctrica, presente problemas de goteo de combustible o lubricantes.

— Para evitar la contaminación por polvo y evitar molestias a las comunidades durante la construcción en períodos de verano se procederá a humedecer los terrenos de previo.

— La central hidroeléctrica utilizará únicamente el área necesaria para las labores de construcción e implantación de las obras, evitando el uso de áreas (y su alteración) de forma innecesaria.

— Para evitar la erosión del suelo durante la construcción se implementarán medidas de protección con el control del drenaje pluvial y sedimentadores.

— Después de finalizada la construcción de la central hidroeléctrica, todas aquellas áreas alteradas por este proceso serán recuperadas, con un proceso de revegetación con especies nativas.

— El suelo vegetal será separado durante el movimiento de tierras y acumulado en sitios previamente seleccionados, donde serán protegidos de la erosión. Posteriormente este suelo se utilizará para rehabilitar las zonas afectadas (principalmente en botaderos y sitios de préstamo) y el excedente se utilizará para la rehabilitación de taludes y sitios de corte, cuando sea posible.

— En todos y cada uno de los componentes de la central hidroeléctrica, tanto durante la fase constructiva como operativa, se construirán obras de drenaje, así como otras obras necesarias para evitar que existan concentraciones de flujos de agua capaces de producir efectos erosivos nocivos a la central hidroeléctrica u otras áreas circundantes.

— En los sitios donde se dará mantenimiento a la maquinaria y equipo (12.15), o donde se cargue combustible a éstos, se colocará un impermeabilizante y

12.15 Siempre que sea posible realizar esta operación fuera de las instalaciones de la central hidroeléctrica.

Central Hidroeléctrica Pando

aislante, así como un drenaje cerrado de captura de derrames (en caso de emergencia) para evitar que se produzca contaminación del suelo, o las aguas superficiales y eventualmente de las aguas subterráneas.

- A pesar de que el balance total del impacto ambiental de la central hidroeléctrica en el factor de las aguas subterráneas resulta ser bajo. Se promoverá, durante el primer año de operación, la recuperación de áreas previamente alteradas, induciendo la restauración de suelos cuando sea necesario, y la revegetación con especies nativas impulsando el desarrollo natural del área.
- Con el fin de asegurar la estabilidad de las obras de ingeniería que se van a construir, los taludes de corte serán diseñados y construidos siguiendo las recomendaciones técnicas y ambientales predefinidas.
- De igual forma, cuando los técnicos especialistas así lo recomienden, se construirán las obras de estabilización de taludes para mantener ese margen de seguridad previamente establecido.
- Las obras de la central hidroeléctrica se deberán construir siguiendo las características de sismo resistencia recomendadas en el estudio de amenaza sísmica.
- Todos los desechos sólidos de tipo municipal o doméstico generados en el proyecto serán recogidos y agrupados para ser recolectados y dispuestos en el Relleno Sanitario Municipal.
- Los desechos de madera provenientes de troncos de árboles maderables, serán utilizados dentro de las mismas obras de la central hidroeléctrica como apoyo para obras de contención temporales.
- En lo que se refiere a la leña recogida será agrupada y podrá ser donada en casos necesarios. Los otros restos vegetales serán recogidos, y procesados por compostaje para producir abono orgánico que será utilizado en las obras de rehabilitación y recuperación de terrenos previamente alterados.

Central Hidroeléctrica Pando

- Los desechos de tierra, arena y piedra que no puedan ser utilizados en las obras constructivas serán recogidos y transportados hacia los sectores de escombreras donde serán dispuestos.
- Las aguas residuales de tipo doméstico producidas por el funcionamiento normal del campamento serán dispuestas para su tratamiento por medio de una fosa séptica, debiendo cumplirse en todo momento las normativas legales establecidas y vigentes para estos fines.
- En la medida de lo posible se tratará de contar con barreras visuales para evitar el impacto visual de las obras de construcción, y de igual manera, se procederá con el inicio de las obras de recuperación de áreas alteradas.
- Una vez finalizada la fase constructiva se procederá a acelerar la actividad de recuperación de áreas con el fin de revegetar todas las áreas de la central hidroeléctrica susceptibles de serlo, con el fin de minimizar el impacto visual e incorporar la central hidroeléctrica al entorno.

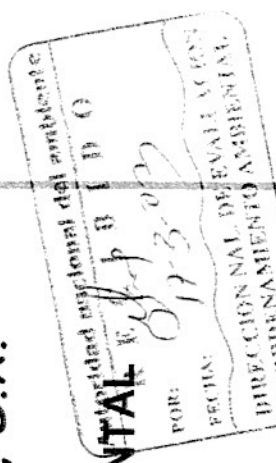
ELECTRON INVESTMENT S.A.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA PANDO

**REALIZADO POR:
FAST ECOLOGICAL SERVICES, S.A.**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA III**

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA



Panamá 2003