

**PROYECTO MISICUNI**  
**ESTUDIOS Y DISEÑOS COMPLEMENTARIOS**  
**INFORMACIÓN DE REFERENCIA**

**APENDICE C - MATERIALES**

**TABLA DE CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	MATERIALES REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN .....	2
3.	ZONAS INVESTIGADAS .....	3
3.1	ALUVIALES DEL RÍO MISICUNI .....	3
3.2	DEPÓSITOS MORRÉNICOS DEL RÍO SIVINGANI .....	4
3.3	CANTERA RÍO NEGRO KHEYMO .....	5
4.	AGREGADOS PARA CONCRETO.....	6

FIGURAS  
ANEXOS  
PLANOS

---

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 Zonas de Préstamo

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1 Resultados de Ensayos de las Calicatas

## **LISTA DE PLANOS**

PLANO 1 Presa – Sección Máxima y descripción de las Zonas

PLANO 2 Fuentes de Materiales – Depósitos aluviales Río Misicuni

PLANO 3 Fuentes de Materiales – Cantera – Río Negro Keymo – Planta y sección

## 1. INTRODUCCIÓN

En este apéndice se presentan los resultados de las investigaciones realizadas sobre los materiales disponibles más convenientes para la construcción de la presa, constituidos por los depósitos aluviales y morrénicos existentes aguas arriba de la presa, dentro del área del embalse. Adicional a estos materiales se ha identificado una posible cantera de limonita y arenisca localizada inmediatamente aguas debajo de la presa, sobre la margen derecha del río Negro Kheyimo, cuya utilización requeriría de investigaciones adicionales por parte del Contratista con objeto de comprobar sus características geotécnicas y así poder definir su colocación en los rellenos de la presa.

El diseño de la presa se basó en la utilización de los materiales existentes en las zonas próximas a la presa. Las investigaciones realizadas por LA EMPRESA en estas zonas permitieron concluir que en dichas zonas se encuentran los volúmenes requeridos para la construcción, mientras la explotación se realice en forma organizada, de manera que se aprovechen y distribuyan adecuadamente los materiales según sus características y posible utilización. Sin embargo, debido a que no todos los materiales existentes dentro de ellas son aprovechables y debe preverse que algunos de ellos deberán desecharse. El Contratista debe evaluar detalladamente la información existente y considerar la posibilidad de extender los límites de explotación o en caso extremo tener que complementar los volúmenes requeridos con la explotación de otras fuentes de materiales.

El Contratista debe analizar la información presentada en este informe y toda la que requiera adicional para que si se necesita obtener materiales de diferentes zonas durante las distintas épocas de construcción, tome todas las previsiones necesarias de manera que cumpla con los requisitos exigidos en las especificaciones técnicas.

Si en opinión de El Contratista la información disponible no es suficiente para la planeación de la explotación y para tomar cualquier decisión sobre la explotación del material, el Contratista debe decidir si ejecuta o no investigaciones adicionales por su cuenta, que aporten la información faltante, de manera que cumpla satisfactoriamente las especificaciones técnicas, que asegure la calidad, cantidad y utilización de los materiales y pueda desarrollar las obras dentro de lo requerido en los Pliegos de Licitación. Cualquier ampliación de las zonas establecidas en los planos o propuesta sobre zona de préstamo adicional que El Contratista pretenda utilizar deberá ser aprobada previamente y por escrito por LA EMPRESA, con la debida anticipación para no causar demoras en la construcción.

En este Apéndice se condensan los resultados de las investigaciones llevadas a cabo entre noviembre y diciembre de 2002 para confirmar las características geotécnicas de los materiales. La información obtenida en este Apéndice no forma parte de los documentos legales del Contrato. La Empresa Misicuni no es responsable por las deducciones o conclusiones que el Proponente o Contratista pueda establecer la información aquí presentada.

La Empresa Misicuni no se compromete a suministrar información adicional a la incluida en este Apéndice. En caso que el Proponente o Contratista decida ejecutar las otras investigaciones adicionales a las aquí mencionadas u otras que considere necesarias, éstas serán por su cuenta y riesgo y deberán ser supervisadas por LA EMPRESA, como se indica en los documentos del Contrato.

## 2. MATERIALES REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

La presa de misicuni es del tipo de gravas con cara de concreto con cresta a la elevación 3749 msnm, con 85 m de altura, 304 m de longitud de cresta y 1,5 Hm<sup>3</sup> de volumen. Básicamente la presa está constituida por un relleno de gravas naturales con su talud de aguas arriba protegido con una cara de concreto.

Las características y especificaciones de los materiales que conforman las distintas zonas de la presa se presentan en el Plano 1 y se describen a continuación. Todos los materiales de los rellenos de la presa pueden obtenerse de los depósitos aluviales del río Misicuni.

- Zonas 1

La Zona 1A conformará el núcleo de la ataguía y estará conformada por materiales fluvioglaciales o morrenas.

La Zona 1B está localizada en el sector inferior de la cara de concreto y tiene como función sellar cualquier grieta o apertura de las juntas de la cara. Este material puede obtenerse, al igual que la Zona 1A, de los depósitos morrénicos y aluviales de los ríos Misicuni y Sivingani, existentes inmediatamente aguas arriba de la ataguía.

- Zona 2A

Ubicada inmediatamente aguas debajo de la junta perimetral. Su función es la de retener la ceniza volcánica que constituye el sello superficial de la junta perimetral, en caso de filtraciones. Estará conformada por gravas y arenas obtenidas del procesamiento de los materiales procedentes de los depósitos aluviales.

- Zona 2B

Esta zona tiene como función suministrar un soporte uniforme y firme a la cara de concreto. Estará conformada por gravas y arenas obtenidas del procesamiento de los materiales procedentes de los depósitos aluviales

- Zona 3A

Esta zona tiene como función servir de transición entre la zona 2B y la 3B. Estará conformada por gravas procesadas procedentes de los depósitos aluviales.

- Zonas 3B y 3C

Las zonas 3B y 3C conformarán el espaldón de aguas arriba y aguas debajo de la presa respectivamente. La zona 3B conformará igualmente los espaldones de la ataguía. Estarán constituidas por los materiales procedentes de los depósitos aluviales, limitando sus tamaños máximos a 0,60 m en la zona 3B y a 0,90 m en la zona 3C. Los sobretamaños sobrantes podrán disponerse en la zona de protección del talud de aguas abajo.

- Zona 3D

La zona 3D constituye el filtro de la chimenea de la presa y estará constituido por gravas procesadas procedentes de los depósitos aluviales.

### 3. ZONAS investigadas

En las áreas próximas al sitio de la presa fueron estudiadas dos fuentes de materiales, aluviales y morrénicos, que pueden ser utilizados para la construcción de la presa. Estos son las terrazas y playas aluviales que se encuentran en las márgenes del río Misicuni, desde la desembocadura del río Sivingani hasta cerca de 8 km aguas arriba y los depósitos morrénicos existentes a lo largo del río Sivingani, desde su desembocadura al río Misicuni hasta cerca de 4 km aguas arriba. La localización de estas áreas se presenta en el Plano 2.

#### 3.1 Aluviales del Río Misicuni

Las propiedades de los materiales aluviales del río Misicuni fueron establecidas mediante la excavación de canaletas, pozos, zanjas y calicatas, a lo largo del río Misicuni, entre la desembocadura de los ríos Sivingani y Serkheta, en una extensión de 5 km. Estas investigaciones fueron las siguientes:

- Canaletas. De la Z-1 a la Z-9, con profundidades entre 3,80 y 6,80 m.
- Pozos. Del 7-1 al 7-4 y del 8-1 al 8-4, con profundidades entre 1,0 y 5,60 m.
- Zanjas. Del HOR-9 al HOR-12, con profundizase del orden de 1,0 m.
- Calicatas. Del C-1 a la C-8, con profundidades entre 1,0 y 4,0 m. Excavados en la presente etapa de estudios.

Aguas debajo de la desembocadura del río Serkheta en una extensión de 3km se investigaron los aluviales mediante las zanjas HOR-1 a HOR-9 con profundidades de 1,0 m.

De acuerdo con la información obtenida en las calicatas C-2 a C.8, cuyos perfiles estratigráficos, resultados de ensayos y registro fotográficos se presentan en el Anexo 1, las terrazas y playas aluviales están constituidas en forma general por un estrato superficial de suelo orgánico de 0.5 m de profundidad sobre un estrato de arcilla de 0.4 m de espesor bajo el cual se encuentra un estrato de bolones y grava bien gradada en matriz de arena y limo (GW-GM) hasta arena arcillosa con grava (SC). En general este estrato está constituido en un 20% por material que excede 20 pulgadas y un 53% es mayor de 3 pulgadas, las gravas se presentan en un 31% y la aren en un 13%. En la Figura 1 se presenta la granulometría estimada para todo el material, obtenido en las áreas de investigación Z, 8 y calicatas. Las partículas de gravas son generalmente duras y limpias de forma subangular a redondeada y sus características físicas fueron determinadas en las distintas excavaciones de investigación adelantadas y durante la construcción del túnel de conducción donde estos materiales fueron utilizados como agregados para la elaboración de los concretos . Las características promedios de estos materiales son las siguientes:

### Características de los Depósitos Aluviales

AREA INVESTIGADA	GRADACIÓN	GRAVEDAD ESPECÍFICA	ABSORCIÓN	DESGASTE
<b>1. Calicatas</b>	<b>56%</b>		-	
<b>Cantos</b>	<b>26%</b>	<b>2.60</b>	<b>1.16</b>	-
<b>Gravas</b>	<b>14%</b>	<b>2.72</b>	-	<b>21%</b>
<b>Arenas</b>				-
<b>Zonas Z, 8 y HOR</b>				
<b>Cantos</b>	<b>50%</b>	-	-	-
<b>Gravas</b>	<b>35%</b>	<b>2.62</b>	<b>1.40</b>	<b>24.8%</b>
<b>Arenas</b>	<b>13%</b>	<b>2.59</b>	<b>2.30</b>	-
<b>Agregados T de conducción</b>				
<b>Gravas</b>	-	<b>2.59</b>	<b>1.83</b>	<b>20.9%</b>
<b>Arenas</b>	-	<b>2.56</b>	<b>2.53</b>	<b>23.6%</b>

El nivel freático en toda la zona corresponde al nivel de las aguas del río.

En el Plano se han delimitado las áreas de los depósitos aluviales investigados en una extensión de 7,5 km, obteniéndose un área del orden de 114 ha de explotación potencial. Tomando una profundidad promedio de explotación de 4,0 m que puede ser superior de acuerdo con las investigaciones adelantadas y lo observado en los cortes de las terrazas altas y bajas aledañas al río, se obtendría un volumen del orden de 4,5 millones de metros cúbicos de materiales utilizables para la construcción de la presa y obras anexas.

El volumen aproximado del material explotable en función de la distancia a la presa sería el siguiente:

DISTANCIA A LA PRESA (km)	VOLUMEN PARCIAL m <sup>3</sup> X 1000	VOLUMEN ACUMULADO m <sup>3</sup> X 1000
1,0	525	525
2,0	556	1081
3,0	623	1704
4,0	295	1999
5,0	617	2616
6,0	812	3428
7,0	837	4265
7,5	290	4555

Debe tenerse en cuenta que dentro de los depósitos mencionados pueden existir sectores con materiales que no cumplan con las especificaciones granulométricas en su estado natural y que deba requerirse de alguna clasificación o lavado para lograrlo.

### 3.2 Depósitos Murrénicos del Río Sivingani

Los depósitos murrénicos del río Sivingani se encuentran en el área de su desembocadura al río Misicuni y a 3,5 km aguas arriba de esta desembocadura en la zona de préstamo B, según se muestra en el plano 2. Esta zona está localizada entre las elevaciones 4000 msnm y 4200 msnm y fue investigada mediante la excavación de diez pozos con profundidades hasta de 3,0 m.

Estos materiales están compuestos de un 10% a 25% de material fino no plástico un 20% de arenas y del 30% al 70% de gravas superiores a 2 pulgadas con tamaños máximos aproximados 1,0 m. El material que pasa 3 pulgadas se clasifica como grava limosa arenosa. En la Figura 1 se presenta la granulometría estimada para todo el material del área B. los materiales finos tienen las siguientes propiedades índice:

- Límite líquido: Del 23% al 29%
- Límite plástico: 17%
- Índice de plasticidad: De 5 a 12
- Fracción arcillosa: 7% a 8%
- Humedad óptima: 6% a 10%

Estos materiales se encuentran igualmente inmediatamente aguas arriba del sitio de presa donde fueron depositados por el río Sivingani en su desembocadura al río Misicuni.

### 3.3 Cantera Río Negro Kheymo

El área de explotación de esta cantera está localizada a 300 m aguas abajo del sitio de presa sobre la margen derecha del río Misicuni y se desarrollaría sobre la margen derecha del río Negro Kheymo, según se indica en el plano 3.

De acuerdo con los reconocimientos geológicos la cantera está conformada por limonita y arenisca dura, de grano fino, en capas de 10 c a 20 cm. Se presentan algunos niveles delgados de limonita menos dura separando paquetes de estratos de roca dura hasta de cinco metros de espesor. Se estima que la zona mostrada en el Plano 3, se pueden obtener un millón de metros cúbicos de material para enrocado. Esta cantera requeriría de investigaciones geotécnicas para comprobar sus características y así poder definir su posible utilización en los rellenos de la presa.

#### 4. AGREGADOS PARA CONCRETO

Durante la construcción de conducción de los agregados para la obtención de los concretos fueron obtenidos a partir del procesamiento de los aluviales del río Misicuni en la zona del embalse. Los resultados promedio de los ensayos ejecutados sobre los distintos tamaños de agregados fueron los siguientes:

<b>PESO UNITARIO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		
<b>Compacto</b>		
Arena	1757	1558
Grava	1647	1484
Grava 1 ½ "	1612	1523
Grava ¾ "	1571	1450
Grava ½ "	1624	1498

  

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (kg/m<sup>3</sup>)</b>	
Arena	2556
Grava	2591
Grava 1 ½ "	2610
Grava ¾ "	2527
Grava ½ "	2593

  

<b>ABSORCIÓN</b>	
Arena	1.23
Grava	1.83
Grava 1 ½ "	1.25
Grava ¾ "	1.29
Grava ½ "	1.72

  

<b>CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN ARENAS</b>	
<b>Compacto</b>	
Método Colorimétrico:	2

  

<b>SOLIDEZ</b>	
Arena	4.00
Grava	6.19
Grava 1 ½ "	1.30
Grava ¾ "	0.45
Grava ½ "	3.24

  

<b>DESGASTE</b>	
Arena	23.60%
Grava	21.55%
Grava 1 ½ "	20.10%
Grava ¾ "	20.47%
Grava ½ "	18.04%



**FIGURAS**