

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

**APÉNDICE D - HIDROLOGÍA**

**TABLA DE CONTENIDO**

1.	HIDROLOGÍA.....	2
1.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	2
1.2	CLIMATOLOGÍA .....	2
1.2.1	Pluviometría .....	2
1.2.2	Temperatura .....	4
1.2.3	Humedad .....	4
1.2.4	Vientos .....	4
1.2.5	Evaporación .....	5
1.3	CAUDALES DE RÍO .....	5
1.4	CRECIENTES .....	6
1.5	SEDIMENTACIÓN .....	6

## 1.1 Hidrología

## 1.2 Características Generales

Los ríos del área del proyecto, forman parte del sistema hidrográfico Altamachi - Beni - Mamoré – Amazonas. En el sitio de la presa la cuenca del Misicuni es de aproximadamente 350 km<sup>2</sup>.

Dentro de esta cuenca se tienen seis estaciones pluviométricas: Escalerani, Sivingani, Templo, Sunjani, La Cumbre y Cuatro Esquinas. La estación Sivingani está localizada muy cerca del sitio de la presa.

## 1.3 Climatología

### 1.3.1 Pluviometría

El elemento climático principal con respecto al proyecto es el régimen pluviométrico que se caracteriza por una precipitación anual media del orden de 900 mm. El ciclo anual es bien definido, con una estación seca en el invierno y una temporada húmeda en el verano. La variación interanual no es muy importante.

Las principales características de las estaciones localizadas en la cuenca, son las siguientes:

	Período de registros		Elev. (m)	Precipitación anual (mm)	Latitud Sur	Longitud Oeste
Sivingani	Jun 67	Dic 99	3,726	651	17°05'	66°19'
Templo	Jul 67	Dic 99	4,280	1,193	17°10'	66°22'
La Cumbre	Abr 68	Dic 87	4,050	1,048	17°16'	66°13'
Escalerani	Jun 67	Nov 89	4,150	772	17°10'	66°12'
Cuatro Esquinas	Jun 67	Abr 98	3,970	970	17°11'	66°14'
Sunjani	Jun 67	Jul 93	3,910	900	17°09'	66°21'

Los registros mensuales de lluvias obtenidos en la estación Sivingani se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Precipitación mensual en Sivingani (mm)**

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
<b>1967</b>	-	27.4	12.4	42.2	48.5	29.2	206.2	115.5	154.8	49.9	20.3	2.1	
<b>1968</b>	0.7	0.8	10.0	6.9	66.1	107.6	91.4	128.7	153.7	32.2	11.6	3.9	<b>613.6</b>
<b>1969</b>	4.4	15.8	1.2	5.3	42.7	39.2	102.1	147.5	94.2	108.6	21.1	24.5	<b>606.6</b>
<b>1970</b>	1.3	12.1	1.8	73.3	87.4	55.9	73.3	191.1	230.5	26.6	32.1	0.6	<b>786.0</b>
<b>1971</b>	49.6	1.5	25.4	18.8	34.1	122.7	103.3	215.9	133.2	62.9	37.2	2.8	<b>807.4</b>
<b>1972</b>	21.3	1.2	58.6	-	94.3	39.2	126.0	80.8	92.0	50.4	24.7	21.7	
<b>1973</b>	25.3	17.1	51.4	29.1	39.8	66.0	112.9	160.4	99.7	72.5	50.6	0.7	<b>725.5</b>
<b>1974</b>	2.3	6.7	52.1	7.7	48.5	37.1	62.5	191.5	146.5	90.2	20.0	8.7	<b>673.8</b>
<b>1975</b>	14.7	1.7	3.8	33.2	43.8	69.6	82.9	142.0	96.0	62.7	9.5	13.9	<b>573.8</b>

Tabla 1. Precipitación mensual en Sivingani (mm)

	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL
<b>1976</b>	4.1	6.7	40.2	111.2	3.0	49.4	77.3	83.6	118.4	118.8	2.1	57.2	<b>672.0</b>
<b>1977</b>	0.0	3.8	19.9	51.2	56.3	91.9	100.2	176.3	141.0	78.4	40.4	0.9	<b>760.3</b>
<b>1978</b>	0.0	0.0	9.6	3.4	19.2	29.6	133.9	190.6	69.4	132.6	-	0.0	
<b>1979</b>	0.0	0.0	4.0	44.5	105.2	66.2	181.6	119.8	31.1	95.0	31.8	2.5	<b>681.7</b>
<b>1980</b>	4.8	3.9	30.7	45.1	45.1	34.0	104.8	136.8	84.5	59.2	29.8	3.0	<b>581.7</b>
<b>1981</b>	0.0	0.0	83.8	63.5	63.5	62.6	100.8	197.3	48.9	171.6	43.9	0.0	<b>835.9</b>
<b>1982</b>	0.7	2.5	8.2	20.0	49.1	91.9	102.8	-	-	75.9	11.5	30.6	
<b>1983</b>	2.3	-	-	18.0	38.9	48.5	76.1	-	120.8	144.7	22.2	0.0	
<b>1984</b>	1.4	-	-	-	-	-	-	112.3	122.9	63.5	57.1	0.0	
<b>1985</b>	13.7	-	13.2	12.9	22.9	119.8	85.7	141.0	-	-	-	-	
<b>1986</b>	-	-	-	-	23.4	29.1	181.7	-	-	-	-	-	
<b>1988</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.1	68.0	13.8	
<b>1989</b>	0.0	9.6	10.2	19.3	-	-	-	-	93.1	57.7	-	0.0	
<b>1990</b>	81.2	9.0	11.9	21.0	41.6	110.9	70.8	-	122.3	-	24.4	1.4	
<b>1991</b>	18.0	0.0	2.9	20.8	-	44.9	-	166.7	99.7	59.6	4.1	11.9	
<b>1992</b>	11.9	36.0	56.2	11.6	33.3	82.4	-	192.4	54.0	76.4	-	7.4	
<b>1993</b>	8.8	28.5	107.5	28.2	36.2	36.2	103.9	109.2	96.7	-	13.4	-	
<b>1994</b>	12.1	0.0	2.6	16.3	47.0	71.3	100.0	140.3	113.0	94.9	5.8	0.0	<b>603.3</b>
<b>1995</b>	0.0	0.0	13.4	3.2	27.6	73.1	101.7	144.8	74.8	-	-	4.9	
<b>1996</b>	0.0	12.5	36.5	22.1	14.1	131.0	68.7	108.9	147.1	106.3	34.8	17.4	<b>699.4</b>
<b>1997</b>	1.7	0.0	8.1	29.2	12.1	80.7	86.9	86.3	72.1	57.3	30.0	0.0	<b>464.4</b>
<b>1998</b>	16.6	2.4	0.0	24.2	69.8	59.2	-	124.6	131.1	148.5	-	-	
<b>1999</b>	1.1	0.0	0.0	93.3	29.4	22.8	65.9	-	-	-	-	-	
<b>Medio</b>	<b>10.3</b>	<b>7.4</b>	<b>24.1</b>	<b>31.3</b>	<b>44.4</b>	<b>65.6</b>	<b>104.0</b>	<b>144.2</b>	<b>108.9</b>	<b>81.8</b>	<b>26.9</b>	<b>8.5</b>	<b>672.4</b>
<b>Max</b>	<b>81.2</b>	<b>36.0</b>	<b>107.5</b>	<b>111.2</b>	<b>105.2</b>	<b>131.0</b>	<b>206.2</b>	<b>215.9</b>	<b>230.5</b>	<b>171.6</b>	<b>68.0</b>	<b>57.2</b>	<b>835.9</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>3.2</b>	<b>3.0</b>	<b>22.8</b>	<b>62.5</b>	<b>80.8</b>	<b>31.1</b>	<b>26.6</b>	<b>2.1</b>	<b>0.0</b>	<b>464.4</b>

## 1.3.2 Temperatura

Existen registros (incompletos) de temperaturas para la estación de Sivingani en la cota 3700 m.s.n.m. (Oct. 1972 - Dic. 1982). El resultado de la evaluación de los datos disponibles en esa estación se da a continuación:

Mes	Media	Mínima	Máxima
Enero	8.4	-2.0	21.0
Febrero	8.2	-1.0	20.0
Marzo	7.9	-5.0	20.0
Abril	6.9	-7.0	20.0
Mayo	5.3	-12.5	18.0
Junio	3.4	-12.0	16.0
Julio	3.3	-12.0	19.0
Agosto	4.4	-11.0	20.0
Septiembre	5.7	-9.0	19.0
Octubre	7.0	-6.0	20.0
Noviembre	8.4	-6.0	20.0
Diciembre	8.4	-2.0	20.0
<b>Año</b>	<b>6.4</b>	<b>-12.5</b>	<b>26.0</b>

## 1.3.3 Humedad

La tabla siguiente presenta los datos de humedad relativa media mensual, mínima y máxima de Sivingani en %:

Mes	Media	Mínima	Máxima
Enero	78	11	100
Febrero	78	17	100
Marzo	77	7	100
Abril	73	0	100
Mayo	65	0	100
Junio	57	0	100
Julio	63	0	100
Agosto	70	0	100
Septiembre	72	0	100
Octubre	72	0	100
Noviembre	73	0	100
Diciembre	75	4	100

## 1.3.4 Vientos

Los datos disponibles se refieren a la estación de Sivingani y al periodo Marzo 1981 - Agosto 1983. Se trata de velocidades medias mensuales, mínimas y máximas.

La dirección predominante de los vientos es NNW (NORNOROESTE). La velocidad media varía de 2.8 a 3.1 m/s, la mínima es de 0.6 m/s en cada mes y la máxima está comprendida entre 6 y 9 m/s.

Con los datos disponibles no es posible establecer un cuadro análogo a los de la temperatura y humedad.

#### 1.3.5 Evaporación

Se dispone de observaciones mensuales de la evaporación potencial (Class A pan) de la estación Sivingani para el período Octubre 1972 - Diciembre 1982 (123 meses), con 9 meses faltantes. Los valores medios normales (en milímetros) son los siguientes:

Enero	117	Julio	102
Febrero	105	Agosto	115
Marzo	106	Septiembre	114
Abril	109	Octubre	144
Mayo	112	Noviembre	128
Junio	99	Diciembre	124
<b>AÑO</b>			<b>1375</b>

#### 1.4 CAUDALES DE RÍO

Los caudales diarios del río Misicuni en la estación Sivingani han sido registrados durante dos períodos: entre Junio de 1968 a Mayo de 1981 y desde Octubre de 1989 hasta la fecha. Una comparación de las dos secuencias indican diferencias importantes en los promedios anuales de caudales entre estos períodos. Las posibles causas de las discrepancias son: el impacto de los proyectos localizados al oriente de la cuenca y deficiencias en la curva de calibración de la estación Sivingani.

En la Tabla 2 se presentan los promedios mensuales de caudales para períodos de registro.

**Tabla 2. Promedio mensual de caudales en Sivingani (m<sup>3</sup>/s)**

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Medio
<b>1968</b>	0.94	0.94	0.85	0.64	0.82	2.48	2.96	10.29	26.62	2.58	1.30	0.77	<b>4.27</b>
<b>1969</b>	0.65	0.57	0.49	0.45	0.52	0.51	2.22	8.46	24.33	19.58	2.07	0.80	<b>5.05</b>
<b>1970</b>	0.55	0.50	0.41	0.51	0.89	2.47	3.49	13.36	27.13	6.02	1.26	0.63	<b>4.77</b>
<b>1971</b>	0.65	0.51	0.41	0.37	0.40	2.38	8.18	23.26	19.87	8.83	3.25	0.90	<b>5.75</b>
<b>1972</b>	0.66	0.54	0.71	0.88	0.97	1.68	7.96	5.18	8.04	4.58	1.79	0.62	<b>2.80</b>
<b>1973</b>	0.62	0.40	0.54	0.68	0.82	1.24	3.31	15.66	14.54	11.87	5.76	1.01	<b>4.70</b>
<b>1974</b>	0.63	0.51	0.68	0.54	0.54	0.58	1.10	10.58	13.73	7.71	2.09	0.70	<b>3.28</b>
<b>1975</b>	0.51	0.31	0.27	0.30	0.61	1.21	3.62	12.64	18.32	5.61	1.58	0.85	<b>3.82</b>
<b>1976</b>	0.48	0.32	0.33	1.63	0.80	0.50	1.05	2.70	7.48	13.22	2.32	1.30	<b>2.68</b>
<b>1977</b>	1.01	0.55	0.47	0.91	0.95	3.67	7.53	18.72	14.19	10.24	3.84	1.56	<b>5.30</b>
<b>1978</b>	0.94	0.71	0.61	0.51	0.45	1.11	10.15	27.60	13.44	12.54	2.46	1.15	<b>5.97</b>
<b>1979</b>	0.67	0.49	0.41	0.24	1.17	0.92	10.45	13.41	4.19	6.06	2.07	0.76	<b>3.40</b>
<b>1980</b>	0.50	0.40	0.31	0.51	0.68	0.55	1.40	8.65	16.75	10.17	4.11	1.58	<b>3.80</b>
<b>1981</b>	1.11	0.94	1.49	2.07	2.93	3.23	7.08	26.73	8.04	22.89	5.69	1.71	<b>6.99</b>

Tabla 2. Promedio mensual de caudales en Sivingani (m<sup>3</sup>/s)

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Medio
<b>1989</b>	-	-	-	-	0.81	0.88	3.54	8.53	7.33	4.44	2.37	1.22	
<b>1990</b>	1.99	1.06	0.86	0.75	1.00	2.85	4.15	9.04	10.25	6.48	2.89	1.51	<b>3.57</b>
<b>1991</b>	0.56	0.43	0.39	0.39	0.37	0.70	0.82	8.40	5.58	6.20	1.26	0.83	<b>2.16</b>
<b>1992</b>	0.78	1.09	0.92	0.99	0.87	1.35	2.31	15.74	4.79	3.72	1.72	0.85	<b>2.93</b>
<b>1993</b>	0.78	0.73	1.33	2.10	1.56	1.52	24.06	12.40	9.75	3.97	1.61	1.07	<b>5.07</b>
<b>1994</b>	0.62	0.53	0.47	0.42	0.70	1.55	2.76	10.09	12.69	9.03	2.82	1.27	<b>3.58</b>
<b>1995</b>	0.83	0.75	0.60	0.60	0.80	1.06	1.70	7.94	6.66	5.46	4.43	0.87	<b>2.64</b>
<b>1996</b>	0.92	0.88	0.82	0.99	0.92	4.34	5.21	15.92	12.61	8.32	1.69	0.77	<b>4.45</b>
<b>1997</b>	0.61	0.53	0.47	0.43	0.45	0.80	2.01	-	4.21	4.98	3.75	1.37	<b>1.78</b>
<b>1998</b>	0.64	0.62	0.54	0.55	0.71	1.80	1.42	4.55	7.86	14.81	-	-	
<b>1999</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Medio</b>	<b>0.77</b>	<b>0.62</b>	<b>0.62</b>	<b>0.76</b>	<b>0.86</b>	<b>1.64</b>	<b>4.94</b>	<b>12.60</b>	<b>12.43</b>	<b>8.72</b>	<b>2.70</b>	<b>1.05</b>	<b>4.04</b>
<b>Max</b>	<b>1.99</b>	<b>1.09</b>	<b>1.49</b>	<b>2.10</b>	<b>2.93</b>	<b>4.34</b>	<b>24.06</b>	<b>27.60</b>	<b>27.13</b>	<b>22.89</b>	<b>5.76</b>	<b>1.71</b>	<b>6.99</b>
<b>Min</b>	<b>0.48</b>	<b>0.31</b>	<b>0.27</b>	<b>0.24</b>	<b>0.37</b>	<b>0.50</b>	<b>0.82</b>	<b>2.70</b>	<b>4.19</b>	<b>2.58</b>	<b>1.26</b>	<b>0.62</b>	<b>1.78</b>

### 1.5 CRECIENTES

La mayor creciente registrada en el sitio ocurrió en febrero de 1976 y fue estimada en 105 m<sup>3</sup>/s. Las descargas pico registradas posteriormente son significativamente más bajas pero no parecen confiables. Un análisis de frecuencia de crecientes ejecutado con la información confiable, indica que la creciente pico de 10 años sería del orden de 103 m<sup>3</sup>/s.

Modelos hidrológicos alternativos utilizando datos extremos de la lluvia diaria y de simulaciones de lluvia-escorrentía, han dado resultados generalmente altos. Ambas metodologías tienen sus limitaciones. En la siguiente tabla se presentan las descargas estimadas resultantes de estos estudios hidrológicos.

	Período de retorno (años)		
	10	50	100
<b>Descarga (m<sup>3</sup>/s)</b>	125	180	210

### 1.6 SEDIMENTACIÓN

Están disponibles unas 900 mediciones de campo en la estación de Sivingani proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

La evaluación de los datos básicos mostró que la concentración de sedimentos en suspensión generalmente no supera 100 ppm hasta caudales de 10 m<sup>3</sup>/s. Para caudales mayores, la concentración promedio debe ser del orden de 500 ppm.