

**COMISION DE INTEGRACION ELECTRICA REGIONAL**

**PROYECTO CIER 01 – MERCADOS MAYORISTAS  
E INTECONEXIONES FASE I**

**CORPORACION ANDINA DE FOMENTO**

# **ANÁLISIS HIDROLÓGICO**

**FB-IDEE**

Fundación Bariloche  
Instituto de Economía Energética

**CEPEL**

Centro de Pesquisas de Energía Eléctrica

**PSRI**

Power Systems Research Inc.

ABRIL 1998

**VERSION CORREGIDA – Enero 1999**

## Indice

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO .....	1
1.2 BASE DE DATOS.....	1
1.3 PROCEDIMIENTO .....	1
<b>2. ARGENTINA .....</b>	<b>3</b>
2.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	3
2.2 CAUDALES PROMEDIO .....	4
2.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	4
2.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	5
<b>3. BOLIVIA .....</b>	<b>7</b>
3.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	7
3.2 CAUDALES PROMEDIO .....	7
3.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	8
3.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	9
<b>4. BRASIL .....</b>	<b>10</b>
4.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA - REGIÓN SURESTE .....	10
4.2 ENERGÍA AFLUENTE - REGIÓN SURESTE .....	11
4.3 PARÁMETROS DEL MODELO PAR(P) - REGIÓN SURESTE .....	12
4.4 CORRELACIONES CRUZADAS - REGIÓN SURESTE.....	12
4.5 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA - REGIÓN SUR .....	12
4.6 ENERGÍA AFLUENTE - REGIÓN SUR.....	13
4.7 PARÁMETROS DEL MODELO PAR(P) - REGIÓN SUR.....	13
4.8 CORRELACIONES CRUZADAS - REGIÓN SUR .....	14
4.9 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA - REGIÓN NORDESTE .....	14
4.10 ENERGÍA AFLUENTE - REGIÓN NORDESTE.....	14
4.11 PARÁMETROS DEL MODELO PAR(P) - REGIÓN NORDESTE.....	15
4.12 CORRELACIONES CRUZADAS - REGIÓN NORDESTE .....	16
4.13 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA - REGIÓN NORTE .....	16
4.14 ENERGÍA AFLUENTE - REGIÓN NORTE.....	16
4.15 PARÁMETROS DEL MODELO PAR(P) - REGIÓN NORTE.....	18
4.16 CORRELACIONES CRUZADAS - REGIÓN NORTE .....	18
<b>5. CHILE.....</b>	<b>18</b>
5.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	18
5.2 CAUDALES PROMEDIO .....	19
5.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	20
5.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	22
<b>6. COLOMBIA.....</b>	<b>22</b>
6.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	22
6.2 CAUDALES PROMEDIO .....	23
6.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	24
6.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	26
<b>7. ECUADOR.....</b>	<b>27</b>
7.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	27
7.2 CAUDALES PROMEDIO .....	28
7.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	28
7.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	29
<b>8. PERU.....</b>	<b>29</b>
8.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA - PERÚ NORTE .....	29
8.2 CAUDALES PROMEDIO - PERÚ NORTE .....	30
8.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD - PERÚ NORTE.....	30

8.4 ENERGÍA AFLUENTE - PERÚ NORTE .....	32
8.5 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA - PERÚ SUR.....	32
8.6 CAUDALES PROMEDIO - PERÚ SUR .....	33
8.7 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD - PERÚ SUR.....	34
8.8 ENERGÍA AFLUENTE - PERÚ SUR .....	34
<b>9. URUGUAY.....</b>	<b>35</b>
9.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	35
9.2 CAUDALES PROMEDIO .....	35
9.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	36
9.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	37
<b>10. VENEZUELA.....</b>	<b>37</b>
10.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	37
10.2 CAUDALES PROMEDIO .....	37
10.3 COEFICIENTES DE ESTACIONALIDAD.....	38
10.4 ENERGÍA AFLUENTE .....	38
<b>11. OPORTUNIDADES DE COMPLEMENTARIEDAD .....</b>	<b>39</b>
11.1 COMPLEMENTARIEDAD ESTACIONAL.....	39
<b>11.2 COMPLEMENTARIEDAD ANUAL .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO A - MODELO ESTOCÁSTICO DE CAUDALES.....</b>	<b>47</b>
A.1 OBJETIVO .....	47
A.2. IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL MODELO .....	47
A.3 MODELO MULTIVARIADO.....	52
<b>ANEXO B - AJUSTE DEL MODELO ESTOCÁSTICO.....</b>	<b>54</b>
B.1 MUESTRA DE LOS DATOS EXCEL - HOJA ARGENTINA .....	54
B.2 MUESTRA DE LAS SALIDAS DE ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS.....	54
B.3 MUESTRA DE LAS SALIDAS DE AJUSTE DEL MODELO .....	60

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objetivo

Este informe presenta los resultados del análisis de las series históricas de caudales de los países del grupo CIER: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

### 1.2 Base de Datos

Los archivos de datos fueron enviados por los representantes de los países. El Cuadro a continuación muestra la fecha inicial y final de los registros históricos.

**Cuadro 1.1 - Fecha Inicial y Final - Registros Históricos de Caudales**

país	año inicial	año final	observaciones
Argentina	1943	1993	caudales semanales
Bolivia	1979	1996	caudales semanales - cadena Corani
Brasil	1931	1994	
Chile	1942	1980	
Colombia	1965	1992	
Ecuador	1964	1996	
Paraguay	-	-	analizado con Argentina y Brasil
Peru	1957	1995	
Uruguay	1937	1993	
Venezuela	1950	1996	

### 1.3 Procedimiento

El estudio hidrológico fue realizada en dos etapas:

1. análisis de los caudales de cada país
2. análisis de las oportunidades de complementariedad entre los países

#### 1.3.1 Análisis de los Caudales de cada País

El procedimiento de análisis se implementó en los siguientes pasos:

##### a) topología de las plantas hidro

Con base en los datos enviados por los países, se preparó un cuadro con las principales características de las plantas hidro en cascada, correspondientes a la configuración del año 2000. En este paso fueron utilizados los siguientes códigos:

**Cuadro 1.2 – Códigos utilizados en los cuadros de plantas hidro**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
No.	Número de la planta.
Nombre	Nombre de la planta.
Est. hid.	Número de la estación hidrológica.
AA vert	Índice de la planta aguas abajo para vertimiento.
AA vert	Índice de la planta aguas abajo para vertimiento.
AA turb	Índice de la planta aguas abajo para turbinamiento.
No. unid.	Número de unidades.
Tipo	Tipo de central: 0 = Existente; 1 = Futura.
Cap.	Potencia instalada (MW).
FP	Factor de producción promedio (MW/m <sup>3</sup> /s)..
Qmin	Defluencia turbinable mínima (m <sup>3</sup> /s).
Qmax	Defluencia turbinable máxima (m <sup>3</sup> /s).
Vmin	Volumen mínimo (Hm <sup>3</sup> ).
Vmax	Volumen máximo (Hm <sup>3</sup> ).

### **b) cálculo de las estadísticas iniciales de los caudales**

Fueron preparados cuadros y gráficos para las siguientes estadísticas de los caudales incrementales históricos:

1. promedio mensual y anual;
2. coeficiente de estacionalidad (razón entre el promedio mensual y el promedio anual)

### **c) ajuste del modelo estocástico de caudales**

Para cada secuencia de caudales, fue ajustado un modelo estocástico de caudales del tipo autoregresivo periódico, cuya descripción se presenta en el Anexo A. El procedimiento de ajuste se compone de dos pasos:

1. estimación de los parámetros y pruebas estadísticas en los caudales históricos
2. determinación del orden más adecuado para el modelo autoregresivo

Fueron preparados cuadros resumen con los parámetros ajustados. Los informes detallados de la estimación y de los ajustes se encuentran en el Anexo B (debido al gran volumen de datos, este anexo se presenta en forma de archivos ASCII comprimidos).

### **d) cálculo de las energías afluentes**

Fue calculada la secuencia histórica de energías afluentes (GWh/mes) para cada país, y preparados gráficos y cuadros con el promedio mensual y los cuantiles superior (90%) e inferior (10%).

### 1.3.2 Análisis de las Oportunidades de Complementaridad entre los Países

El procedimiento se implementó en los siguientes pasos:

#### a) análisis de la correlación espacial

Fue calculada la correlación espacial entre las energías afluentes de los países, lo que es una primera indicación de las oportunidades para la complementaridad.

#### b) comparación de las energías afluentes mínimas aisladas e integradas

Se definió la energía afluente mínima de cada país aislado como la menor energía anual observada en el histórico. La suma de las energías mínimas aisladas fue entonces comparada con la energía mínima integrada, calculada a partir de la suma de los históricos de energías afluentes.

#### c) comparación de las energías firmes aisladas e integradas

En este estudio, fue calculada la energía firme de cada país, tomando en cuenta la capacidad de regulación de los embalses. La suma de las energías firmes aisladas fue comparada con la energía firme integrada, calculada a partir de la operación conjunta de todos los sistemas.

## 2. ARGENTINA

### 2.1. Configuración del Sistema

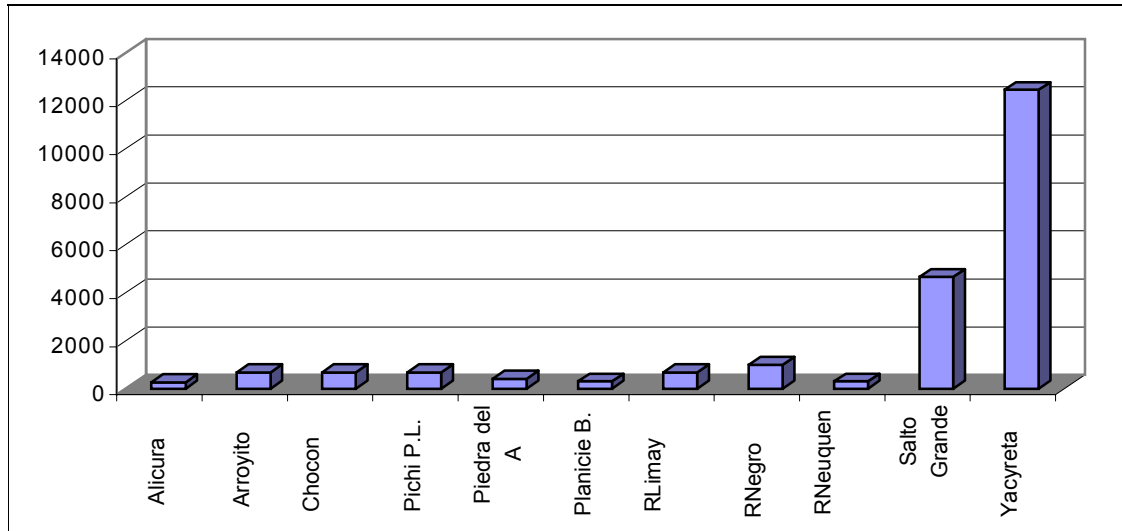
Cuadro 2.1 – Argentina – Plantas Hidro

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA Turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/ M <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
1	Alicurá	101	2	2	4	Exist.	1000.0	0.96	0.0	1040.0	0.0	412.0
2	Pedra del Aguila	102	3	3	4	Exist.	1400.0	0.97	0.0	1440.0	679.0	5212.0
3	Pichi Picún Leufú	103	4	4	3	Exist.	249.0	0.17	0.0	1440.0	0.0	0.0
4	Chocón	104	5	5	6	Exist.	1200.0	0.50	0.0	2400.0	0.0	10716.0
5	Arroyito	105	9	9	3	Exist.	120.0	0.13	0.0	900.0	0.0	0.0
6	Planicie Banderita.	106	10	10	2	Exist.	450.0	0.63	0.0	720.0	0.0	1900.0
7	Salto Grande	107	0	0	14	Exist.	933.8	0.11	0.0	8300.0	0.0	0.0
8	Yacyretá	108	0	0	9	Exist.	846.0	0.12	0.0	7021.0	0.0	0.0
9	Rlimay	109	11	11	1	Exist.	0.2	0.00	0.0	2000.0	0.0	0.0
10	Río Neuquén	110	11	11	1	Exist.	0.2	0.00	0.0	2000.0	0.0	0.0
11	Río Negro	111	0	0	1	Exist.	0.2	0.00	0.0	2000.0	0.0	0.0

## 2.2 Caudales Promedio

**Cuadro 2.2 – Argentina – Caudal Promedio Anual**

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Arroyito	686.5
Chocon	686.5
Pichi P.L.	686.5
Piedra del A	412.3
Planicie B.	305.6
RLimay	686.5
RNegro	992.1
Rneuquen	305.6
Salto Grande	4654.9
Yacyreta	12450.2



**Figura 2.1 - Argentina – Caudal Promedio Anual**

## 2.3 Coeficientes de Estacionalidad

**Cuadro 2.3 - Argentina – Coeficientes de Estacionalidad**

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alicura	0.92	0.65	0.48	0.42	0.70	1.12	1.30	1.35	1.27	1.26	1.32	1.21
Arroyito	0.69	0.44	0.33	0.33	0.77	1.29	1.42	1.41	1.31	1.42	1.46	1.13
Chocon	0.69	0.44	0.33	0.33	0.77	1.29	1.42	1.41	1.31	1.42	1.46	1.13
Pichi P.L.	0.69	0.44	0.33	0.33	0.77	1.29	1.42	1.41	1.31	1.42	1.46	1.13
Piedra del A	0.54	0.31	0.23	0.27	0.82	1.41	1.49	1.44	1.34	1.52	1.56	1.08
Planicie B.	0.68	0.41	0.30	0.34	0.80	1.21	1.12	1.06	1.11	1.58	1.94	1.44
Rlimay	0.69	0.44	0.33	0.33	0.77	1.29	1.42	1.41	1.31	1.42	1.46	1.13
Rnegro	0.69	0.43	0.32	0.33	0.78	1.27	1.32	1.30	1.25	1.47	1.61	1.23
Rneuquen	0.68	0.41	0.30	0.34	0.80	1.21	1.12	1.06	1.11	1.58	1.94	1.44
Salto Grande	0.52	0.61	0.63	0.96	1.06	1.25	1.29	1.13	1.29	1.48	1.13	0.66
Yacyreta	1.17	1.33	1.26	1.08	0.98	0.97	0.88	0.76	0.80	0.89	0.91	0.97

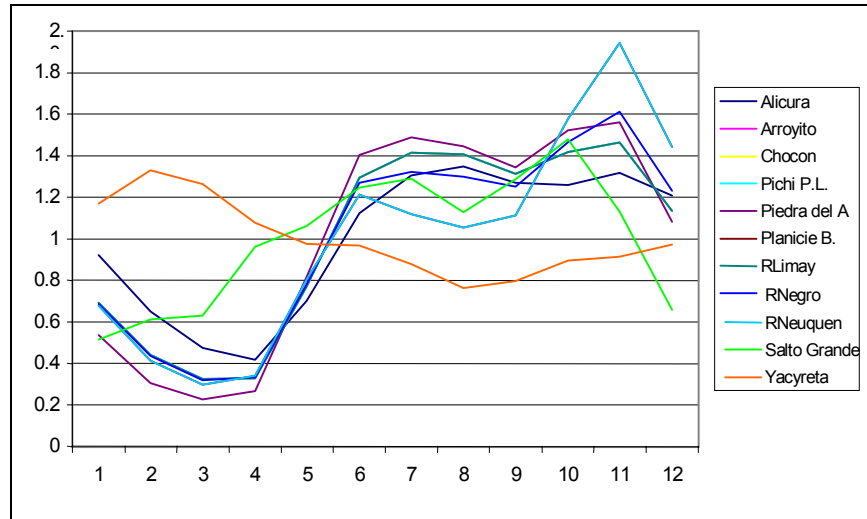
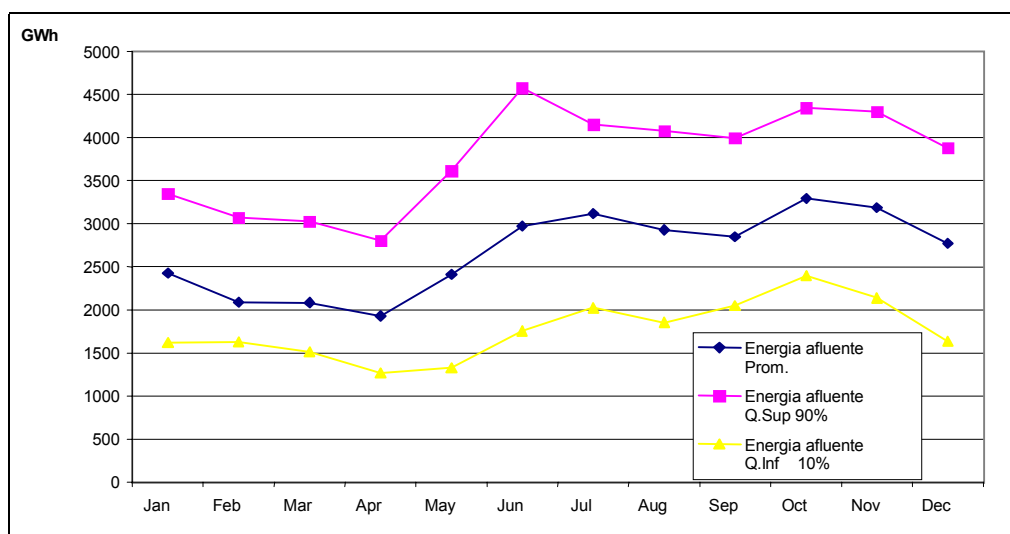


Figura 2.2 - Argentina - Coeficientes de Estacionalidad

## 2.4 Energía Afluyente

Cuadro 2.4 - Argentina - Energía Afluyente

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	2425	3356	1619
Feb	2092	3073	1629
Mar	2087	3029	1517
Apr	1932	2807	1267
May	2416	3618	1327
Jun	2972	4576	1758
Jul	3115	4153	2023
Aug	2933	4086	1856
Sep	2851	3996	2050
Oct	3297	4348	2400
Nov	3189	4300	2139
Dic	2771	3883	1635





**Figura 2.3 - Argentina – Energía Afluyente**

### 3. BOLIVIA

### 3. BOLIVIA

#### 3.1 Configuración del Sistema

**Cuadro 3.1 – Bolivia – Plantas Hidro**

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
1	Corani2	104	0	2	1	Fut.	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Corani	102	3	3	4	Exist.	54.0	5.12	2.5	10.6	0.0	150.0
3	Sta. isabel	103	4	4	1	Exist.	72.0	7.00	0.0	10.3	0.0	0.0
4	San jose	105	0	0	1	Fut.	84.0	5.60	0.0	15.0	0.0	0.4
5	Miguilla	109	8	8	1	Exist.	2.6	3.31	0.0	0.8	0.0	3.9
6	Angostura	110	8	8	1	Exist.	3.8	3.96	0.0	1.0	0.0	12.1
7	Carabuco	107	0	0	1	Exist.	6.1	2.45	0.0	2.5	0.0	0.0
8	Choquetanga	108	7	7	1	Exist.	6.8	3.46	0.0	2.0	0.0	0.0
9	Botijlaca	111	10	10	1	Exist.	3.5	2.73	0.0	1.3	0.0	0.0
10	Cuticuchu	112	11	11	1	Exist.	19.7	4.75	0.0	4.2	0.0	0.0
11	Sta.rosa1	113	13	13	1	Exist.	5.7	1.33	0.0	4.3	0.0	0.0
12	Sta.rosa2	114	13	13	1	Exist.	7.0	5.86	0.0	1.2	0.0	0.0
13	Sainani	115	14	14	1	Exist.	10.0	2.05	0.0	4.9	0.0	0.0
14	Chururaqui	116	15	15	1	Exist.	25.1	2.66	0.0	9.4	0.0	0.0
15	Harca	117	16	16	1	Exist.	25.7	2.45	0.0	10.5	0.0	0.0
16	Cahua	118	17	17	1	Exist.	26.0	2.01	0.0	12.9	0.0	0.0
17	Huaji	119	0	0	1	Exist.	28.1	1.94	0.0	14.5	0.0	0.0

#### 3.2 Caudales Promedio

**Cuadro 3.2 – Bolivia – Caudal Promedio Anual**

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Angostura	0.61
Botijlaca	0.91
Cahua	1.20
Carabuco	1.34
Choquetanga	0.45
Chururaqui	2.46
Corani	5.52
Corani2	4.14
Cuticuchu	1.26
Harca	0.97
Huaji	1.95
Miguilla	0.39
Sainani	0.09
San jose	7.48
Sta. Isabel	0.68
Sta.rosa1	0.52
Sta.rosa2	0.86

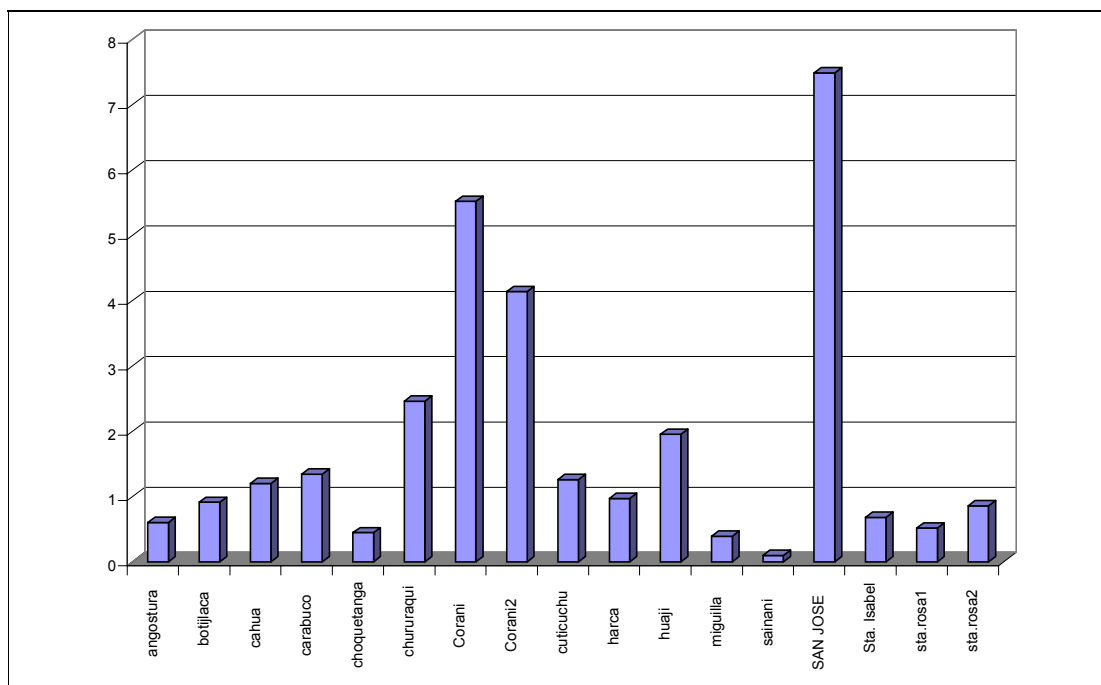


Figura 3.1 – Bolivia – Caudal Promedio Anual

### 3.3 Coeficientes de Estacionalidad

Cuadro 3.3 – Bolivia – Coeficientes de Estacionalidad

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Angostura	1.93	1.85	1.79	1.09	0.69	0.51	0.42	0.40	0.51	0.68	0.90	1.22
Botijlaca	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.71	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Cahua	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.71	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Carabuco	1.93	1.85	1.79	1.09	0.69	0.51	0.42	0.40	0.51	0.68	0.90	1.22
Choquetanga	1.93	1.85	1.79	1.08	0.69	0.51	0.42	0.40	0.51	0.68	0.90	1.22
Chururaqui	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.71	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Corani	2.54	2.36	1.93	0.75	0.32	0.24	0.20	0.27	0.36	0.67	0.89	1.46
Corani2	2.54	2.12	1.64	0.98	0.52	0.35	0.22	0.21	0.27	0.62	1.00	1.52
Cuticuchu	1.57	1.41	1.45	0.95	0.74	0.71	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Harca	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.71	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Huaji	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.71	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Miguilla	1.93	1.85	1.79	1.09	0.69	0.51	0.41	0.41	0.51	0.68	0.90	1.22
Sainani	1.02	1.10	1.08	0.79	1.08	1.08	1.09	1.21	0.85	0.85	0.88	0.95
San Jose	2.25	2.51	1.89	1.14	0.54	0.34	0.18	0.23	0.35	0.53	0.81	1.23
Sta. Isabel	2.06	1.98	1.51	0.85	0.45	0.33	0.31	0.34	0.45	0.86	1.13	1.72
Sta.rosa1	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.71	0.69	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19
Sta.rosa2	1.57	1.41	1.45	0.95	0.73	0.72	0.68	0.72	0.78	0.86	0.94	1.19

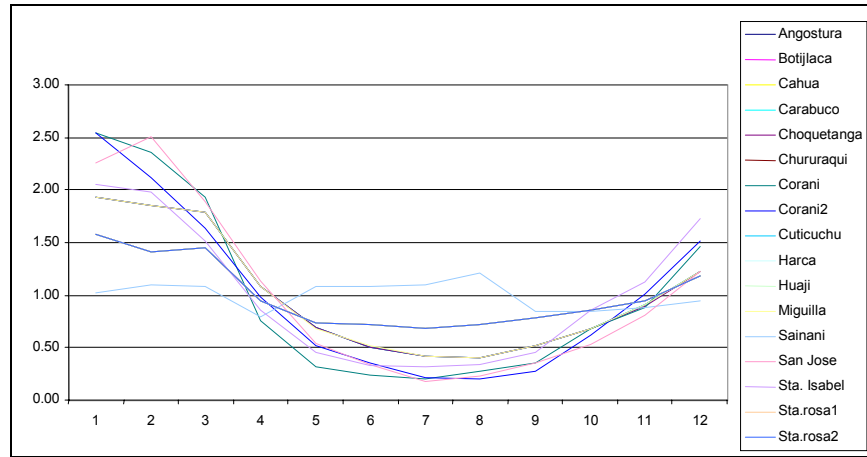


Figura 3.2 – Bolivia – Coeficientes de Estacionalidad

### 3.4 Energía Afluyente

Cuadro 3.4 – Bolivia – Energía Afluyente

Mes	E.Afl. (GWh)	E.Afl. (GWh)	E.Afl. (GWh)
	Promedio	Q.Sup 90%	Q.Inf 10%
Ene	366.5	467.9	273.6
Feb	296.8	450.5	177.3
Mar	289.7	469.0	148.7
Apr	154.2	224.0	111.5
May	99.1	119.5	85.8
Jun	82.6	98.3	69.6
Jul	74.9	88.4	66.2
Aug	80.4	104.9	63.3
Sep	90.3	113.3	64.6
Oct	130.9	191.4	86.7
Nov	159.8	239.9	97.8
Dic	237.2	324.9	175.3

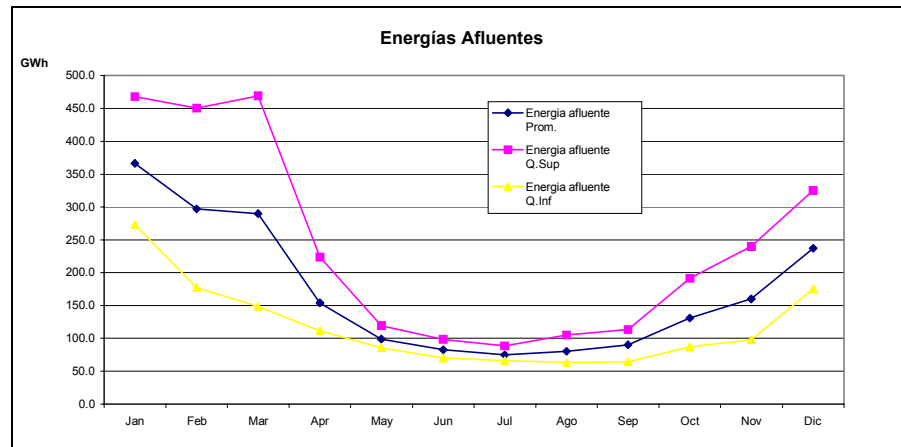


Figura 3.3 - Bolivia – Energías Afluentes

## 4. BRASIL

### 4.1 Configuración del Sistema - Región Sureste

**Cuadro 4.1 - Brasil - Región Sureste - Configuración Hidro**

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
1	Camargos	1	2	2	1	0	48	0.1783	0	269.3	120	792
2	Itutinga	2	6	6	1	0	52	0.2447	0	212.5	11	11
6	Furnas	6	7	7	2	0	1312	0.7475	0	1755.2	5733	22950
7	M. de Moraes	7	8	8	4	0	478	0.316	0	1512.7	1540	4040
8	Estreito	8	9	9	1	0	1104	0.5627	0	1961.9	1423	1423
9	Jaguara	9	10	10	1	0	424	0.4043	0	1048.8	450	450
10	Igarapava	10	11	11	1	0	210	0.1525	0	1376.7	480	480
11	Volta Grande	11	12	12	1	0	380	0.2472	0	1537.1	2244	2244
12	P. Colombia	12	17	17	1	0	328	0.2038	0	1609.2	1524	1524
14	Caconde	14	15	15	2	0	80	0.7754	0	103.2	51	555
15	E. da Cunha	15	16	16	1	0	108	0.7461	0	144.8	14	14
16	A.S.Oliveira	16	17	17	1	0	32	0.2065	0	155	25	25
17	Marimondo	17	18	18	1	0	1488	0.4629	0	3214.4	890	5887
18	A. Vermelha	18	44	44	1	0	1396	0.4568	0	3056.2	5856	11025
24	Emborcacao	24	31	31	1	0	1192	1.037	0	1149.5	4669	17725
25	Nova Ponte	25	26	26	1	0	510	0.9426	0	541.1	2412	12792
26	Miranda	206	31	31	1	0	390	0.5908	0	660.1	974	1120
30	Corumba i	209	31	31	1	0	375	0.5733	0	654.1	470	1500
31	Itumbiara	31	32	32	1	0	2280	0.6454	0	3532.5	4573	17027
32	Cach.Dourada	32	33	33	4	0	658	0.2826	0	2328.3	460	460
33	Sao Simao	33	44	44	1	0	1710	0.6093	0	2806.5	7000	12540
37	Barra Bonita	37	38	38	1	0	140	0.1569	0	892.2	569	3135
38	A.S.Lima	38	39	39	1	0	144	0.1881	0	765.5	544	544
39	Ibitinga	39	40	40	1	0	132	0.1872	0	705.3	985	985
40	Promissao	40	42	42	1	0	264	0.2003	0	1317.8	5280	7408
42	Navanhanda	42	44	44	1	0	303	0.2601	0	1164.8	2720	2720
44	I.Solt. Eqv.	44	45	45	4	0	4252	0.3835	0	11087.5	25467	34432
45	Jupia	45	46	46	5	0	1443	0.198	0	7289.1	3354	3354
46	P.Primavera	46	66	66	1	0	1814	0.164	0	11062.6	14400	20000
47	A.A.Laydner	47	49	49	1	0	98	0.2819	0	347.7	3843	7008
49	Xavantes	49	50	50	1	0	416	0.6128	0	678.9	5754	8795
50	L.N. Garcez	50	51	51	1	0	72	0.1497	0	481	45	45
51	Canoas ii	51	52	52	1	0	72	0.1289	0	558.6	151	151
52	Canoas i	52	61	61	1	0	82	0.1509	0	546.8	212	212
61	Capivara	61	62	62	1	0	640	0.3538	0	1808.9	4816	10540
62	Taquarucu	62	63	63	1	0	505	0.2207	0	2287.9	677	677
63	Rosana	63	66	66	1	0	320	0.172	0	1860.8	1918	1918
66	Itaipu	66	0	0	2	0	14000	1.0647	0	13149.3	29000	29000
118	Billings	319	119	119	1	0	0	0	0	0	1	1167
119	Henry Borden	819	0	0	5	0	887	5.6537	0	157	1	1
120	Jaguari	120	123	123	1	0	28	0.4768	0	58.7	443	1236
121	Paraibuna	121	122	122	1	0	86	0.6734	0	127.7	2096	4732
122	Santa branca	122	123	123	1	0	49	0.3254	0	150.6	131	439
123	Funil	123	131	131	1	0	222	0.5028	0	441.6	283	888
130	I. Pombos	301	0	0	4	0	164	0.2588	0	633.6	8	8

(continua)

**Cuadro 4.1 (cont.) - Brasil - Región Sureste - Configuración Hidro**

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/ m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
131	Nilo Pecanha	131	133	133	2	0	380	2.633	0	144.3	38	38
132	Fontes a+bc	132	133	133	3	0	192	2.5962	0	74	467	467
133	P. Passos	306	0	0	1	0	100	0.314	0	318.5	17	17
134	Salto Grande	134	144	144	2	0	102	0.7752	0	131.6	78	78
144	Mascarenhas	144	0	0	1	0	123	0.1855	0	663.2	42	42
156	Tres Marias	156	0	0	1	0	396	0.3985	0	993.8	4250	19528
217	Rosal	196	0	0	1	0	55	1.7089	0	32.2	11	11
251	Serra Mesa	270	0	0	1	0	1275	0.9647	0	1321.6	11150	54400

## 4.2 Energía Afluyente - Región Sureste

**Cuadro 4.2 - Energía Afluyente – Brasil - Sureste**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	33745	46112	20009
Feb	35703	48710	21035
Mar	33610	49265	19736
Abr	25021	34377	16113
May	18595	25221	12941
Jun	15918	20778	10913
Jul	13108	16817	9261
Ago	10944	15240	7643
Sep	10904	17122	6790
Oct	13135	19822	8309
Nov	16574	25322	10634
Dic	24902	33146	15577

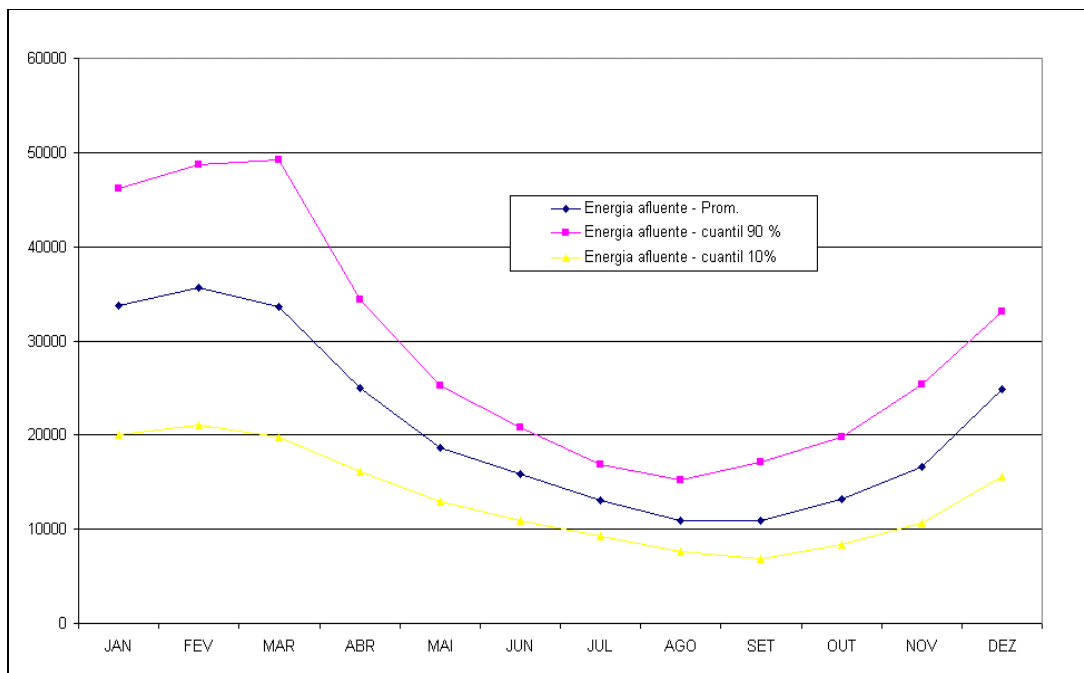


Figura 4.1 - Energía Afluente – Brasil - Sureste

4.3 Parámetros del modelo par(p) - Región Sureste

Cuadro 4.3 - Brasil - Región Sureste - Parámetros del modelo par(p)

LAG	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0.712	0.578	0.724	0.818	0.636	0.808	0.697	0.853	0.862	0.405	0.750	0.652
2					-0.106	0.005	0.021			-0.053	-0.041	-0.170
3					0.338	-0.044	0.268			0.438	-0.162	-0.218
4						-0.090					0.292	0.543
5						0.015					0.050	0.033
6						0.138					0.072	0.150
7						0.089					-0.254	-0.201
8						-0.126						0.262
9						-0.142						-0.270
10						-0.129						
11						0.278						

4.4 Correlaciones cruzadas - Región Sureste

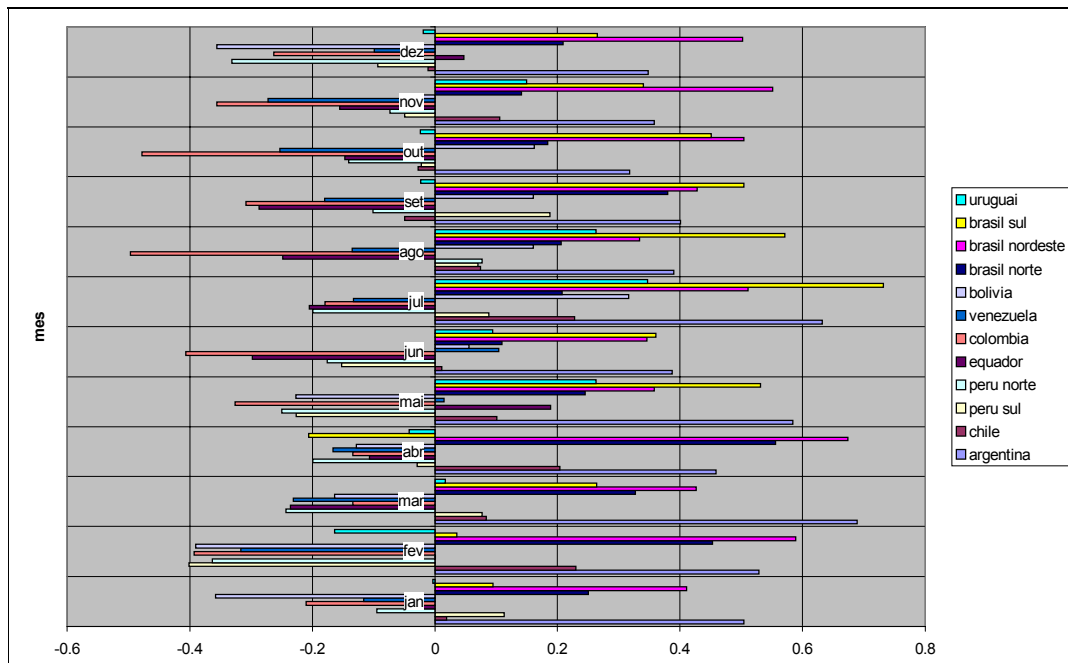


Figura 4.2 - Brasil - Región Sureste – Correlaciones cruzadas

4.5 Configuración del Sistema - Región Sur

Cuadro 4.5 - Brasil - Región Sur - Configuración Hidro

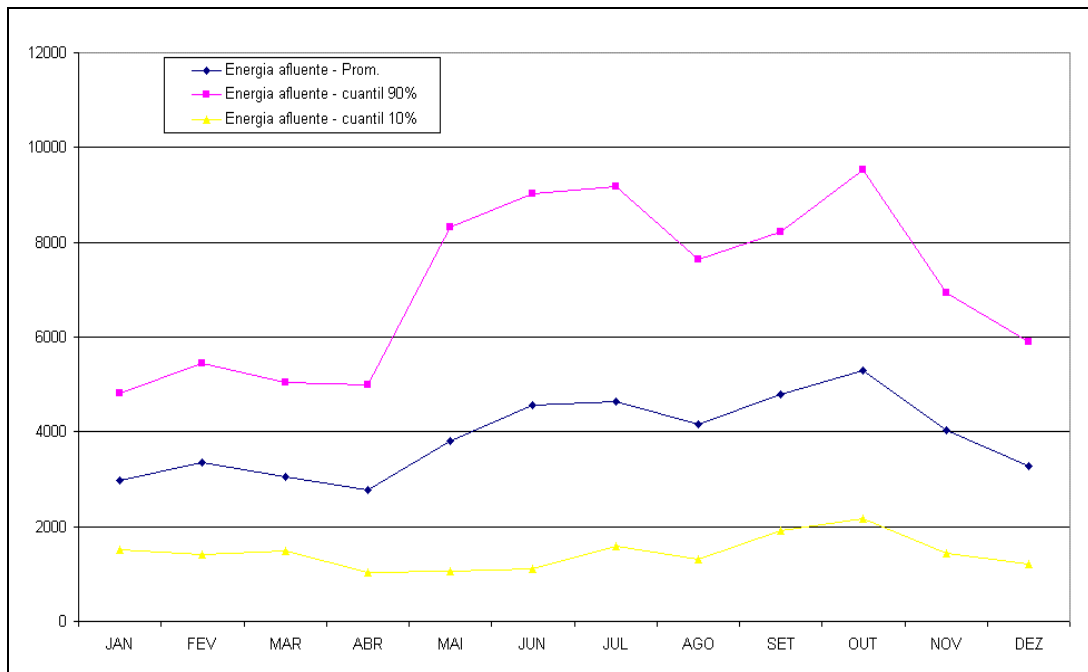
No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/ m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
74	G.B.Munhoz	74	76	76	1	0	1676	1.0855	0	1544	1974	5779
76	Segredo	75	77	77	1	0	1260	1.0172	0	1238.7	2562	2950
77	Slt.Santiago	77	78	78	4	0	1420	0.8474	0	1675.8	2662	6775
78	Salto Osorio	78	82	82	3	0	1078	0.6307	0	1709.1	1124	1124
82	Salto Caxias	222	0	0	1	0	1240	0.5894	0	2103.8	3573	3573
92	Ita	92	0	0	1	0	1450	0.9178	0	1579.9	5100	5100
93	Passo Fundo	93	0	0	1	0	220	2.2234	0	98.9	185	1589
110	Ernestina	110	111	111	1	0	0	0	0	0	21	259
111	Passo Real	111	112	112	1	0	150	0.3412	0	439.6	289	3646

112 Jacui	112	113	113	1	0	180	0.8282	0	217.3	29	29
113 Itauba	113	0	0	1	0	500	0.8259	0	605.4	620	620
216 Cubatao	100	0	0	1	0	45	5.0355	0	8.9	21	58

#### 4.6 Energía Afluyente - Región Sur

**Cuadro 4.6 - Energía Afluyente – Brasil - Sur**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	2968	4821	1517
Feb	3364	5448	1410
Mar	3055	5036	1484
Abr	2766	4981	1035
May	3801	8309	1055
Jun	4558	9021	1110
Jul	4638	9177	1596
Ago	4156	7637	1313
Sep	4781	8216	1925
Oct	5306	9524	2176
Nov	4036	6938	1433
Dic	3270	5888	1208



**Figura 4.3 - Energía Afluyente – Brasil - Sur**

#### 4.7 Parámetros del modelo par(p) - Región Sur

**Cuadro 4.7 - Brasil - Región Sur - Parámetros del modelo par(p)**



LAG	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0.419	0.501	0.588	0.192	0.392	0.633	0.503	0.489	0.687	0.471	0.591	0.593
2		0.021	0.009	0.174	-0.102	0.084	0.270				-0.298	
3		-0.049	-0.167	0.216	0.021	-0.089	-0.133				0.248	
4		-0.005	0.297	-0.038	0.176	-0.051	0.212					
5		-0.207	-0.035	0.148	-0.099	0.260	0.136					
6		0.111	-0.032	-0.299	0.267	-0.125	-0.229					
7		-0.072	-0.000	0.170		-0.088	0.045					
8		-0.164	0.124	-0.136		0.388	0.252					
9		0.253	0.128	-0.024								
10			-0.102	0.282								
11			-0.265									

#### 4.8 Correlaciones cruzadas - Región Sur

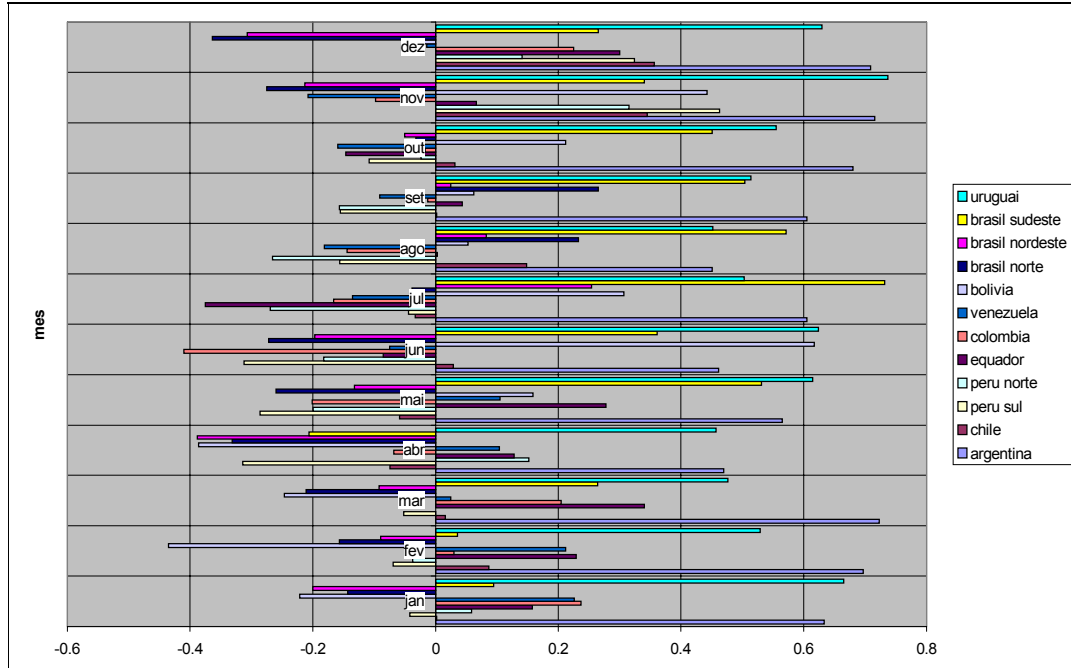


Figura 4.4 - Brasil - Región Sur – Correlaciones cruzadas

#### 4.9 Configuración del Sistema - Región Nordeste

Cuadro 4.9 - Brasil - Región Nordeste - Configuración Hidro

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
169	Sobradinho	169	172	172	1	0	1050	0.2235	0	4697.9	5447	34116
172	Itaparica	172	173	173	1	0	1500	0.4406	0	3404.8	7234	10782
173	Moxoto	672	178	178	1	0	400	0.1843	0	2170.8	1226	1226
178	Xingo	178	0	0	1	0	3000	1.0615	0	2826.3	3800	3800
190	B. Esperanca	190	0	0	2	0	225	0.3632	0	619.5	3173	5085
295	T.Marias fic	656	169	169	1	0	0	0	0	0	4250	19528

#### 4.10 Energía Afluente - Región Nordeste

Cuadro 4.10 - Energía Afluente – Brasil - Nordeste

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	7075	9287	4602
Feb	7685	12984	3980

Mar	7585	12130	3917
Abr	6019	10090	2986
May	3678	5303	2107
Jun	2500	3670	1706
Jul	2065	2948	1484
Ago	1772	2448	1332
Sep	1572	2231	1148
Oct	1759	2268	1263
Nov	2826	4325	1527
Dic	5066	7548	2525

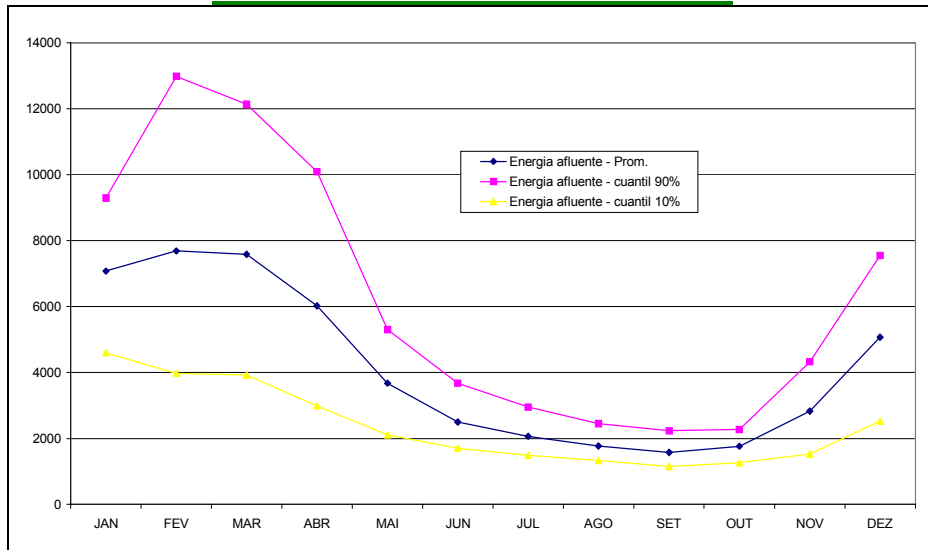


Figura 4.5 - Energia Afluente – Brasil - Nordeste

#### 4.11 Parámetros del modelo par(p) - Región Nordeste

Cuadro 4.11 - Brasil - Región Nordeste - Parámetros del modelo par(p)

LAG	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0.620	0.465	0.686	0.585	0.719	0.723	0.971	0.977	1190	0.806	0.818	0.604
2		-0.131	0.008	0.000	-0.030	0.262			-0.252	-0.312	-0.280	0.111
3		-0.160	0.011	-0.139	0.100					0.303	-0.314	-0.080
4		0.185	-0.060	0.235	0.072						0.488	-0.496
5		0.134	-0.057	-0.028	0.022						-0.607	0.737
6		-0.251	-0.129	-0.194	0.008						0.265	-0.125
7		0.245	0.388	0.040	-0.239						0.022	0.017
8			-0.375	0.250	0.004						0.317	-0.041
9			0.710	0.174	0.119							0.038
10			-0.625	0.096	-0.168							-0.327
11				-0.270	0.264							

#### 4.12 Correlaciones cruzadas - Región Nordeste

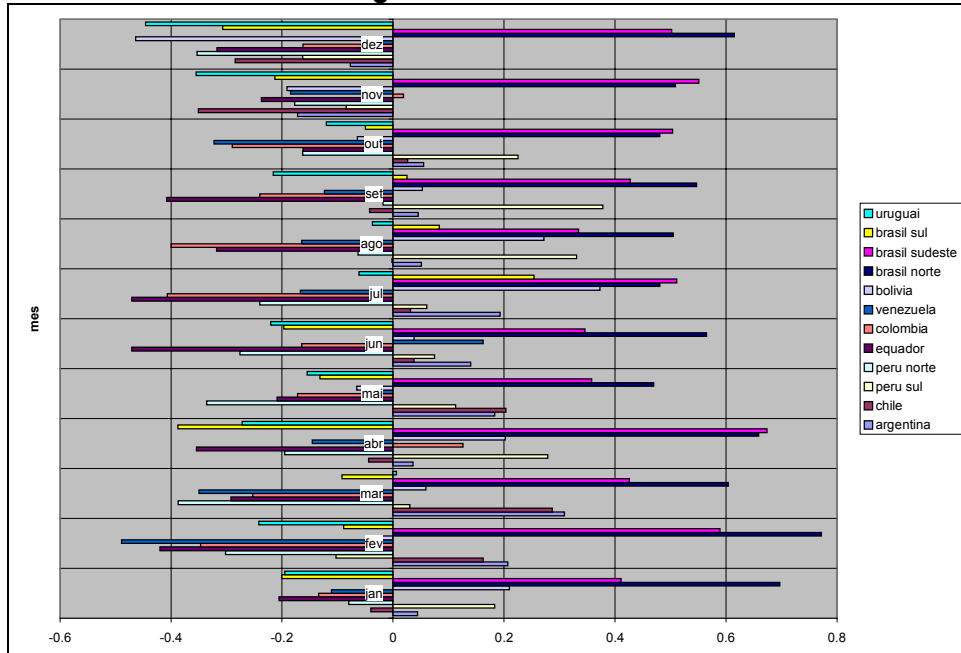


Figura 4.6 - Brasil - Región Nordeste – Correlaciones cruzadas

#### 4.13 Configuración del Sistema - Región Norte

Cuadro 4.13 - Brasil - Región Norte - Configuración Hidro

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
275	Tucuruí	275	0	0	3	0	8365	0.4975	0	16814.9	13487	45500
291	Serra Mesa f	770	275	275	1	0	0	0	0	0	11150	54400

#### 4.14 Energía Afluente - Región Norte

Cuadro 4.14 - Energía Afluente – Brasil - Norte

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	5944	9119	3446
Feb	8052	12241	4355
Mar	9359	13633	6163
Abr	9283	12929	6267
May	5982	8682	4073
Jun	2932	4065	1946
Jul	1708	2317	1173
Ago	1202	1616	851
Sep	936	1328	631
Oct	1051	1475	609
Nov	1734	2742	1073
Dic	3384	5797	1955

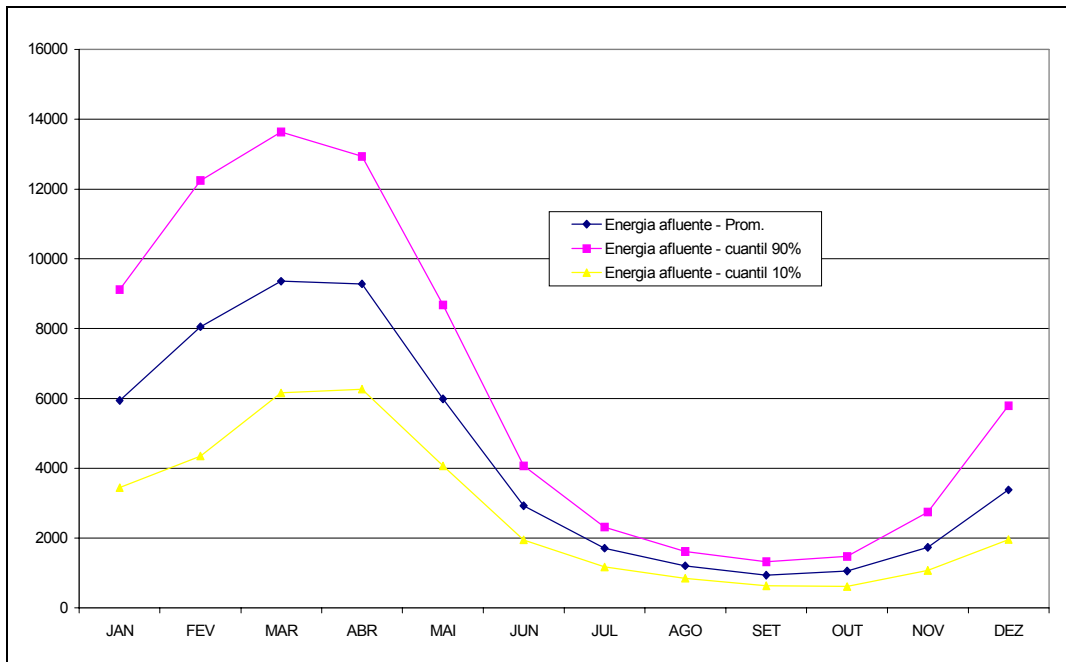


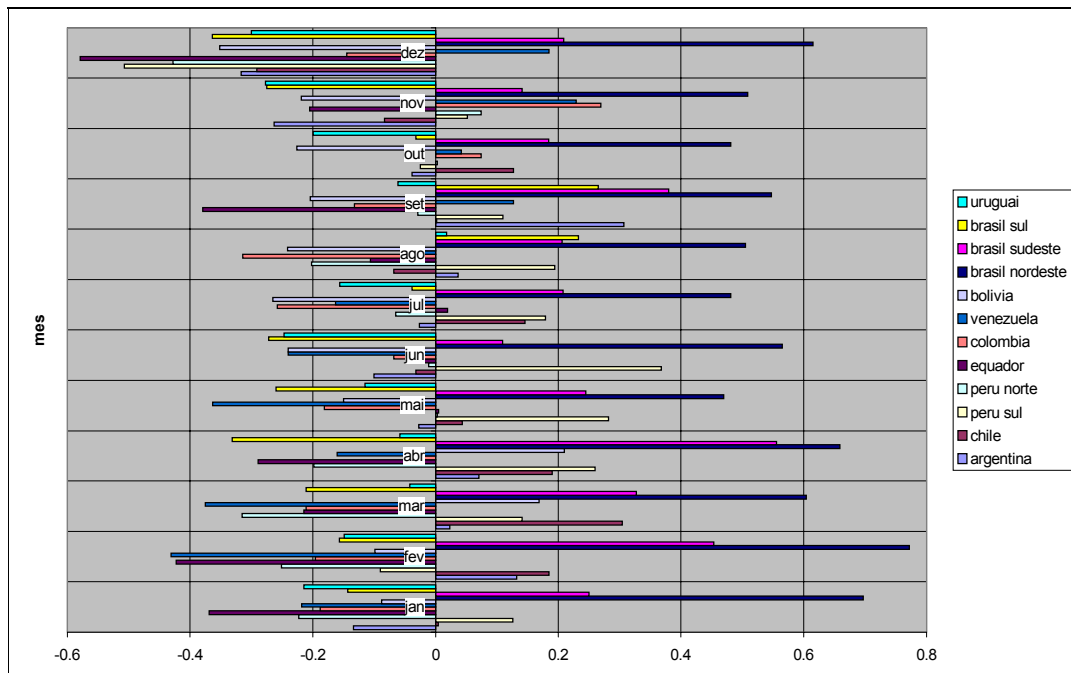
Figura 4.7 - Energía Afluente – Brasil - Norte

#### 4.15 Parámetros del modelo par(p) - Región Norte

**Cuadro 4.12 - Brasil - Región Norte - Parámetros del modelo par(p)**

LAG	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0.759	0.815	0.781	0.784	0.991	0.731	0.783	0.961	0.705	0.704	0.658	0.714
2	-0.173	-0.426			-0.247	0.175	-0.236		-0.215	0.389	0.048	0.038
3	0.107	-0.037			0.059	-0.093	0.223		0.027	-0.021	0.530	-0.364
4	0.350	0.328			0.011	0.099	0.074		-0.004	-0.111	0.141	0.192
5	0.056				-0.020	0.163	0.015		0.442	0.159	-0.361	0.264
6	0.085				-0.009	-0.135	0.153			-0.294	0.008	-0.117
7	-0.236				0.120	0.196	-0.088				-0.135	-0.025
8	0.266				-0.301	-0.164	0.105				-0.290	0.006
9	-0.450				-0.214	-0.189	0.066					0.264
10					-0.405	-0.405	-0.357					-0.330
11					0.358		0.323					

#### 4.16 Correlaciones cruzadas - Región Norte



**Figura 4.8 - Brasil - Región Norte – Correlaciones cruzadas**

### 5. CHILE

#### 5.1 Configuración del Sistema

**Cuadro 5.1 – Chile – Plantas Hidro**

No.	Nombre	est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
101	Pehuenche	101	215	106	2	Exist.	553.7	1.76	0.0	315.0	103.0	133.6
102	Cipreses	102	211	211	3	Exist.	106.0	2.65	0.0	40.0	7.5	174.6
103	Laguna maule	103	0	405	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	80.0	0.0	1420.7
104	Isla	104	404	105	2	Exist.	0.0	0.81	0.0	84.0	0.0	0.0
105	Curillinque	105	404	314	1	Exist.	0.0	1.07	0.0	84.0	0.0	0.0
106	Colbun	106	301	107	2	Exist.	361.7	1.21	0.0	300.0	384.0	1512.3
107	Machicura	107	315	315	2	Exist.	0.0	0.26	0.0	300.0	0.0	0.0
108	Rapel	108	0	0	5	Exist.	378.0	0.64	0.0	587.1	142.7	433.3
109	El toro	109	0	110	4	Exist.	393.2	4.27	0.0	92.0	197.4	5572.4
110	Antuco	110	0	0	2	Exist.	320.0	1.63	0.0	180.0	0.0	0.0
111	Canutillar	111	0	0	2	Exist.	147.9	1.78	0.0	83.0	224.9	1065.4

No.	Nombre	est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
112	Los molles	112	0	0	2	Exist.	0.0	8.80	0.0	1.8	0.0	0.0
113	Sauzal	113	114	114	3	Exist.	0.0	1.00	0.0	80.0	0.0	0.0
114	Sauzalito	114	0	0	1	Exist.	0.0	0.21	0.0	48.0	0.0	0.0
115	Alfalfal	115	0	0	2	Exist.	0.0	5.90	0.0	30.0	0.0	0.0
201	Volcan	201	0	310	2	Exist.	0.0	1.45	0.0	9.2	0.0	0.0
202	Abanico	202	110	110	6	Exist.	0.0	1.20	0.0	90.0	0.0	0.0
203	Maitenes	203	0	0	5	Exist.	0.0	1.40	0.0	22.1	0.0	0.0
204	Pilmaiquen	204	0	0	5	Exist.	0.0	0.26	0.0	150.0	0.0	0.0
205	Florida	205	0	0	2	Exist.	0.0	0.86	0.0	22.0	0.0	0.0
206	Los Morros	206	0	0	1	Exist.	0.0	0.08	0.0	18.0	0.0	0.0
207	Sauce Andes	207	0	0	1	Exist.	0.0	0.07	0.0	18.0	0.0	0.0
208	Los Quilos	208	0	0	3	Exist.	0.0	1.86	0.0	21.0	0.0	0.0
209	Pullinque	209	0	0	3	Exist.	0.0	0.41	0.0	120.0	0.0	0.0
210	Cap. Maipo	210	0	310	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	18.5	0.0	0.0
306	Armerillo	306	0	0	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	1.0	0.0	0.0
307	Polcura	307	0	0	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	1.0	0.0	0.0
308	Tucapel	308	0	0	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	1.0	0.0	0.0
309	Pangue	309	0	0	2	Exist.	0.0	0.89	0.0	502.0	0.0	0.0
310	Queltehues	310	0	0	3	Exist.	0.0	1.62	0.0	28.1	0.0	0.0
311	C. Colorado	311	0	115	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	18.0	0.0	0.0
312	C. Olivares	312	0	115	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	17.5	0.0	0.0
313	C. Maitenes	313	0	203	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	11.0	0.0	0.0
314	Loma Alta	314	404	404	1	Exist.	38.0	0.45	0.0	84.0	0.0	0.0
315	San Ignacio	315	302	302	1	Exist.	0.0	0.11	0.0	310.0	0.0	0.0
401	Juncal	401	0	0	1	Exist.	0.0	2.50	0.0	12.0	0.0	0.0
402	Blanco	402	0	0	1	Exist.	0.0	6.10	0.0	8.2	0.0	0.0
403	Capullo	403	0	0	1	Exist.	0.0	1.00	0.0	10.0	0.0	0.0
405	Los Condores	405	212	212	1	Fut.	103.0	1.29	0.0	80.0	0.0	0.0
406	Rucue	406	0	0	1	Exist.	100.0	1.41	0.0	71.0	0.0	0.0
407	Mampil	407	0	0	1	Exist.	46.7	1.32	0.0	35.4	0.0	0.0
408	Peuchen	408	0	0	1	Exist.	72.0	1.31	0.0	54.9	0.0	0.0
409	Ralco	409	309	309	2	Fut.	570.0	1.55	0.0	0.0	0.0	0.0
410	Cortaderal	410			2	Exist.	180.0	4.33	0.0	41.6	0.0	0.0

## 5.2 Caudales Promedio

Cuadro 5.2 - Chile – Caudal Promedio Anual

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Abanico	4.3
Alfalfal	0.0
Antuco	59.9
Armerillo	247.8
Blanco	9.6
C. Colorado	12.3
C. Maitenes	23.6
C. Olivares	7.6
Canutillar	51.2
Cap. Maipo	36.3
Capullo	6.0
Cipreses	36.0
Colbun	65.0
Cortaderal	25.1
Curillinque	84.9
El Toro	64.8
Florida	14.2
Isla	84.9
Juncal	9.6
Laguna Maule	13.0
Loma Alta	84.9

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Los Condores	13.0
Los Molles	0.7
Los Morros	14.8
Los Quilos	16.7
Machicura	288.0
Maitenes	0.7
Mampil	17.3
Pangue	25.3
Pehuenche	11.3
Peuchen	29.8
Pilmaiquen	119.3
Polcura	9.3
Pullinque	67.0
Queltehues	0.0
Ralco	269.6
Rapel	189.6
Rucue	55.9
San Ignacio	288.0
Sauce Andes	8.3
Sauzal	46.8
Sauzalito	46.8
Tucapel	172.4
Volcan	12.3

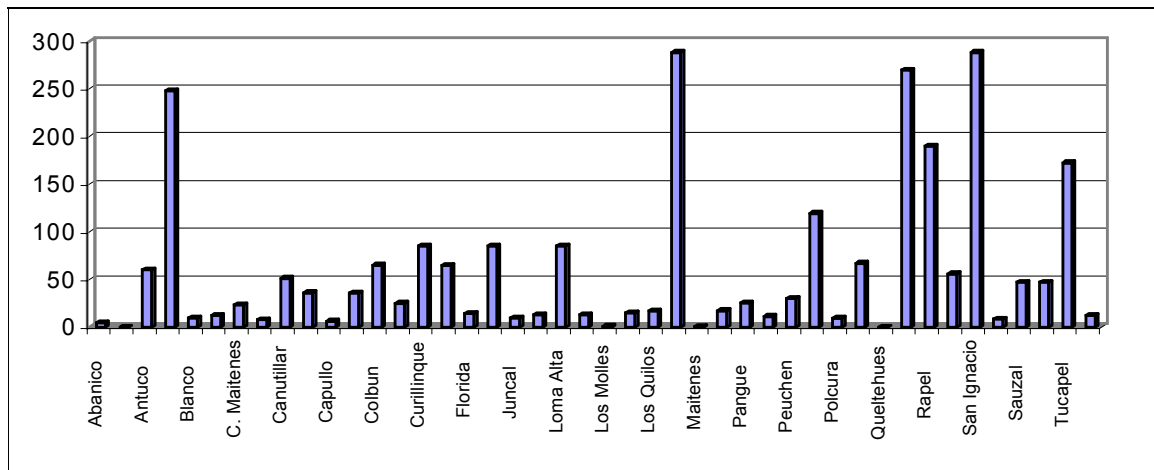


Figura 5.1 - Chile - Caudal Promedio Anual

### 5.3 Coeficientes de Estacionalidad

Cuadro 5.3 - Chile - Coeficientes de Estacionalidad

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Abanico	0.97	0.88	0.83	0.71	0.92	1.04	1.03	1.02	1.02	1.11	1.32	1.16
Alfalfal	1.50	0.75	0.75	1.50	0.75	0.75	0.75	0.75	1.50	0.75	0.75	1.50
Antuco	0.60	0.42	0.32	0.37	0.98	1.33	1.39	1.29	1.26	1.44	1.52	1.08
Armerillo	1.00	0.61	0.44	0.44	0.77	0.95	1.01	0.98	0.96	1.35	1.88	1.62
Blanco	2.37	1.56	0.94	0.49	0.29	0.27	0.28	0.31	0.40	0.82	1.69	2.59
C. Colorado	1.95	1.42	1.23	0.88	0.69	0.59	0.53	0.52	0.56	0.72	1.13	1.79

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
C. Maitenes	2.03	1.64	1.22	0.80	0.60	0.51	0.47	0.47	0.53	0.74	1.16	1.82
C. Olivares	2.19	2.07	1.32	0.72	0.48	0.39	0.36	0.37	0.44	0.69	1.17	1.81
Canutillar	0.56	0.51	0.53	0.78	1.59	1.65	1.60	1.34	1.12	0.86	0.78	0.68
Cap. Maipo	2.09	1.34	0.92	0.63	0.49	0.44	0.42	0.42	0.49	0.82	1.60	2.33
Capullo	0.73	0.68	0.67	0.83	1.30	1.36	1.42	1.31	1.17	0.91	0.82	0.79
Cipreses	1.44	1.02	0.78	0.68	0.68	0.68	0.67	0.66	0.70	1.04	1.77	1.89
Colbun	0.62	0.53	0.50	0.53	1.01	1.63	1.86	1.74	1.22	0.85	0.76	0.75
Cortaderal	1.64	1.59	1.26	0.64	0.50	0.49	0.50	0.53	0.60	1.10	1.54	1.63
Curillinque	1.28	0.80	0.62	0.55	0.60	0.66	0.65	0.64	0.71	1.30	2.14	2.05
El Toro	0.73	0.45	0.36	0.43	0.93	1.16	1.06	1.00	1.01	1.53	1.95	1.39
Florida	1.24	1.13	1.13	0.92	0.80	0.75	0.80	0.83	0.89	1.09	1.18	1.23
Isla	1.28	0.80	0.62	0.55	0.60	0.66	0.65	0.64	0.71	1.30	2.14	2.05
Juncal	2.10	1.54	1.07	0.66	0.49	0.44	0.41	0.42	0.50	0.78	1.44	2.13
Laguna Maule	1.27	0.99	0.70	0.63	0.80	0.99	0.94	0.84	0.73	0.88	1.54	1.70
Loma Alta	1.28	0.80	0.62	0.55	0.60	0.66	0.65	0.64	0.71	1.30	2.14	2.05
Los Condores	1.27	0.99	0.70	0.63	0.80	0.99	0.94	0.84	0.73	0.88	1.54	1.70
Los Molles	1.20	1.02	0.86	0.77	0.74	0.73	0.73	0.81	0.98	1.25	1.41	1.52
Los Morros	1.26	1.14	1.14	0.91	0.78	0.73	0.78	0.82	0.87	1.10	1.23	1.25
Los Quilos	1.27	1.16	1.16	0.92	0.74	0.69	0.70	0.78	0.93	1.17	1.22	1.27
Machicura	0.97	0.62	0.46	0.46	0.78	1.01	1.08	1.04	0.97	1.29	1.78	1.54
Maitenes	1.23	0.96	0.64	0.49	0.41	0.39	0.58	0.78	1.42	1.67	1.61	1.81
Mampil	0.88	0.40	0.25	0.24	0.72	1.16	1.31	1.23	1.22	1.80	1.50	1.28
Pangue	0.50	0.43	0.46	0.52	0.80	1.45	1.67	1.35	1.15	1.55	1.24	0.87
Pehuenche	0.55	0.09	0.12	0.26	1.29	1.56	1.79	1.69	1.01	1.04	1.43	1.17
Peuchen	0.92	0.43	0.27	0.25	0.74	1.17	1.30	1.24	1.23	1.68	1.47	1.31
Pilmaiquen	0.79	0.61	0.60	0.71	1.16	1.24	1.31	1.28	1.16	1.12	1.04	0.98
Polcura	0.91	0.54	0.36	0.38	0.79	0.92	0.84	0.86	1.01	1.58	2.12	1.68
Pullinque	0.75	0.58	0.55	0.53	0.81	1.24	1.52	1.56	1.39	1.22	0.97	0.88
Queltehues	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ralco	0.61	0.42	0.34	0.39	0.91	1.26	1.31	1.26	1.27	1.56	1.58	1.08
Rapel	0.76	0.39	0.30	0.43	0.91	1.66	2.10	1.77	1.14	0.68	0.83	1.03
Rucue	0.42	0.48	0.74	0.85	1.23	1.22	1.27	1.27	1.22	1.23	1.13	0.93
San Ignacio	0.97	0.62	0.46	0.46	0.78	1.01	1.08	1.04	0.97	1.29	1.78	1.54
Sauce Andes	1.74	1.25	0.93	0.58	0.51	0.47	0.49	0.54	0.69	1.15	1.76	1.90
Sauzal	1.30	1.19	1.21	0.82	0.66	0.62	0.69	0.75	0.94	1.22	1.29	1.28
Sauzalito	1.30	1.19	1.21	0.82	0.66	0.62	0.69	0.75	0.94	1.22	1.29	1.28
Tucapel	0.65	0.49	0.39	0.43	0.92	1.25	1.29	1.23	1.19	1.43	1.55	1.17
Volcan	1.93	1.54	1.10	0.72	0.57	0.52	0.49	0.49	0.52	0.76	1.34	2.02

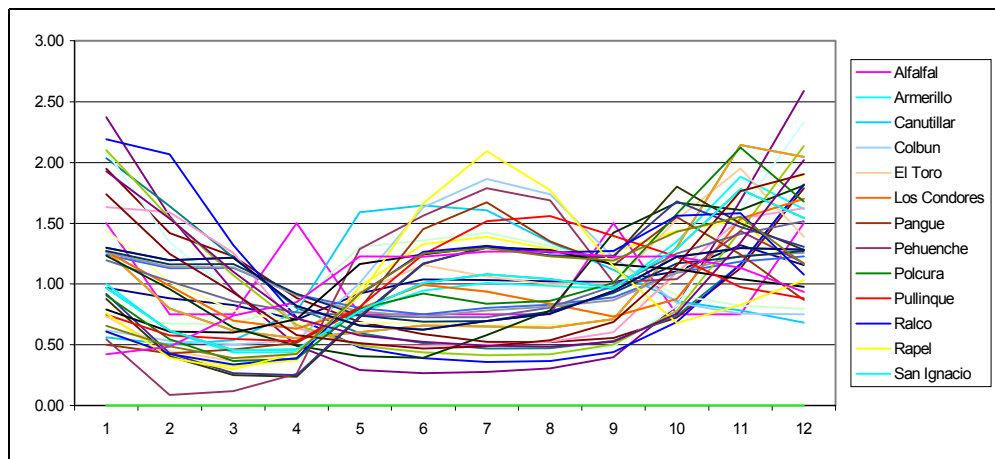




Figura 5.2 - Chile - Coeficientes de Estacionalidad

5.4 Energía Afluente

Cuadro 5.4 - Chile - Energía Afluente

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E. Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E. Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	2124	3439	1429
Feb	1399	1917	1055
Mar	1246	1660	992
Apr	1071	1398	783
May	1586	2520	984
Jun	1860	2758	1158
Jul	1983	2834	1253
Aug	1900	2932	1272
Sep	1767	2237	1336
Oct	2350	2972	1834
Nov	2949	4007	1992
Dic	2909	4258	1775

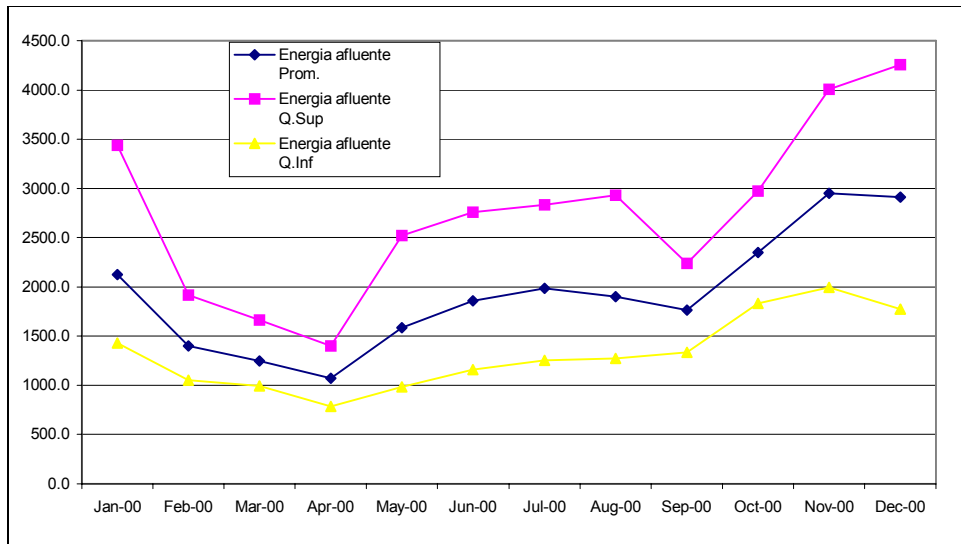


Figura 5.3 - Chile - Energía Afluente

6. COLOMBIA

6.1 Configuración del Sistema

Cuadro 6.1 – Colombia – Plantas Hidro

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/ m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
101	Urrol	101	0	0	4	Fut.	340.0	0.47	0.0	729.6	0.0	1209.0
102	Guatape	102	104	104	8	Exist.	560.0	6.92	0.3	80.9	70.1	1168.9
103	Jaguas	103	104	104	2	Exist.	170.0	2.23	0.0	76.3	0.0	148.9
104	Playas	104	105	105	3	Exist.	200.0	1.59	0.0	126.0	5.4	56.1
105	San carlos	105	0	0	8	Exist.	1240.0	5.02	10.6	246.9	0.0	49.4

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
106	Calderas	106	105	105	1	Exist.	26.0	1.69	0.0	15.4	0.0	0.0
110	Miraflores	110	111	111	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	20.0	4.6	101.0
111	Tenche	111	0	112	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	20.0	0.0	0.0
112	Troneras	112	113	113	2	Exist.	42.0	0.68	0.0	62.1	0.0	26.2
113	Guadalupe3	113	0	114	6	Exist.	270.1	4.52	0.0	59.8	0.0	0.0
114	Guadalupe4	114	0	0	3	Exist.	201.0	3.37	0.0	59.7	0.0	0.0
115	Latasajera	115	201	505	3	Exist.	310.7	7.72	0.2	40.2	0.0	152.1
201	Quebradona	201	505	202	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	28.0	0.0	0.0
202	Riogrande1	202	505	505	3	Exist.	75.0	2.42	0.0	31.0	0.0	0.0
203	Chinchina	203	0	205	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	14.0	0.0	0.0
204	Campoalegre	204	207	205	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	11.0	0.0	0.0
205	Insula	205	0	207	3	Exist.	18.0	0.83	0.0	21.8	0.0	0.0
206	Estrella	206	0	207	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	1.0	0.0	0.0
207	Esmeralda	207	0	209	2	Exist.	30.0	1.36	0.0	22.1	0.0	0.0
208	Desanfran	208	0	209	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	7.0	0.0	0.0
209	Sanfrancisco	209	0	0	3	Exist.	135.0	1.50	7.3	90.0	0.0	0.0
210	Niquia	210	0	505	1	Exist.	11.0	1.72	0.0	6.4	0.0	0.0
213	Guavio	213	0	0	5	Exist.	1150.1	9.94	12.8	115.7	0.0	787.3
309	Paraiso	309	0	310	3	Exist.	270.1	7.89	4.7	34.2	0.0	0.0
310	Laguaca	310	0	0	3	Exist.	310.5	9.26	4.6	33.5	0.0	0.0
311	Canoas	506	312	312	1	Exist.	45.0	1.41	6.2	32.0	0.0	0.0
312	Salto	312	313	313	4	Exist.	70.0	3.13	3.8	22.4	0.0	0.0
313	Laguneta	313	314	314	4	Exist.	72.0	1.80	6.8	40.0	0.0	0.0
314	Colegio	314	0	0	6	Exist.	300.0	7.50	6.8	40.0	0.0	0.0
403	Chivor	403	0	0	8	Exist.	1000.0	6.37	14.3	157.0	0.0	591.0
404	Prado	404	405	0	3	Exist.	44.0	0.41	0.0	106.4	82.5	500.0
405	Prado4	405	0	0	1	Exist.	5.0	0.39	12.7	12.7	0.0	0.0
406	Florida	406	0	0	2	Exist.	24.0	0.94	0.0	25.6	0.0	0.0
407	Riomayo	407	0	0	3	Exist.	21.0	1.68	1.1	12.5	0.0	0.0
408	Betania	408	0	0	3	Exist.	540.0	0.63	277.3	853.2	0.0	1019.7
409	Altoanchicay	409	410	410	3	Exist.	345.2	3.58	9.4	96.4	3.3	30.1
410	Bajoanchicay	410	0	0	4	Exist.	74.0	0.58	9.0	127.6	0.0	0.0
412	Calima	412	0	0	4	Exist.	120.0	1.78	0.0	67.4	120.3	437.5
414	Salvajina	414	0	0	3	Exist.	270.1	0.92	46.0	292.5	102.4	731.3
503	Muna	503	0	309	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	40.0	9.1	41.4
504	Miel1	504	0	0	3	Fut.	375.0	1.85	0.0	203.1	0.0	377.0
505	Porce2	505	0	0	3	Fut.	393.0	2.10	0.0	187.1	0.0	183.0
506	Bomb_mu	311	311	503	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	30.0	0.0	0.0

## 6.2 Caudales Promedio

Cuadro 6.2 - Colombia - Caudal Promedio Anual

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Altoanchicay	49.1
Bajoanchicay	25.7
Betania	440.5
bOMB_MU	27.7
Calderas	5.6
Calima	11.2
Campoalegre	7.2
Canoas	0.0
Chinchina	20.2
Chivor	66.0
Colegio	0.0
Desanfran	3.1
Esmeralda	0.0
Estrella	0.7
Florida	12.3
Guadalupe3	0.0
Guadalupe4	0.0

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Guatape	50.1
Guavio	72.1
Insula	5.3
Jaguas	40.5
Laguaca	0.0
Laguneta	0.0
Latasajera	34.1
Miel1	84.0
Miraflores	4.5
Muna	0.0
Niquia	0.0
Paraiso	0.0
Playas	29.6
Porce2	75.0
Prado	56.1
Prado4	0.0
Quebradona	3.0
Riogrande1	0.0
Riomayo	14.7
Salto	0.0
Salvajina	136.8
San Carlos	26.7
Sanfrancisco	0.0
Tenche	18.6
Troneras	21.8
Urta1	341.8

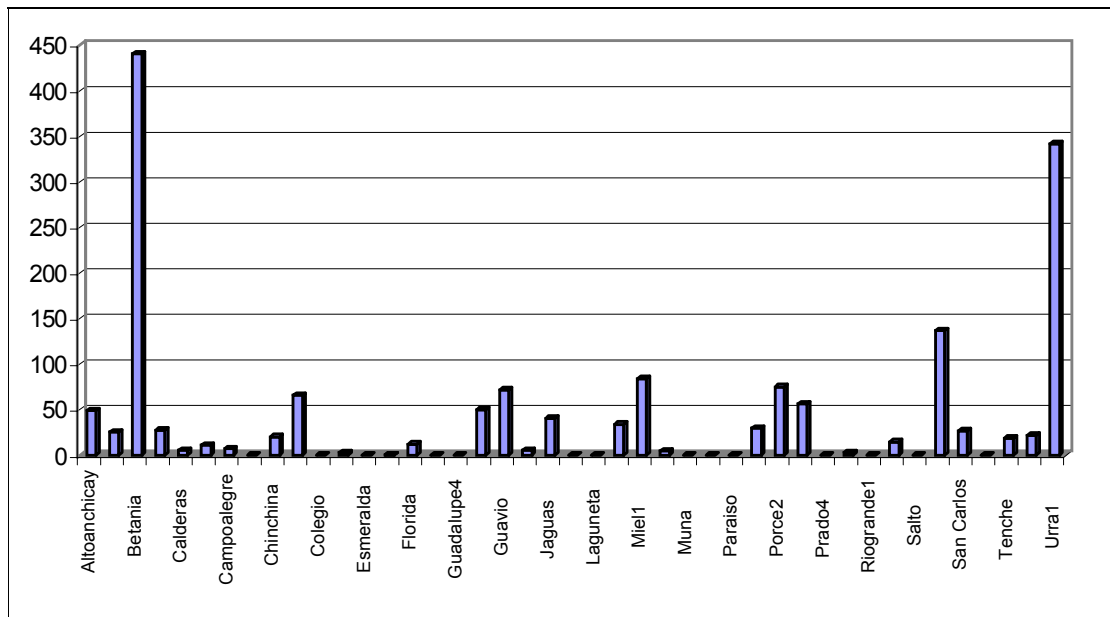


Figura 6.1 - Colombia - Caudal Promedio Anual

### 6.3 Coeficientes de Estacionalidad

Cuadro 6.3 - Colombia - Coeficientes de Estacionalidad

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Altoanchicay	0.89	0.80	0.75	1.02	1.25	1.00	0.70	0.68	0.87	1.40	1.47	1.16
Bajoanchicay	0.88	0.79	0.74	0.91	1.19	1.00	0.73	0.69	0.90	1.41	1.54	1.22
Betania	0.67	0.68	0.80	1.02	1.15	1.29	1.49	1.14	0.86	0.94	1.06	0.89
bOMB_MU	0.29	0.28	0.38	0.97	1.43	1.50	1.55	1.09	0.80	1.27	1.55	0.88
Calderas	0.94	0.73	0.78	0.98	1.26	0.97	0.75	0.82	1.06	1.30	1.37	1.04
Calima	0.93	0.76	0.76	0.99	1.28	1.00	0.62	0.55	0.75	1.35	1.73	1.28
Campoalegre	0.88	0.87	1.12	1.17	1.21	0.94	0.73	0.69	0.80	1.24	1.31	1.03
Canoas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chinchina	0.89	0.87	0.98	1.10	1.23	1.05	0.87	0.77	0.89	1.13	1.21	1.00
Chivor	0.22	0.17	0.23	0.62	1.18	1.81	2.20	1.89	1.29	1.05	0.88	0.45
Colegio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desanfran	0.87	0.78	0.81	0.99	1.32	1.20	0.94	0.76	0.76	1.18	1.15	1.23
Esmeralda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estrella	0.92	0.89	0.82	0.99	1.13	1.13	0.96	0.91	0.96	1.13	1.10	1.05
Florida	0.81	0.77	0.82	1.02	1.08	1.20	1.40	1.20	0.99	0.94	0.95	0.83
Guadalupe3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Guadalupe4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Guatape	0.72	0.62	0.64	0.91	1.20	1.12	0.93	1.00	1.20	1.37	1.32	0.98
Guavio	0.28	0.29	0.43	0.89	1.37	1.91	2.08	1.57	1.09	0.94	0.72	0.44
Insula	0.73	0.81	0.85	1.24	1.22	1.04	0.75	0.75	0.88	1.27	1.36	1.09
Jaguas	0.76	0.59	0.68	0.95	1.20	1.08	0.97	1.07	1.37	1.28	1.19	0.85
Laguaca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laguneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Latasajera	0.72	0.66	0.69	0.94	1.18	1.06	0.92	0.96	1.14	1.40	1.35	0.98
Miel1	0.93	0.92	0.90	1.09	1.19	0.85	0.56	0.60	0.84	1.28	1.55	1.30
Miraflores	0.65	0.68	0.64	0.85	1.14	1.19	1.14	1.22	1.24	1.33	1.11	0.82
Muna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Niquia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paraiso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Playas	0.67	0.62	0.70	1.05	1.25	1.02	0.81	0.95	1.25	1.39	1.38	0.91
Porce2	0.73	0.67	0.65	0.83	1.18	1.12	0.97	1.00	1.21	1.45	1.25	0.95
Prado	0.96	0.99	1.11	1.30	1.22	0.88	0.71	0.78	0.56	0.90	1.36	1.21
Prado4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quebradona	0.91	0.88	0.91	0.98	1.06	1.02	0.98	0.98	1.04	1.13	1.12	1.00
Riogrande1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Riomayo	0.85	0.83	0.90	1.05	1.09	1.28	1.21	1.04	1.01	0.87	0.95	0.93
Salto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Salvajina	1.18	1.04	1.00	1.07	1.12	0.89	0.77	0.54	0.50	0.86	1.49	1.54
San Carlos	0.82	0.61	0.66	0.90	1.15	0.97	0.87	0.91	1.17	1.51	1.51	0.95
Sanfrancisco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tenche	0.66	0.58	0.60	0.84	1.18	1.15	1.17	1.19	1.23	1.32	1.19	0.90
Troneras	0.65	0.58	0.61	0.79	1.14	1.20	1.15	1.22	1.33	1.38	1.13	0.82
Urra1	0.51	0.38	0.38	0.62	1.16	1.36	1.42	1.36	1.27	1.40	1.23	0.90

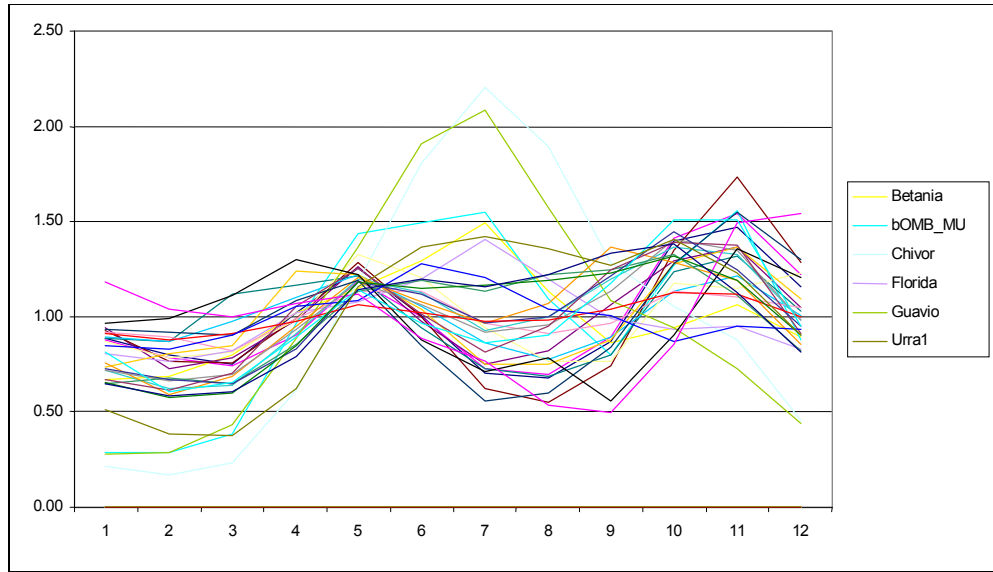


Figura 6.2 - Colombia - Coeficientes de Estacionalidad

### 6.4 Energía Afluente

Cuadro 6.4 - Colombia - Energía Afluente

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	2275	3353	1544
Feb	1764	2713	1234
Mar	2147	2951	1391
Apr	3156	4558	1996
May	4424	6338	2931
Jun	4493	5734	3388
Jul	4557	5739	3634
Aug	4083	4931	3373
Sep	3799	4854	2774
Oct	4423	5668	3238
Nov	4205	5624	3224
Dic	3080	4336	2229

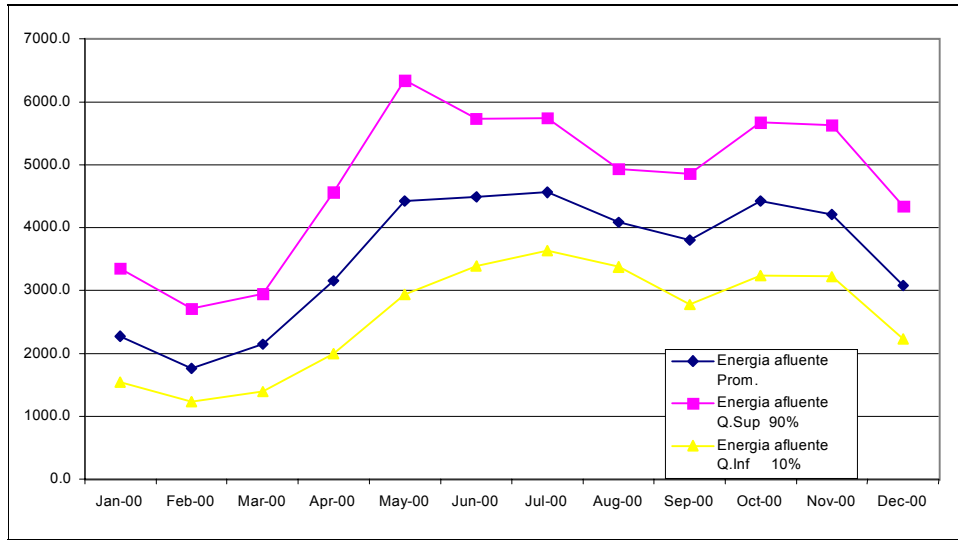


Figura 6.3 - Colombia - Energía Afluente

## 7. ECUADOR

### 7.1 Configuración del Sistema

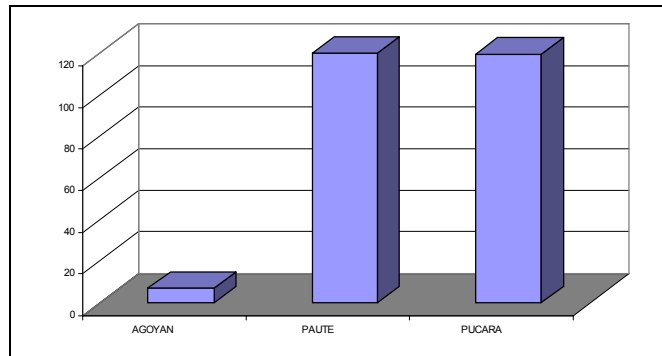
Cuadro 7.1 – Ecuador – Plantas Hidro

No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
1	Pucara	1	0	0	2	Exist.	67.0	3.53	0.0	19.0	10.1	100.7
2	Paute	2	0	0	10	Exist.	990.8	5.00	0.0	198.0	2.0	86.0
3	Agoyan	3	0	0	2	Exist.	156.2	1.26	0.0	124.0	1.0	2.0

## 7.2 Caudales Promedio

**Cuadro 7.2 - Ecuador – Caudal Promedio Anual**

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Agoyan	7.0
Paute	121.7
Pucara	119.6



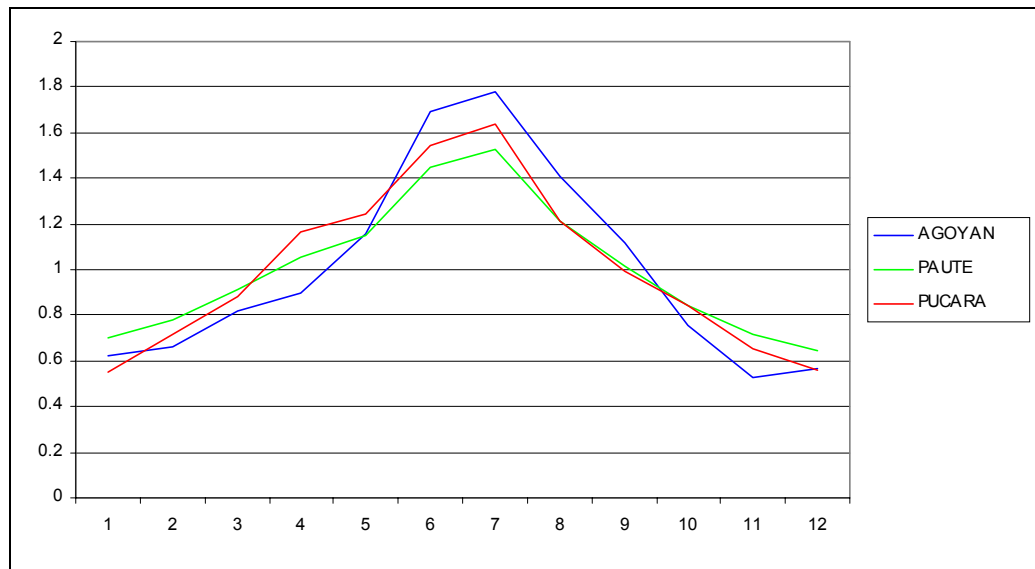
**Figura 7.1 - Ecuador - Caudal Promedio Anual**

## 7.3 Coeficientes de Estacionalidad

**Cuadro 7.3 - Ecuador - Coeficientes de Estacionalidad**

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Agoyan	0.62	0.66	0.82	0.90	1.16	1.70	1.78	1.41	1.11	0.75	0.53	0.56
Paute	0.70	0.78	0.92	1.05	1.15	1.45	1.53	1.21	1.02	0.84	0.71	0.64

**Coeficientes de Sazonalidad**

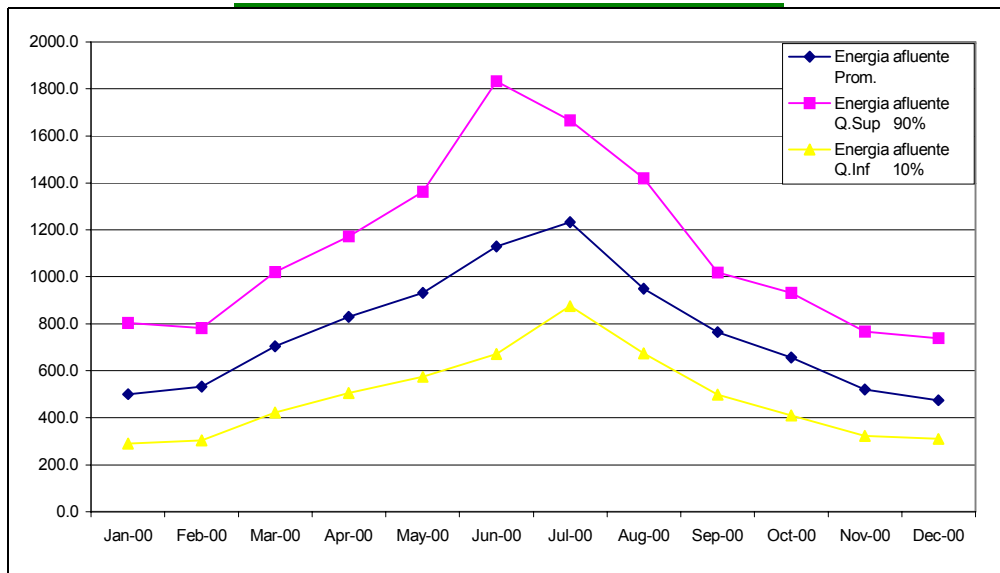


**Figura 7.2 - Ecuador - Coeficientes de Estacionalidad**

## 7.4 Energía Afluyente

**Cuadro 7.4 - Ecuador - Energía Afluyente**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	500	804	291
Feb	532	781	303
Mar	704	1020	422
Apr	830	1172	504
May	932	1364	573
Jun	1128	1834	672
Jul	1232	1666	876
Aug	949	1419	675
Sep	764	1019	499
Oct	658	931	410
Nov	520	767	323
Dic	475	738	310



**Figura 7.3 - Ecuador - Energía Afluyente**

## 8. PERU

### 8.1 Configuración del Sistema - Perú Norte

**Cuadro 8.1 – Perú-Norte – Plantas Hidro**

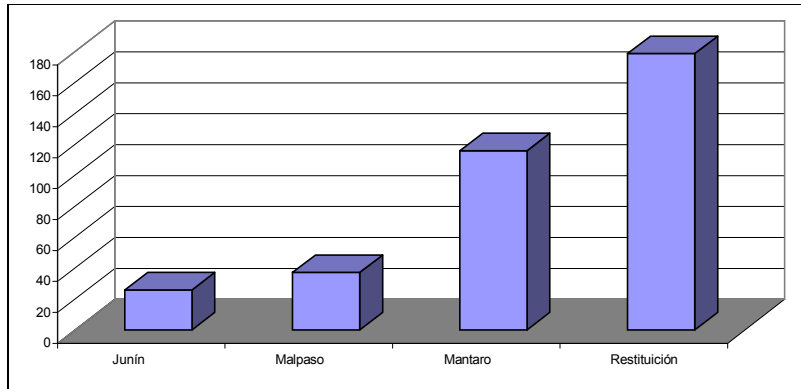
No.	Nombre	Est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
1	Junín	1	2	2	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	80.0	115.0	550.0
2	Malpaso	2	3	3	1	Exist.	45.0	0.68	0.0	66.7	0.0	0.0
3	Mantaro	3	4	4	1	Exist.	569.0	6.37	20.0	89.3	0.0	0.0
4	Restitución	4	0	0	1	Exist.	196.3	2.20	20.0	89.3	0.0	0.0



## 8.2 Caudales Promedio - Perú Norte

**Cuadro 8.2 - Perú Norte - Caudal Promedio Anual**

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Junín	25.8
Malpaso	37.1
Mantaro	116.0
Restitución	179.0

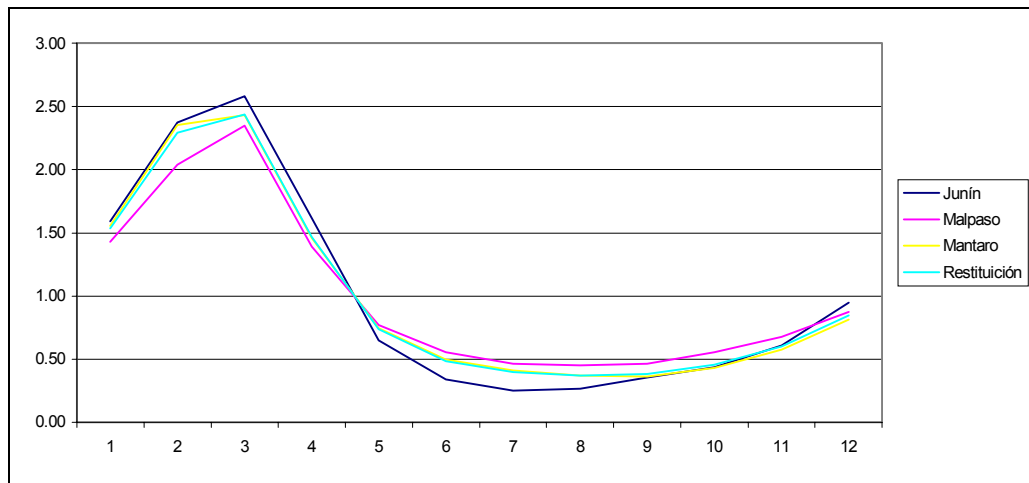


**Figura 8.1 - Perú Norte - Caudal Promedio Anual**

## 8.3 Coeficientes de Estacionalidad - Perú Norte

**Cuadro 8.3 - Perú Norte - Coeficientes de Estacionalidad**

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Junín	1.59	2.37	2.58	1.62	0.65	0.34	0.25	0.26	0.36	0.43	0.61	0.95
Malpaso	1.43	2.04	2.35	1.39	0.77	0.55	0.46	0.45	0.46	0.55	0.68	0.87
Mantaro	1.56	2.35	2.43	1.46	0.74	0.49	0.41	0.37	0.36	0.43	0.57	0.81
Restitución	1.53	2.29	2.44	1.47	0.74	0.48	0.40	0.37	0.38	0.46	0.60	0.85



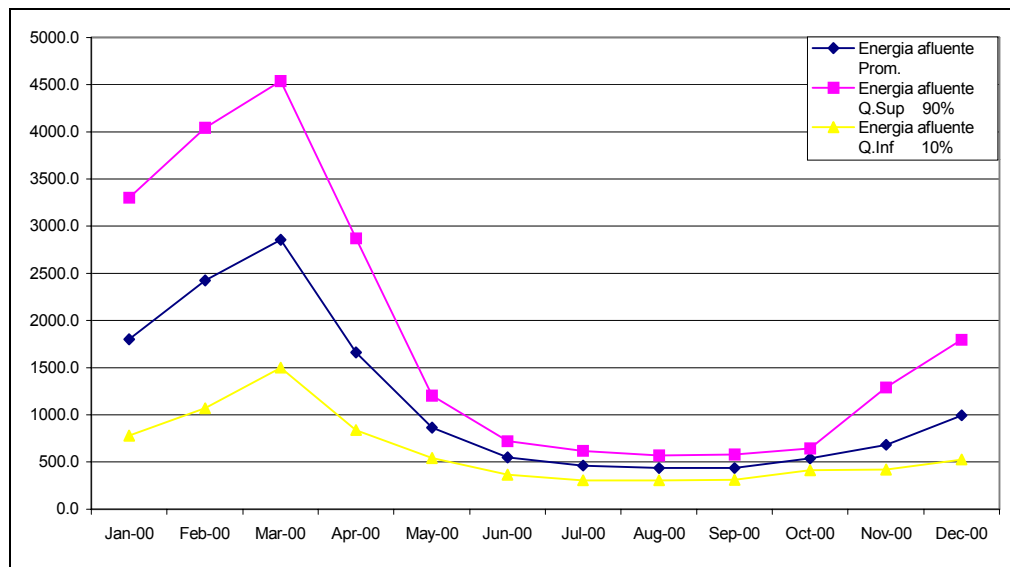
**Figura 8.2 - Perú Norte - Coeficientes de Estacionalidad**



### 8.4 Energía Afluyente - Perú Norte

**Cuadro 8.4 - Perú Norte - Energía Afluyente**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	1799	3300	778
Feb	2423	4042	1071
Mar	2857	4538	1502
Apr	1664	2873	840
May	863	1204	542
Jun	549	721	365
Jul	465	618	308
Aug	437	568	306
Sep	435	581	312
Oct	538	646	415
Nov	683	1289	418
Dic	994	1797	528



**Figura 8.3 - Perú Norte - Energía Afluyente**

### 8.5 Configuración del Sistema - Perú Sur

**Cuadro 8.5 – Perú-Sur – Plantas Hidro**

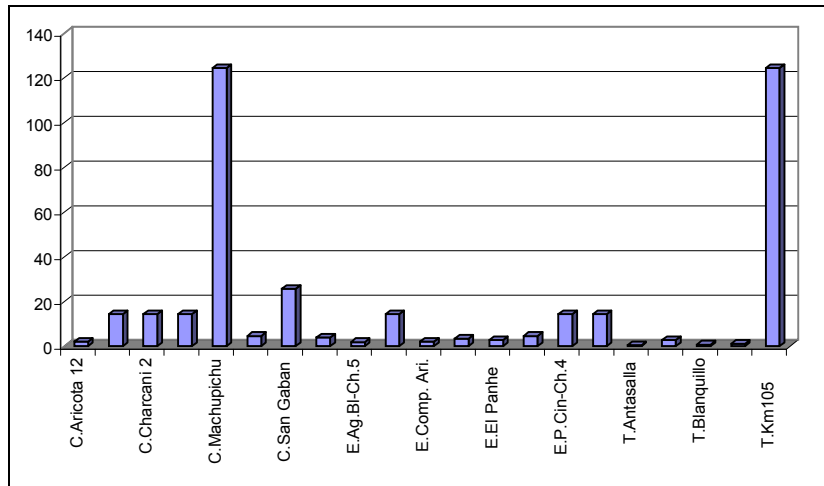
No.	Nombre	est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
2	T.km105	102	0	3	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	37.5	0.0	0.0
3	C.Machupichu	103	0	0	1	Exist.	105.0	2.80	0.0	37.5	0.0	0.0
4	E.Macusani	104	0	0	1	Fut.	0.0	0.00	0.0	19.0	20.0	110.0
5	C.San gaban	105	0	0	1	Fut.	105.0	5.39	0.0	19.5	0.0	0.0
6	C.Aricota 12	106	0	7	1	Exist.	33.0	7.68	0.0	4.3	0.0	0.0
7	E.Comp. ari.	107	0	0	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	4.6	0.0	0.0
8	E.el Panhe	108	0	9	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	6.0	6.4	95.0
9	T.Bamputanhe	109	0	11	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	6.0	0.0	0.0
10	T.Blanquillo	110	0	11	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	4.0	0.0	0.0
11	C.Panhe-blan	201	0	14	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	10.0	0.0	0.0
12	T.Jancolaya	111	0	11	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	6.0	0.0	0.0

No.	Nombre	est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/ m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
13	T.Antasalla	113	0	14	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	2.5	0.0	0.0
14	D.Espanholes	112	0	16	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	16.0	0.0	0.0
15	E.el Frayle	115	16	16	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	24.0	3.0	135.0
16	E.Ag.bl-ch.5	114	18	18	1	Exist.	135.0	5.63	0.0	24.0	8.0	45.0
18	E.P.cin-ch.4	202	21	22	1	Exist.	14.0	1.02	0.0	13.8	0.0	0.0
22	C.Charcani 6	203	26	21	1	Exist.	8.8	0.59	0.0	15.0	0.0	0.0
21	E.Campa-ch.3	204	26	24	1	Exist.	4.1	0.41	0.0	10.0	0.0	0.0
24	C.Charcani 1	205	26	25	1	Exist.	1.2	0.16	0.0	7.6	0.0	0.0
25	C.Charcani 2	206	26	26	1	Exist.	0.6	0.10	0.0	6.0	0.0	0.0
26	E.riego	207	0	0	1	Exist.	0.0	0.00	0.0	20.0	0.0	0.0

## 8.6 Caudales Promedio - Perú Sur

Cuadro 8.6 - Perú Sur - Caudal Promedio Anual

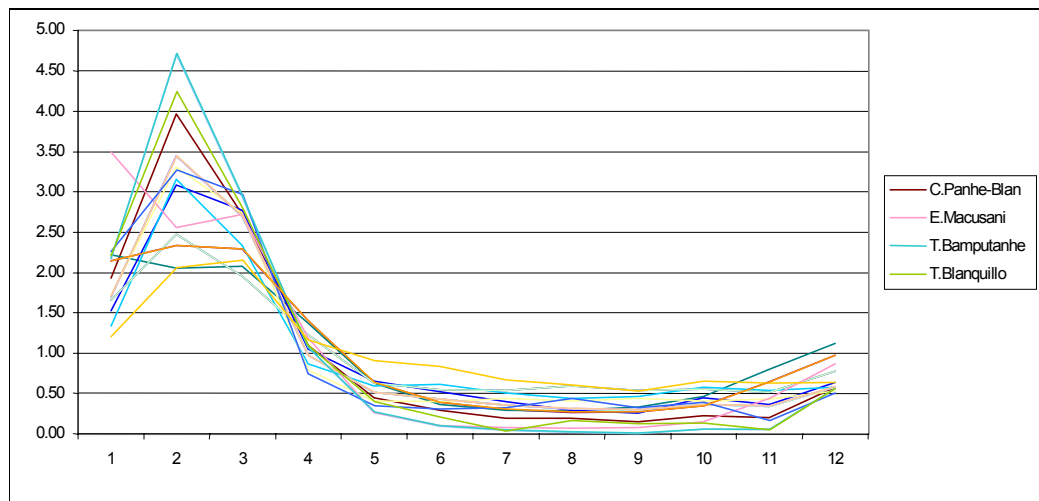
Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
C.Aricota 12	2.0
C.Charcani 1	14.3
C.Charcani 2	14.3
C.Charcani 6	14.3
C.Machupichu	124.5
C.Panhe-Blan	4.7
C.San Gaban	25.8
D.Espanholes	3.9
E.Ag.BI-Ch.5	1.9
E.Campa-Ch.3	14.3
E.Comp. Ari.	2.0
E.El Frayle	3.4
E.El Panhe	2.7
E.Macusani	4.7
E.P.Cin-Ch.4	14.3
E.Riego	14.3
T.Antasalla	0.4
T.Bamputanhe	2.7
T.Blanquillo	0.8
T.Jancolaya	1.2
T.Km105	124.5



**Figura 8.4 - Perú Sur - Caudal Promedio Anual**  
**8.7 Coeficientes de Estacionalidad - Perú Sur**

**Cuadro 8.7 - Perú Sur - Coeficientes de Estacionalidad**

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
C.Aricota 12	1.66	2.47	1.95	1.23	0.63	0.55	0.53	0.59	0.54	0.55	0.51	0.78
C.Charcani 1	1.70	3.44	2.70	0.97	0.51	0.43	0.35	0.31	0.30	0.36	0.34	0.58
C.Charcani 2	1.70	3.44	2.70	0.97	0.51	0.43	0.35	0.31	0.30	0.36	0.34	0.58
C.Charcani 6	1.70	3.44	2.70	0.97	0.51	0.43	0.35	0.31	0.30	0.36	0.34	0.58
C.Machupichu	2.15	2.33	2.29	1.40	0.63	0.39	0.30	0.27	0.27	0.35	0.64	0.97
C.Panhe-Blan	1.93	3.96	2.72	1.10	0.45	0.30	0.20	0.19	0.16	0.22	0.20	0.58
C.San Gaban	2.22	2.05	2.08	1.37	0.63	0.37	0.29	0.29	0.33	0.46	0.80	1.13
D.Espanholes	1.53	3.08	2.77	1.05	0.65	0.52	0.40	0.29	0.26	0.45	0.37	0.64
E.Ag.BI-Ch.5	1.34	3.16	2.33	0.86	0.60	0.61	0.50	0.44	0.46	0.58	0.54	0.58
E.Campa-Ch.3	1.70	3.44	2.70	0.97	0.51	0.43	0.35	0.31	0.30	0.36	0.34	0.58
E.Comp. Ari.	1.66	2.47	1.95	1.23	0.63	0.55	0.53	0.59	0.54	0.55	0.51	0.78
E.El Frayle	1.72	3.30	2.73	0.79	0.40	0.40	0.43	0.41	0.45	0.41	0.43	0.53
E.El Panhe	2.17	4.71	2.94	1.07	0.27	0.09	0.04	0.02	0.01	0.06	0.06	0.56
E.Macusani	3.49	2.56	2.72	1.18	0.27	0.10	0.08	0.07	0.08	0.15	0.44	0.86
E.P.Cin-Ch.4	1.70	3.44	2.70	0.97	0.51	0.43	0.35	0.31	0.30	0.36	0.34	0.58
E.Riego	1.70	3.44	2.70	0.97	0.51	0.43	0.35	0.31	0.30	0.36	0.34	0.58
T.Antasalla	2.25	3.26	2.97	0.74	0.34	0.30	0.32	0.44	0.32	0.39	0.16	0.51
T.Bamputanhe	2.17	4.71	2.94	1.07	0.27	0.09	0.04	0.02	0.01	0.06	0.06	0.56
T.Blanquillo	2.21	4.24	2.79	1.09	0.39	0.21	0.04	0.16	0.12	0.13	0.05	0.56
T.Jancolaya	1.20	2.06	2.15	1.16	0.91	0.83	0.67	0.60	0.52	0.65	0.62	0.63
T.Km105	2.15	2.33	2.29	1.40	0.63	0.39	0.30	0.27	0.27	0.35	0.64	0.97



**Figura 8.5 - Perú Sur - Coeficientes de Estacionalidad**

**8.8 Energía Afluyente - Perú Sur**

**Cuadro 8.8 - Perú Sur - Energía Afluyente**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
-----	--------------------------	---------------------------	---------------------------

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	724	985	405
Feb	838	1166	526
Mar	849	1232	589
Apr	449	647	285
May	218	291	149
Jun	141	188	110
Jul	116	132	96
Aug	104	116	90
Sep	100	116	86
Oct	129	167	103
Nov	197	336	118
Dic	313	475	185

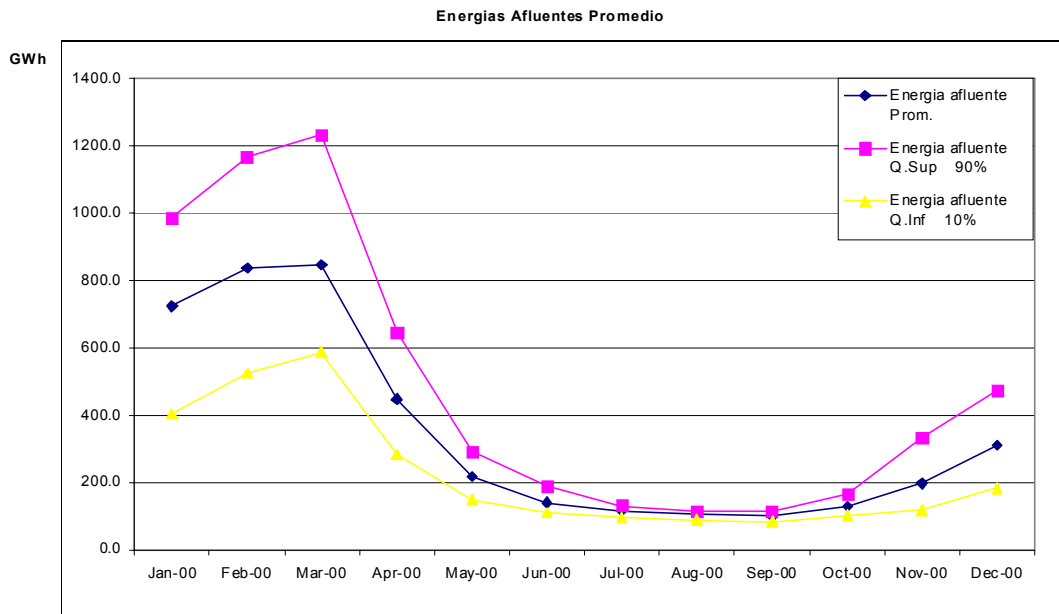


Figura 8.6 - Perú Sur - Energía Afluente

## 9. URUGUAY

### 9.1 Configuración del Sistema

Cuadro 9.1 – Uruguay – Plantas Hidro

No.	Nombre	est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/m <sup>3</sup> /s)	Qmin (m <sup>3</sup> /s)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Vmin (Hm <sup>3</sup> )	Vmax (Hm <sup>3</sup> )
1	Terra	101	2	2	4	Exist.	66.0	0.11	0.0	600.0	0.0	7000.0
2	Baygorria	102	3	3	3	Exist.	90.0	0.12	0.0	750.0	0.0	200.0
3	Palmar	103	0	0	3	Exist.	351.0	0.26	0.0	1350.0	0.0	1100.0
4	Salto Grande	104	0	0	14	Exist.	1890.0	0.23	0.0	8400.0	0.0	3100.0

### 9.2 Caudales Promedio

Cuadro 9.2 - Uruguay – Caudal Promedio Anual

Planta	C.Prom. (m <sup>3</sup> /s)
Baygorria	563.3
Palmar	322.8
Salto Grande	4706.2
Terra	563.3

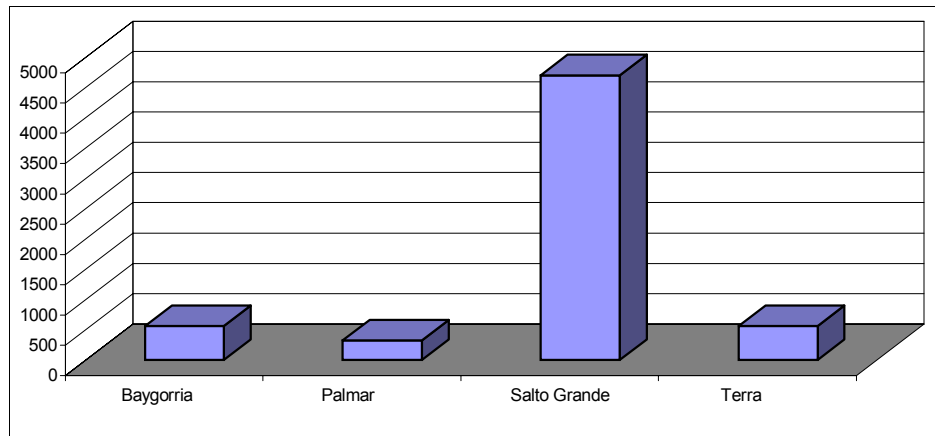


Figura 9.1 - Uruguay – Caudal Promedio Anual

### 9.3 Coeficientes de Estacionalidad

Cuadro 9.3 - Uruguay – Coeficientes de Estacionalidad

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Baygorria	0.34	0.50	0.48	0.81	1.05	1.30	1.71	1.62	1.57	1.37	0.72	0.53
Palmar	0.50	0.66	0.56	1.02	0.91	1.31	1.43	1.58	1.51	1.34	0.76	0.42
Salto Grande	0.53	0.61	0.62	1.00	1.15	1.26	1.29	1.13	1.27	1.42	1.03	0.69
Terra	0.34	0.50	0.48	0.81	1.05	1.30	1.71	1.62	1.57	1.37	0.72	0.53

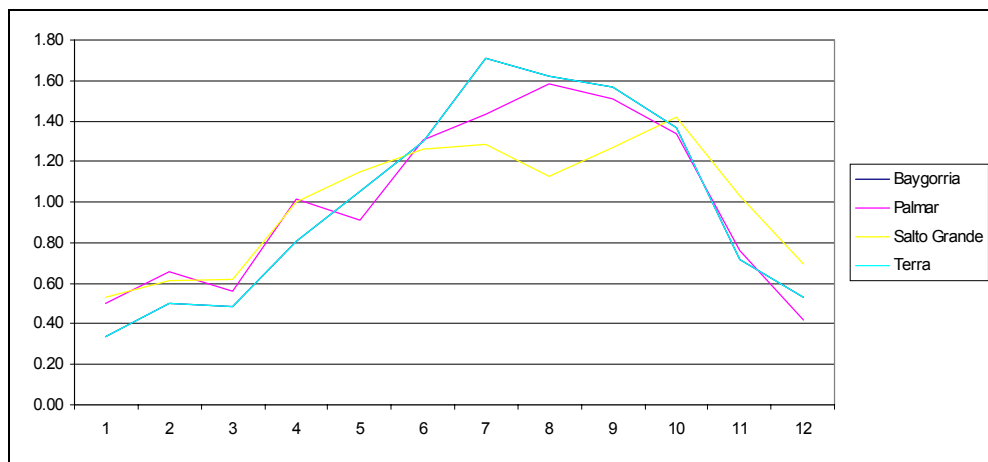
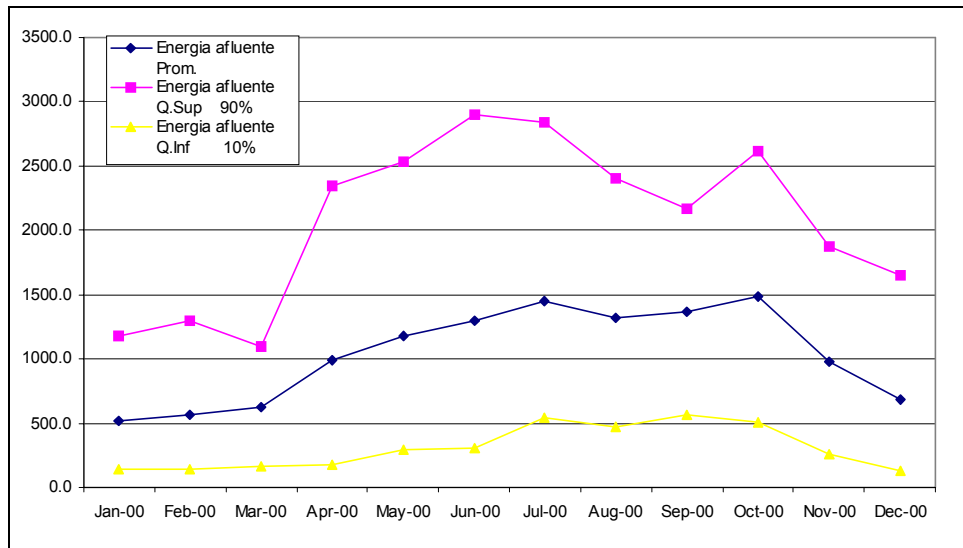


Figura 9.2 - Uruguay - Coeficientes de Estacionalidad

## 9.4 Energía Afluyente

**Cuadro 9.4 - Uruguay - Energía Afluyente**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	516	1177	141
Feb	565	1296	137
Mar	622	1099	163
Apr	987	2340	175
May	1182	2534	291
Jun	1299	2898	308
Jul	1453	2836	539
Aug	1320	2407	470
Sep	1371	2167	563
Oct	1480	2616	512
Nov	977	1872	255
Dic	682	1648	135



**Figura 9.3 - Uruguay - Energía Afluyente**

## 10. VENEZUELA

### 10.1 Configuración del Sistema

**Cuadro 10.1 – Venezuela – Plantas Hidro**

No.	Nombre	est. hid.	AA vert	AA turb	No. unid.	Tipo	Cap. (MW)	FP (MW/ m3/s)	Qmin (m3/s)	Qmax (m3/s)	Vmin (Hm3)	Vmax (Hm3)
1	Guri	1	0	0	20	Exist.	9184.0	1.12	2200.0	8200.0	26383.8	111104.

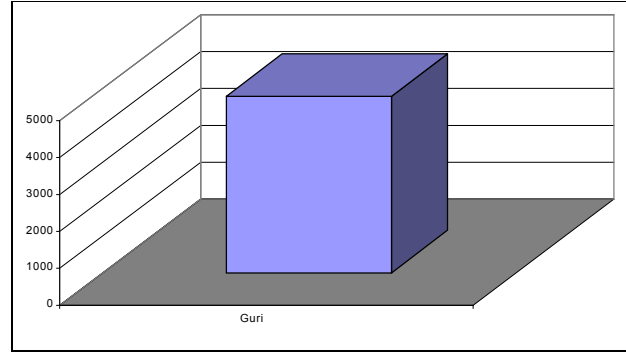
### 10.2 Caudales Promedio



**Cuadro 10.2 - Caudal Promedio Anual**

Planta	C.Promedio (m <sup>3</sup> /s)
Guri	4808.59

Caudales (m3/s) - Promedio Anual



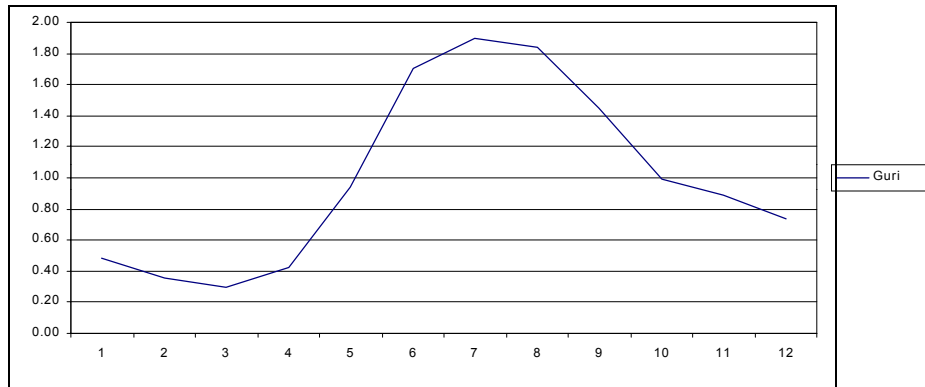
**Figura 10.1 - Venezuela - Caudal Promedio Anual**

**10.3 Coeficientes de Estacionalidad**

**Cuadro 10.3 - Venezuela - Coeficientes de Estacionalidad**

Planta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Guri	0.48	0.35	0.29	0.42	0.94	1.70	1.90	1.84	1.45	0.99	0.89	0.74

Coefficientes de sazonalidad



**Figura 10.2 - Venezuela - Coeficientes de Estacionalidad**

**10.4 Energía Afluyente**

**Cuadro 10.4 - Venezuela - Energía Afluyente**

Mes	E.Afl. (GWh) Promedio	E.Afl. (GWh) Q.Sup 90%	E.Afl. (GWh) Q.Inf 10%
Ene	2093	3326	987
Feb	1388	2431	575
Mar	1301	2515	374
Apr	1834	3688	586
May	4163	7324	1305
Jun	7314	10000	5127

Jul	8473	10880	6419
Aug	8140	9902	6348
Sep	6279	8447	4502
Oct	4450	5832	2988
Nov	3865	5612	2228
Dic	3289	4931	2020

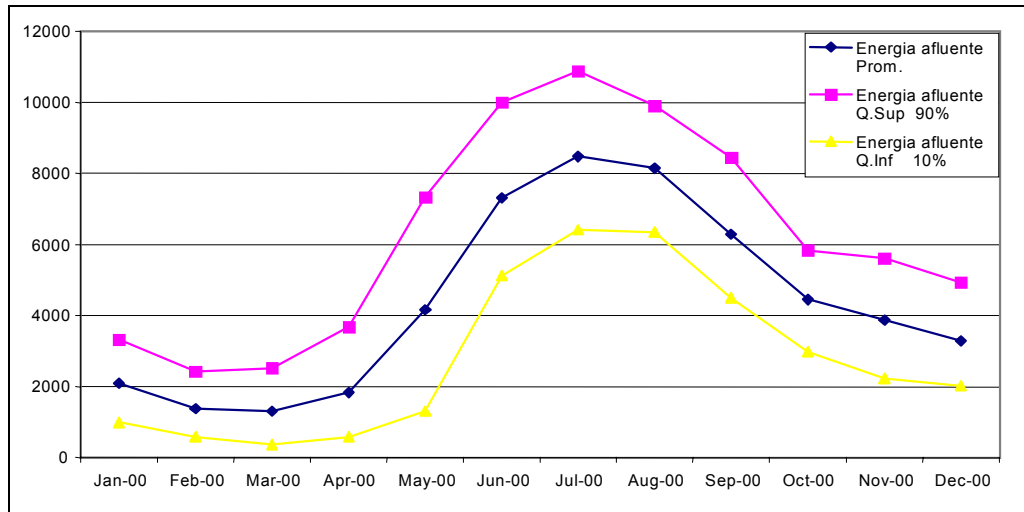


Figura 10.3 - Energía Afluente

## 11. OPORTUNIDADES DE COMPLEMENTARIEDAD

### 11.1 Complementariedad Estacional

#### 11.1.1 Procedimiento

La oportunidad para la complementariedad estacional fue estimada a través del siguiente procedimiento:

1. repetir para cada país  $i = 1, \dots, I$ :

- calcular  $\{EAF_k(i), k = 1, \dots, 12\}$ , donde  $EAF_k(i)$  es el promedio de la energía afluente en el mes  $k$
- calcular la energía estacional aislada:  $EEA(i) = \text{Min}\{EAF_k(i), k = 1, \dots, 12\}$

1. calcular la energía estacional total aislada:  $EETA = \sum_{i=1}^I EEA(i)$

2. calcular la energía afluente integrada mensual:  $\{EAI(k) = \sum_{i=1}^I EAF_k(i), k = 1, \dots, 12\}$

3. calcular la energía estacional total integrada:  $EETI = \text{Min}\{EAI_k(i), k = 1, \dots, 12\}$

Los Cuadros a continuación resumen los resultados para tres situaciones:

- Cono Sur – Paraguay fue analizado con Argentina y Brasil
- Pacto Andino

- Continente

### 11.1.2 Cono Sur

Cuadro 11.1 Oportunidad de Complementación Estacional - Cono Sur

País	EEAisl. (TWh/mes)	EEInt. (TWh/mes)
Argentina	1.93	
Bolivia	0.075	
Brasil-Se	10.90	
Brasil-S	2.77	
Chile	1.07	
Uruguay	0.52	
<b>Total</b>	<b>17.26</b>	<b>21.33</b>
<b>Ganancia</b>		4.07
<b>Dif. %</b>		24

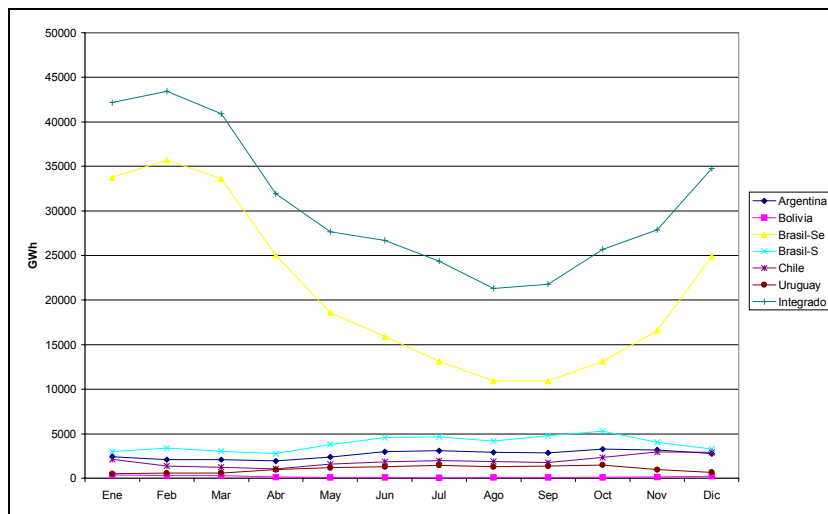


Figura 11.1 – Complementación Estacional – Cono Sur

### 11.1.3 Pacto Andino

Cuadro 11.2 Oportunidad de Complementación Estacional – Pacto Andino

País	EEAisl. (TWh/mes)	EEInt. (TWh/mes)
Brasil-Ne	1.57	
Brasil-N	0.94	
Colombia	1.76	
Equador	0.47	
Peru	0.54	
Venezuela	1.30	
<b>Total</b>	<b>6.58</b>	<b>12.98</b>
<b>Ganancia</b>		6.40
<b>Dif. %</b>		97

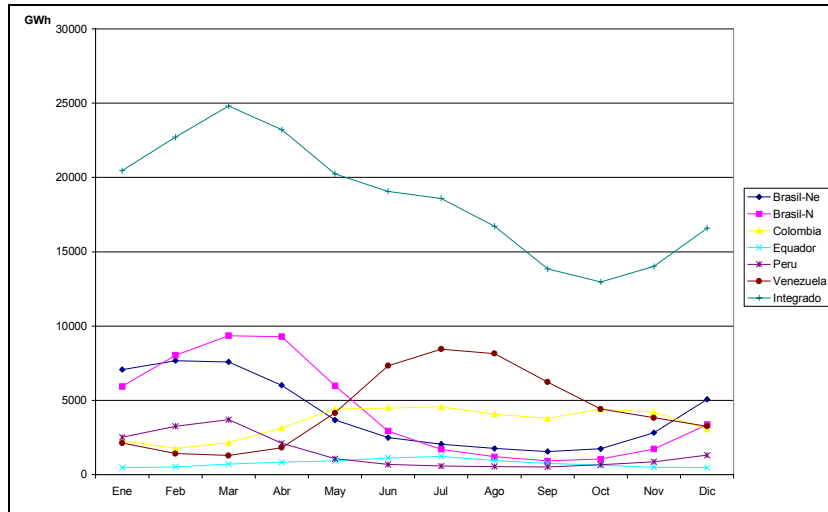


Figura 11.2 – Complementación Estacional – Pacto Andino

### 11.1.4 Continente

Cuadro 11.3 Oportunidad de Complementación Estacional - Continente

País	EEAisl. (TWh/mes)	EEInt. (TWh/mes)
Argentina	1.93	
Bolivia	0.07	
Brasil-Se	10.90	
Brasil-S	2.77	
Brasil-Ne	1.57	
Brasil-N	0.94	
Chile	1.07	
Colombia	1.76	
Ecuador	0.47	
Peru	0.54	
Uruguay	0.52	
Venezuela	1.30	
<b>Total</b>	<b>23.85</b>	<b>35.61</b>
<b>Ganancia</b>		<b>11.77</b>
<b>Dif. %</b>		<b>49</b>

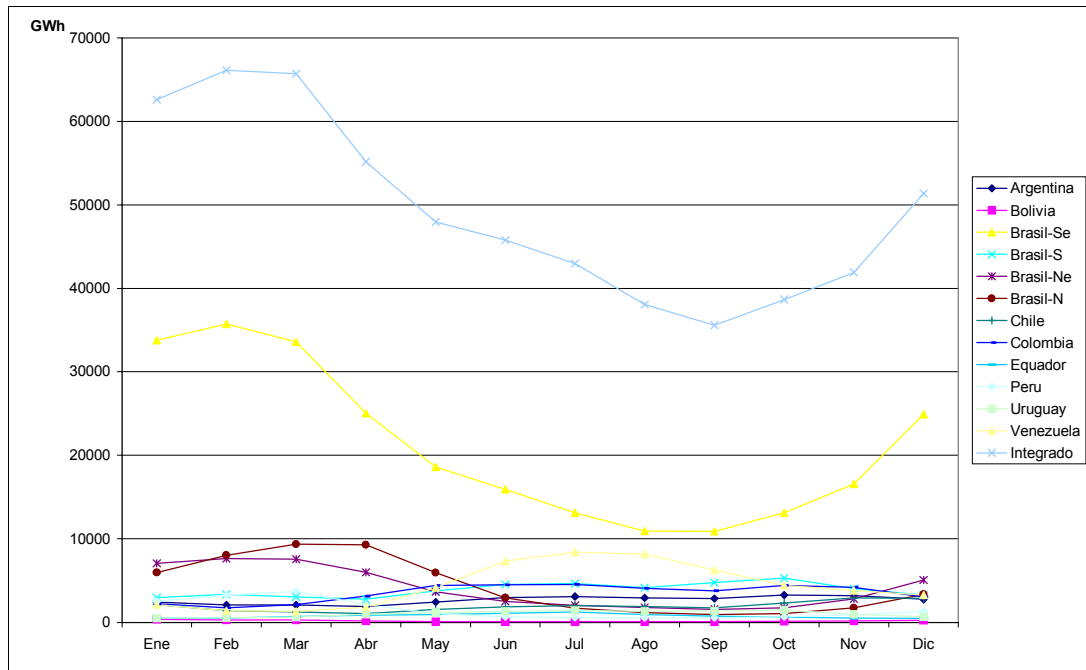


Figura 11.3 – Complementación Estacional – Continente

## 11.2 Complementariedad Anual

### 11.2.1 Procedimiento

La oportunidad para la complementariedad anual fue estimada a través del siguiente procedimiento:

1. repetir para cada país  $i = 1, \dots, I$ :

- calcular  $\{EAF_t(i), t = 1979, \dots, 1992\}$ , donde  $EAF_k(i)$  es la energía afluente total en el año  $t$
- calcular la energía anual aislada:  $EAA(i) = \text{Min}\{EAF_t(i), t = 1979, \dots, 1992\}$

1. calcular la energía anual total aislada:  $EATA = \sum_{i=1}^I EAA(i)$

2. calcular la energía integrada por año:  $\{EAI_t = \sum_{i=1}^I EAF_t(i), t = 1979, \dots, 1992\}$

3. calcular la energía anual total integrada:  $EATI = \text{Min}\{EAI_t, t = 1979, \dots, 1992\}$

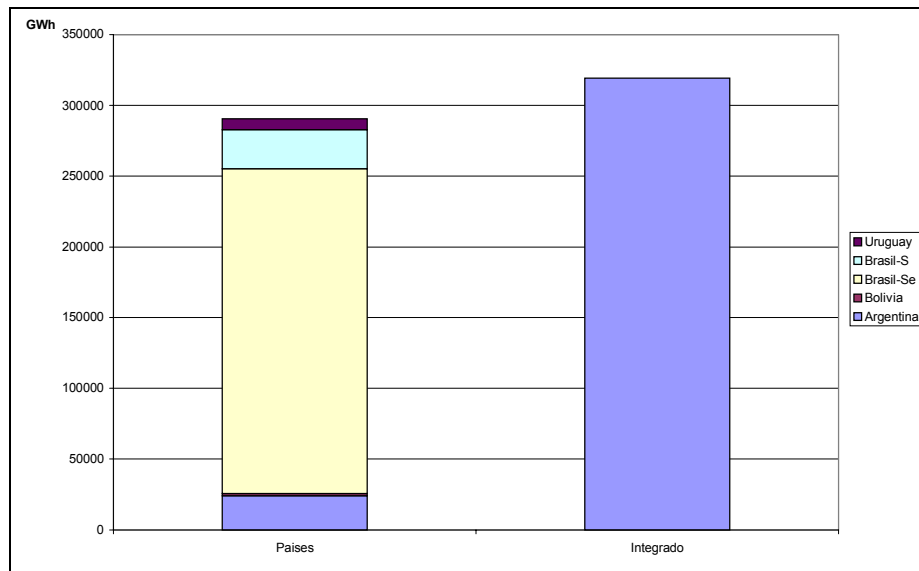
Los Cuadros a continuación resumen los resultados para tres situaciones:

- Cono Sur – Chile no fue considerado en esta analisis por falta de datos de caudales de 1981 hasta 1992; Paraguay fue analizado con Argentina y Brasil
- Pacto Andino
- Continente

### 11.2.2 Cono Sur

**Cuadro 11.4 Oportunidad de Complementación Anual - Cono Sur**

País	EEAisl. (TWh/año)	EEInt. (TWh/año)
Argentina	24	
Bolivia	1.6	
Brasil-Se	230	
Brasil-S	27	
Uruguay	8	
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>319</b>
Ganancia		29
Dif. %		10



**Figura 11.4 - Complementariedad Anual - Cono Sur**

### 11.2.3 Pacto Andino

**Cuadro 11.5 Oportunidad de Complementación Anual – Pacto Andino**

País	EEAisl. (TWh/año)	EEInt. (TWh/año)
Brasil-Ne	34	
Brasil-N	37	
Colombia	30	
Ecuador	6	
Peru	8	
Venezuela	42	
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>181</b>
Ganancia		23
Dif. %		15

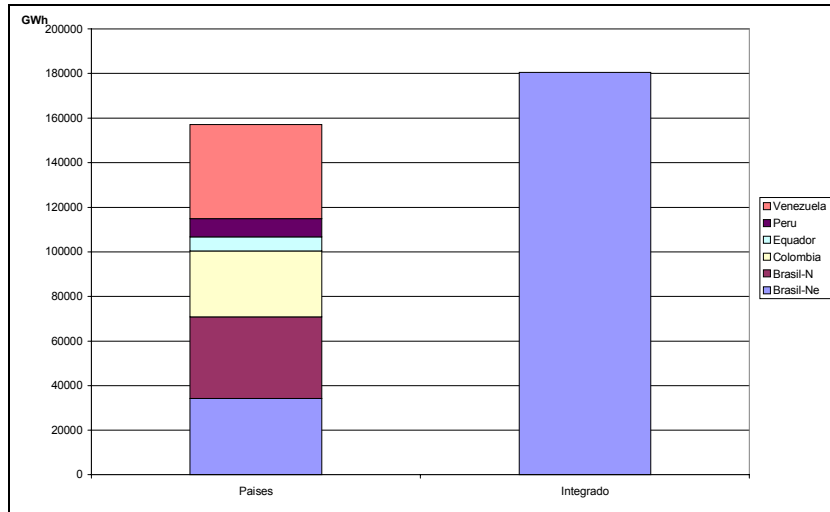


Figura 11.5 - Complementariedad Anual - Pacto Andino

### 11.2.4 Continente

Cuadro 11.6 Oportunidad de Complementación Anual - Continente

País	EEAisl. (TWh/año)	EEInt. (TWh/año)
Argentina	24	
Bolivia	1.6	
Brasil-Se	230	
Brasil-S	27	
Brasil-Ne	34	
Brasil-N	37	
Colombia	30	
Equador	6	
Peru	8	
Uruguay	8	
Venezuela	42	
<b>Total</b>	<b>448</b>	<b>543</b>
Ganancia		95
Dif. %		21



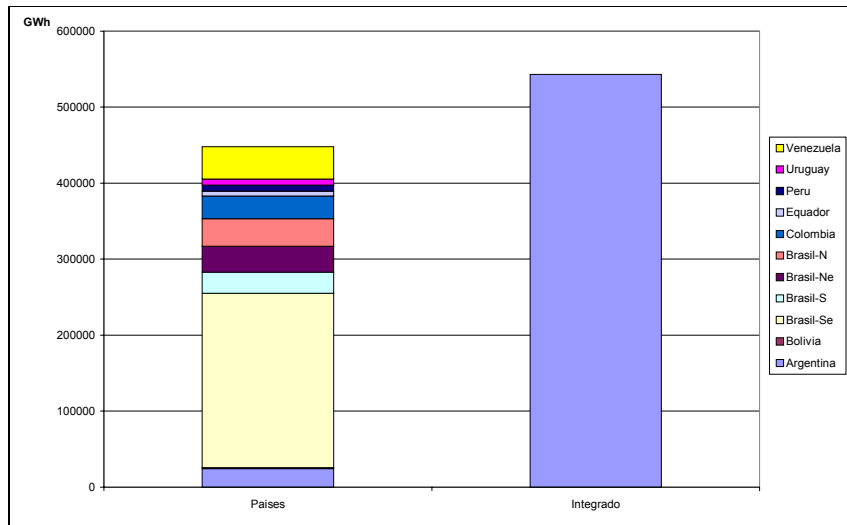


Figura 11.6 - Complementariedad Anual - Continente

## Anexo A - Modelo Estocástico de Caudales

### A.1 Objetivo

En este Apéndice se presenta la especificación del modelo estocástico de caudales afluentes utilizado en el estudio. Este modelo estocástico se utiliza en las siguientes aplicaciones:

### A.2. Identificación de la estructura del modelo

#### A.2.1 Modelado Univariado

Series hidrológicas con pasos de tiempo menor que un año, tales como series mensuales, tienen como característica el comportamiento periódico de sus propiedades probabilísticas, como por ejemplo la media, la varianza, la asimetría y la estructura de autocorrelación. El análisis de este tipo de series puede hacerse por medio del uso de formulaciones autorregresivas del modelo. Genéricamente, sea  $\rho$  un vector,

$$\rho = \{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_s\}$$

donde cada elemento suministra el orden de cada período.

El modelo PAR( $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_s$ ) se plantea matemáticamente por:

$$\Phi^m(B) \left( \frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m} \right) = a_t \quad (1a)$$

donde:

$Z_t$  serie estacional de período  $s$

$t$  índice del tiempo,  $t = 1, 2, \dots, s \times N$ , función del año  $T$  ( $T = 1, 2, \dots, N$ ) y del período  $m$  ( $m = 1, 2, \dots, s$ )

$s$  número de períodos ( $s = 12$ , para series mensuales)

$N$  número de años

$\mu_m$  media estacional de período  $s$

$\sigma_m$  desviación estandar estacional de período  $s$

$\Phi^m$  operador autorregresivo de orden  $\rho_m$ :

$$\Phi^m(B) = (1 - \phi_1^m B - \phi_2^m B^2 - \dots - \phi_{\rho_m}^m B^{\rho_m})$$

$$B^i \text{ aplicado a } Z_t \text{ resulta en } Z_{t-1} \text{ (} B^i Z_t = Z_{t-1} \text{)}$$

$\rho_m$  orden del operador autorregresivo del período  $m$

$a_t$  serie de ruidos independientes con distribución normal, media cero y varianza  $\sigma_a^{2(m)}$

Considere  $\rho^m(k)$  la correlación entre  $Z_t$  y  $Z_{t-k}$ , para  $t$  en el período  $m$ :

$$\rho^m(k) = E \left( \left( \frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m} \right) \left( \frac{Z_{t-k} - \mu_{m-k}}{\sigma_{m-k}} \right) \right) \quad (2)$$

El conjunto de funciones de autocorrelación  $\rho^m(k)$  de los períodos  $m = 1, \dots, s$ , describen la estructura de dependencia temporal de la serie. Estas funciones son obtenidas por:

$$\left( \frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m} \right) = \phi_1^m \left( \frac{Z_{t-1} - \mu_{m-1}}{\sigma_{m-1}} \right) + \dots + \phi_{p_m}^m \left( \frac{Z_{t-p_m} - \mu_{m-p_m}}{\sigma_{m-p_m}} \right) + a_t \quad (1b)$$

Multiplicando ambos lados de la ecuación (3.1.b) por  $\left( \frac{Z_{t-k} - \mu_{m-k}}{\sigma_{m-k}} \right)$  y tomando el valor esperado, obtendremos:

$$E \left( \left( \frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m} \right) \left( \frac{Z_{t-k} - \mu_{m-k}}{\sigma_{m-k}} \right) \right) = \phi_1^m E \left( \left( \frac{Z_{t-1} - \mu_{m-1}}{\sigma_{m-1}} \right) \left( \frac{Z_{t-k} - \mu_{m-k}}{\sigma_{m-k}} \right) \right) + \phi_{p_m}^m E \left( \left( \frac{Z_{t-p_m} - \mu_{m-p_m}}{\sigma_{m-p_m}} \right) \left( \frac{Z_{t-k} - \mu_{m-k}}{\sigma_{m-k}} \right) \right) + E \left( a_t \left( \frac{Z_{t-k} - \mu_{m-k}}{\sigma_{m-k}} \right) \right) \quad (3)$$

Sustituyendo (3.2) en (3.3), obtenemos, para  $k \geq 1$ :

$$\rho^m(k) = \phi_1^m \rho^{m-1}(k-1) + \phi_2^m \rho^{m-2}(k-2) + \dots + \phi_{p_m}^m \rho^{m-p_m}(k-p_m) \quad (4)$$

Conocidos los parámetros de un modelo  $PAR(\rho)$ , las funciones  $\rho^m(k)$  son dadas por la solución de la ecuación (4).

Fijando  $m$  y variando  $k$  de 1 hasta  $p_m$  en (3.4), obtenemos, para cada período, un conjunto de ecuaciones, comúnmente denominado de "ecuaciones de Yule-Walker".

Para un período  $m$  cualquiera:

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho^{m-1}(1) & \dots & \rho^{m-p_{m+1}}(p_m - 1) \\ \rho^{m-1}(1) & 1 & \dots & \rho^{m-p_{m+2}}(p_m - 2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho^{m-p_{m+1}}(p_m - 1) & \rho^{m-p_{m+2}}(p_m - 2) & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_1^m \\ \phi_2^m \\ \dots \\ \phi_{p_m}^m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho^m(1) \\ \rho^m(2) \\ \dots \\ \rho^m(p_m) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Llamando  $\phi_{kj}$  el  $j$ -ésimo parámetro autorregresivo de un proceso de orden  $k$ ,  $\phi_{kk}$  es el último parámetro de este proceso. Las ecuaciones de Yule-Walker, para cada período  $m$ , pueden ser re-escritas bajo la forma:

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho^{m-1}(1) & \dots & \rho^{m-k+1}(k-1) \\ \rho^{m-1}(1) & 1 & \dots & \rho^{m-k+2}(k-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho^{m-k+1}(k-1) & \rho^{m-k+2}(k-2) & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_{k1}^m \\ \phi_{k2}^m \\ \dots \\ \phi_{kk}^m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho^m(1) \\ \rho^m(2) \\ \dots \\ \rho^m(k) \end{pmatrix} \quad (6)$$

$\phi_{kk}^m$ , definida en función del índice  $k$ , es llamada de función de autocorrelación parcial para el período  $m$ . El conjunto de funciones  $\phi_{kk}^m$ ,  $m = 1, \dots, s$ , es una otra manera de

representar la estructura de dependencia del proceso estocástico a lo largo del tiempo. En un proceso autorregresivo de orden  $p_m$ , la función de autocorrelación parcial  $\phi_{kk}^m$  será diferente de cero para  $k$  menor o igual que  $p_m$ , y cero para  $k$  mayor que  $p_m$ .

Para  $k = 0$ , (3) resulta:

$$1 = \phi_1^m \rho^{m-1}(1) + \phi_2^m \rho^m(2) + \dots + \phi_{p_m}^m \rho^m(p_m) + E\left(\left(\frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m}\right) a_t\right) \quad (7)$$

Multiplicando (1b) por  $a_t$ , y tomando el valor esperado, obtenemos:

$$E\left(\left(\frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m}\right) a_t\right) = \sigma_a^{2(m)} \quad (8)$$

Sustituyendo (8) en (7):

$$\sigma_a^{2(m)} = 1 - \phi_1^m \rho^m(1) + \phi_2^m \rho^m(2) + \dots + \phi_{p_m}^m \rho^m(p_m) \quad (9)$$

Esta expresión es válida para cualquier período  $m$ .

Box y Jenkins sugirieron una metodología bastante detallada para ajustes de modelos estocásticos de la familia ARIMA a series temporales, que puede ser aplicada para modelos de la familia PAR ( $p$ ). En esta metodología, la estrategia de selección del modelo es dividida en tres etapas.

La primera etapa, denominada por Box y Jenkins de *identificación* del modelo, consiste de escoger, tentativamente, el orden del modelo, basándose en estimaciones de las funciones  $\rho^m(k)$  y  $\phi_{kk}^m$ , obtenidas a partir de la serie de la muestra. En el modelado autorregresivo periódico, eso consiste de escoger el vector  $p$ .

La segunda etapa se refiere a la *estimación* del modelo, o sea, de sus parámetros.

La tercera etapa hace referencia a la *verificación* del modelo, es decir, verificación a través de pruebas estadísticas, si las hipótesis, asumidas durante las etapas anteriores, son atendidas. Si éstas no son verificadas, se debe regresar a la primera etapa, hasta que los resultados sean satisfactorios.

Se destaca que esta estrategia muchas veces puede resultar en más que un modelo capaz de describir el proceso estocástico analizado. Además, modelos que no pertenezcan a la familia analizada pueden ser más apropiados. En estos casos, la selección del modelo más adecuado puede ser hecha sometiendo a pruebas de aplicación similares a las incluidas en la presente especificación.

### A.2.2 Identificación del Orden

La identificación del modelo consiste de determinar los órdenes más apropiados de los operadores autorregresivos de cada período  $p_m$ ,  $m = 1, s$ . Esto puede hacerse obteniendo estimaciones  $\phi_{kk}^m$ ,  $k = 1, \dots, N/4$ , sustituyendo en (6) las autocorrelaciones por los respectivos valores muestrales. Si el orden del operador autorregresivo de un período cualquiera  $m$  es  $p_m$ , entonces  $\phi_{kk}^m$  para  $k > p_m$  tiene distribución aproximadamente Normal con media cero y varianza  $N^{-1}$ . Para cada período  $m$ , se busca el mayor lapso  $i$ , tal que todas las estimaciones  $\phi_{kk}^m$ , para  $k \leq i$ , sean significativas. El orden  $i$  es una buena estimación inicial para  $p_m$ .

### A.2.3 Estimación de los Parámetros

Luego de la etapa de identificación, es necesario obtener estimaciones para los diversos parámetros del modelo. Para modelos autorregresivos, los estimadores de momento son, en lo general, bastante eficientes.

Las medias y desviaciones estandar estacionales son estimadas por:

$$\mu_m = N^{-1} \sum_{i=1}^N z_{(i-1)s+m}, \quad m = 1, 2, \dots, s \quad (10)$$

$$\sigma_m^2 = N^{-1} \sum_{i=1}^N (z_{(i-1)s+m} - \mu_m)^2, \quad m = 1, 2, \dots, s \quad (11)$$

En el caso de series semanales (y eventualmente en las mensuales) se ajusta respectivamente a los valores  $\mu_m$  y  $\sigma_m^2$ ,  $m = 1, 2, \dots$ , los principales armónicos, en el sentido de obtener una representación más concisa (es decir, más parsimoniosa) de estas dos funciones cíclicas.

Los parámetros  $\phi_i^m$ ,  $i = 1, \dots, p_m$ , son estimados sustituyendo en (5)  $\rho^{m-j}(k)$ ,  $j = 0, \dots, p_m - 1$  y  $k = 1, \dots, p_m$ , por sus estimaciones dadas por:

$$\rho^m(j) = \frac{N^{-1} \sum_{i=1}^N (z_{(i-1)s+m} - \mu_m)(z_{(i-1)s+m-j} - \mu_{m-j})}{\sigma_m \sigma_{m-j}} \quad (12)$$

El sistema de ecuaciones resultantes de período  $m$  se describe por:

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho^{m-1}(1) & \dots & \rho^{m-p_{m+1}}(p_m - 1) \\ \rho^{m-1}(1) & 1 & \dots & \rho^{m-p_{m+2}}(p_m - 2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho^{m-p_{m+1}}(p_m - 1) & \rho^{m-p_{m+2}}(p_m - 2) & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_1^m \\ \phi_2^m \\ \dots \\ \phi_{p_m}^m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho^m(1) \\ \rho^m(2) \\ \dots \\ \rho^m(p_m) \end{pmatrix} \quad (13)$$

Se observa que los parámetros del modelo para el  $m$ -ésimo período pueden estimarse de manera independiente de los parámetros de cualquier otro período.

Finalmente, los valores  $\sigma_a^{2(m)}$  pueden obtenerse usando (9).

#### A.2.4 Verificación del Modelo

Estimados los parámetros, es necesario probar la adecuación del modelo, es decir, verificar si las hipótesis asumidas fueron satisfechas.

##### a) Hipótesis de independencia de ruidos

Esta hipótesis puede probarse calculando las autocorrelaciones estacionales de los ruidos por:

$$r_a^{(m)}(k) = \frac{N^{-1} \sum_{i=1}^N (a_{(i-1)s+m} a_{(i-1)s+m-k})}{\sigma_a^{(m)} \sigma_a^{(m-k)}} \quad (14)$$

Si el modelo es adecuado,  $r_a^{(m)}(k)$  tiene aproximadamente distribución Normal con media cero y varianza menor que  $N^{-1}$ . Las estadísticas de Portmanteau,

$$Q_{m,1} = N \sum_{j=1}^L (r_a^{(m)}(j))^2 + L(L+1)/2N \quad (15)$$

son asintóticamente independientes y tienen distribución Chi-cuadrado con  $(L - p_m)$  grados de libertad.

Un valor significativamente alto para  $Q_{m,1}$  indica que el modelado del período  $m$  no está adecuado. En este caso, se debe probar la variación del orden para más o para menos, o retirar algunos términos autorregresivos del modelo, hasta obtenerse ruidos independientes. En este proceso, es siempre útil analizar las funciones de autocorrelación parcial muestrales.

El modelo debe también ser probado en conjunto, usando la estadística agregada:

$$Q_1 = \sum_{m=1}^N Q_{m,1} \quad (16)$$

donde  $Q_1$  tiene distribución Chi-cuadrado con  $\sum_{m=1}^s (L - p_m)$  grados de libertad.

##### b) Hipótesis de normalidad de los ruidos

Esta hipótesis puede ser verificada calculando las asimetrías estacionales:

$$\gamma_a^m = \frac{N^{-1} \sum_{i=1}^N a_{(i-1)s+m}^3}{\sigma_m^3} \quad (17)$$

Como el estimador de la asimetría tiene aproximadamente distribución Normal con media cero y varianza  $6 N^{-1}$ , siempre que  $|\gamma_a^m| > n_\alpha \sqrt{(6 N^{-1})}$  se rechaza la hipótesis que la distribución de los ruidos es Normal, al nivel de significancia  $\alpha$ .

Esta aproximación es razonable para  $N > 150$ . Para muestras menores, algunos autores sugieren comparar  $\gamma$  con un valor tablado  $\gamma_\alpha(N)$  que depende no solo del nivel de significancia como también del tamaño de la muestra  $N$ .

Una tentativa de garantizar la obtención de ruidos normales es usando la transformación Box-Cox.

$$a_t = g(v_t) \Rightarrow \begin{cases} (\lambda(v_t + \psi) + 1)^{1/\lambda} & \text{para } \lambda \neq 0 \\ \exp(v_t + \psi) & \text{para } \lambda = 0 \end{cases} \quad (18)$$

donde  $\lambda$  es el exponente de transformación Box-Cox que, cuando aplicada a  $a_t$ , resulta en variable aleatoria normalmente distribuida, con valor esperado igual a  $\psi$ . Por construcción,  $v_t$  tiene distribución Normal, con valor esperado nulo. El parámetro  $\lambda$  es obtenido por la minimización del valor de la estadística Chi-cuadrado que mide el ajuste de  $(a_t^\lambda - 1)/\lambda$  (o de  $\ln(a_t)$ , caso  $\lambda = 0$ ), a la distribución Normal. El parámetro  $\psi$  se estima por la media muestral de  $(a_t^\lambda - 1)/\lambda$  (o de  $\ln(a_t)$ ).

El modelo pasa a ser descrito por

$$\Phi^m(B) \left( \frac{Z_t - \mu_m}{\sigma_m} \right) = g(v_t) \quad (19)$$

### A.2.5 Prueba Paramétrica de *Outliers*

La obtención de una serie histórica  $\{v_1, v_2, \dots\}$ , permite que se ponga bajo sospecha cualquier dato  $z_t$  que resulte en un valor de  $v_t$  que se ubique fuera del dominio de 99% de la distribución normal.

### A.3 Modelo Multivariado

Sea:

$$V_t = [V_t(1), V_t(2), \dots, V_t(j)] \quad (20)$$

el conjunto de ruidos serialmente independientes, tal que  $V_t(1)$  corresponda al aprovechamiento 1,  $V_t(2)$  al aprovechamiento 2, hasta  $V_t(j)$  al aprovechamiento  $j$ .

El modelado espacial es hecho por:

$$V_t = A W_t \quad (21)$$

donde  $W_t$  es un vector con  $j$  componentes, todos con distribución normal padrón y independientes entre si. Se puede mostrar que la matriz  $A$ , llamada de matriz de carga, debe satisfacer a la ecuación:

$$A A' = \text{Cov}(V_t) = \Sigma \quad (22)$$

donde  $\text{Cov}(V_t)$  es la matriz de covarianza de  $V_t$ , llamada  $\Sigma$ , la cual es estimada a partir de observaciones simultáneas de  $V_t(1), V_t(2), \dots, V_t(j)$ . La manera más simple de resolver la ecuación (22) es asumiendo que  $A$  sea una matriz triangular.



## Anexo B - Ajuste del Modelo Estocástico

Se presenta a continuación una muestra del ajuste del modelo estocástico para una de las estaciones del sistema Argentino. Debido al gran volumen de datos, los documentos completos están en la forma de archivos ASCII y Excel.

### B.1 Muestra de los datos Excel - Hoja Argentina

#### Alicura

Mes	Promedio	D.Estándar	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$
1	252.9	87.1	1.05	-0.28				
2	178.5	67.4	0.94					
3	130.4	58.2	1.17	-0.35				
4	115.0	49.2	1.11	-0.41				
5	192.2	98.4	0.76					
6	308.4	150.5	0.83					
7	357.8	138.1	1.00	-0.28				
8	370.4	127.7	0.68					
9	347.9	96.6	0.96	-0.29				
10	344.9	74.1	0.84					
11	361.0	90.2	1.20	-0.41				
12	331.2	105.1	1.05	-0.20				

### B.2 Muestra de las Salidas de Estimación de Parámetros

#### B.2.1 Caudales Históricos

Codigo da central: 101  
Nome da central: Alicura

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
1943	178.	116.	84.0	69.0	119.	151.	255.	206.	206.	261.	241.	191.	173.1
1944	126.	83.0	50.0	47.0	81.0	337.	552.	484.	442.	505.	627.	575.	325.8
1945	370.	248.	171.	184.	423.	633.	506.	484.	487.	480.	503.	472.	413.4
etc.													
1992	303.	186.	117.	100.0	148.	219.	208.	170.	212.	302.	437.	346.	229.0
1993	235.	141.	155.	219.	311.	500.	649.	455.	366.	343.	353.	346.	339.4

Obs.: (i) -999 indica falla de observacao;  
(ii) valores senalados con ! indican outliers segun la Prova de Grubbs & Beck (90%).

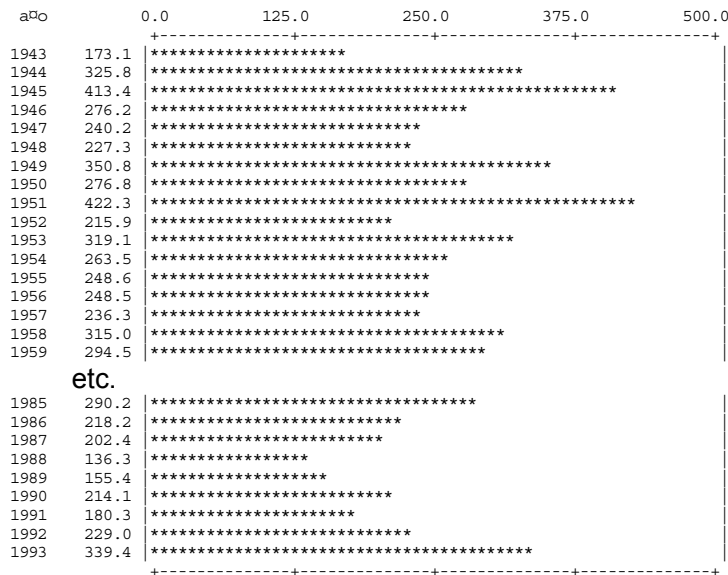
1

pag. 003

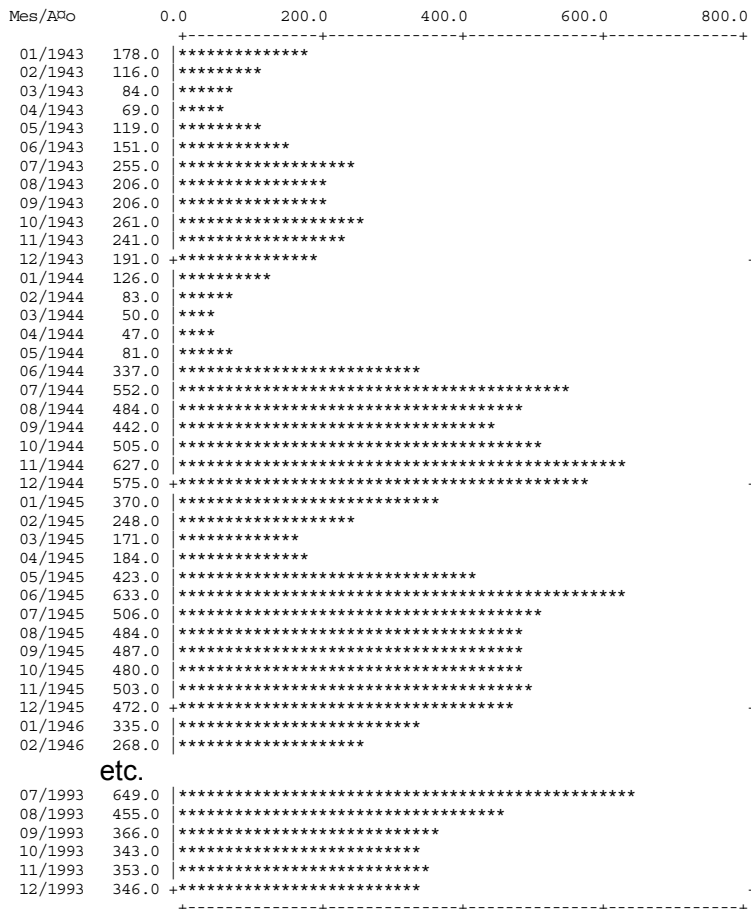
#### B.2.2 Estadísticas

Mes	Promedio (m3/s)	Maximo (m3/s)	Minimo (m3/s)	Desv. Estandar (m3/s)	Coef. de Asimetria	Coef. de Variacao (%)
01	253.	470.	111.	87.1	0.212	34.4
02	179.	324.	69.0	67.4	0.196	37.7
03	130.	349.	50.0	58.2	1.067	44.6
etc.						
11	361.	627.	208.	90.2	0.296	25.0
12	331.	575.	154.	105.	0.283	31.7
Ano	274.	422.	136.	61.8	0.090	22.5

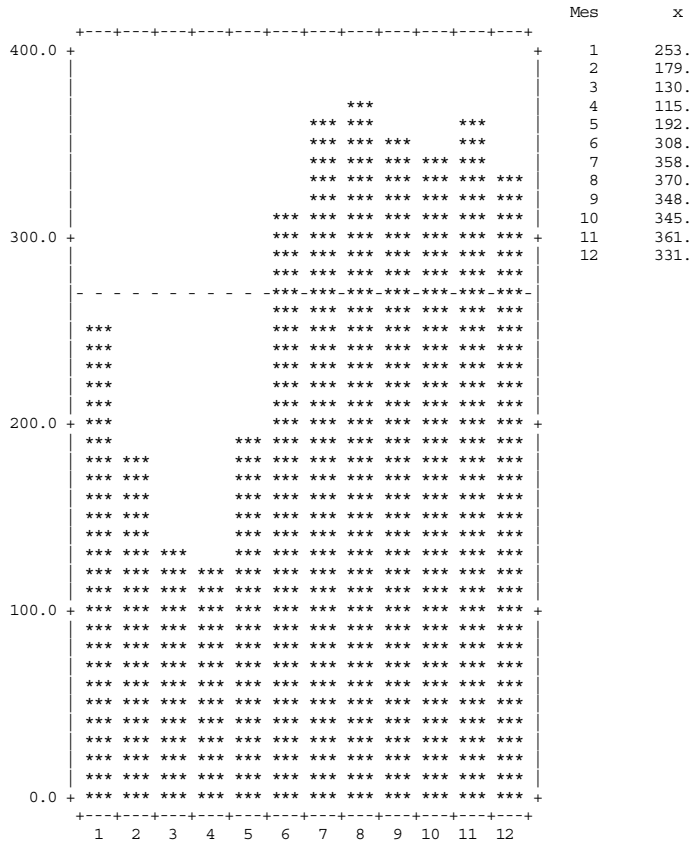
### B.2.3 Gráfico - Caudales Anuales



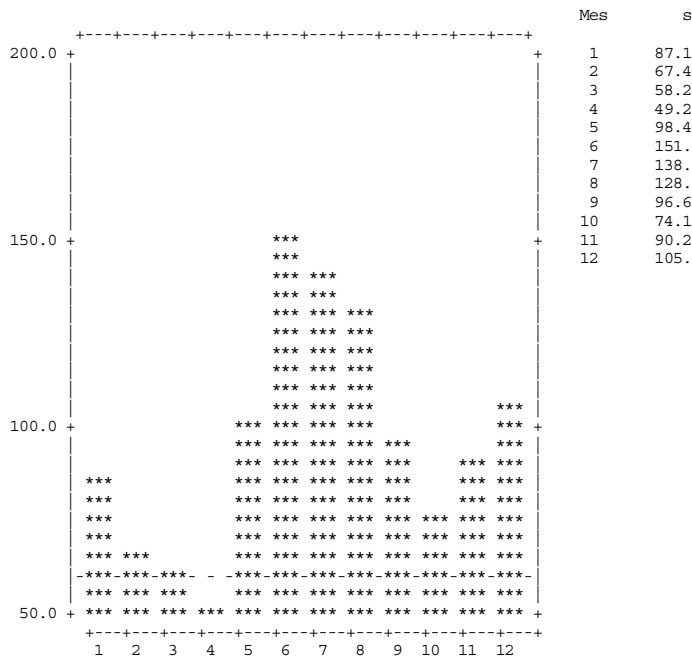
### B.2.4 Gráfico - Caudales Mensuales



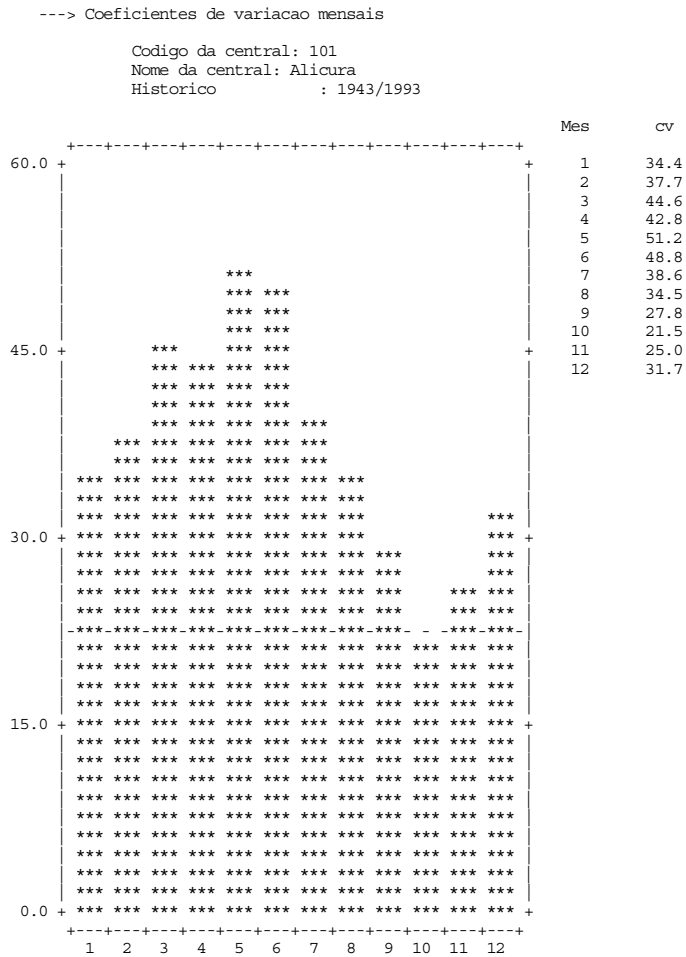
**B.2.5 Gráfico - Caudal Promedio Mensual**



**B.2.6 Gráfico - Desv. Estandar Mensual**



### B.2.6 Gráfico - Coef. Variación Mensual



### B.2.8 Verificación de la Estacionalidad - Mann-Kendall

Prova de Mann-Kendall

Mes	i (>)	t (<)	s = [t - i]	V	status
Jan	559	709	150	1.210	acepta (90 %)
Fev	524	747	223	1.803	acepta (99 %)
Mar	534	737	203	1.641	acepta (99 %)
Abr	593	674	81	0.650	acepta (90 %)
Mai	555	717	162	1.308	acepta (95 %)
Jun	612	661	49	0.390	acepta (90 %)
Jul	596	675	79	0.634	acepta (90 %)
Ago	586	684	98	0.788	acepta (90 %)
Set	571	699	128	1.032	acepta (90 %)
Out	560	708	148	1.194	acepta (90 %)
Nov	588	683	95	0.763	acepta (90 %)
Dez	560	711	151	1.218	acepta (90 %)
APo	558	716	158	1.275	acepta (90 %)

Nivel de significancia (alfa) 0.010 0.050 0.100  
V Critico 2.33 1.64 1.28

### B.2.9 Verificación de la Estacionalidad - Smirnov

Prova de Smirnov

Mes	d	z	status
Ene	0.177	0.632	acepta (90 %)
Feb	0.260	0.928	acepta (90 %)
Mar	0.258	0.923	acepta (90 %)
Abr	0.260	0.928	acepta (90 %)
May	0.225	0.802	acepta (90 %)
Jun	0.149	0.533	acepta (90 %)
Jul	0.178	0.637	acepta (90 %)
Ago	0.160	0.571	acepta (90 %)
Sep	0.177	0.632	acepta (90 %)
Oct	0.254	0.906	acepta (90 %)
Nov	0.168	0.599	acepta (90 %)
Dic	0.189	0.676	acepta (90 %)
Ano	0.165	0.588	acepta (90 %)

Nivel de significancia (alfa)	0.010	0.050	0.100
Z Critico	1.628	1.358	1.224

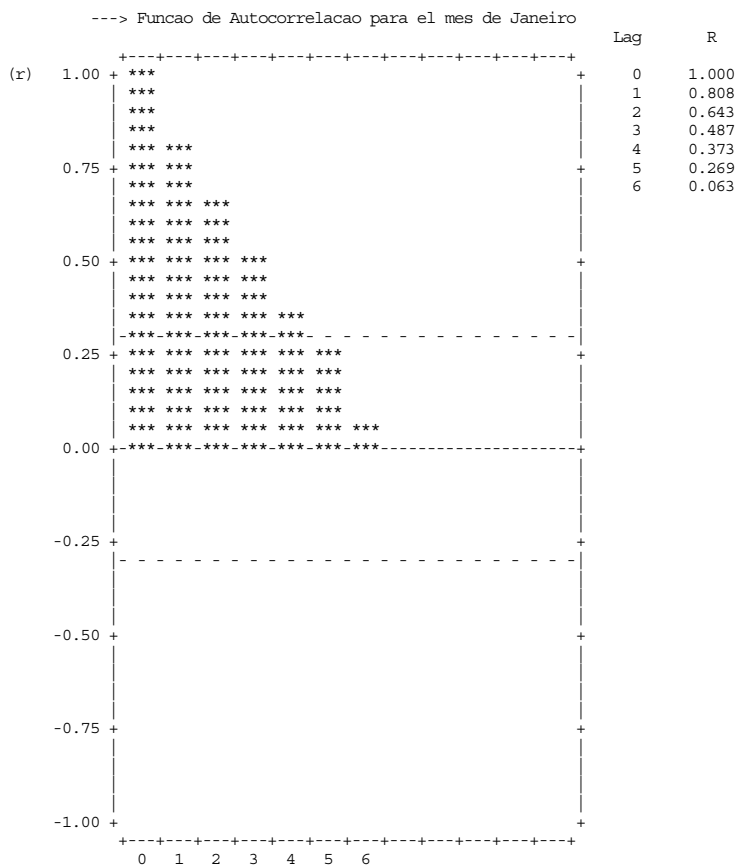
Ano da particao da serie: 1968

### B.2.10 Serie Padronizada

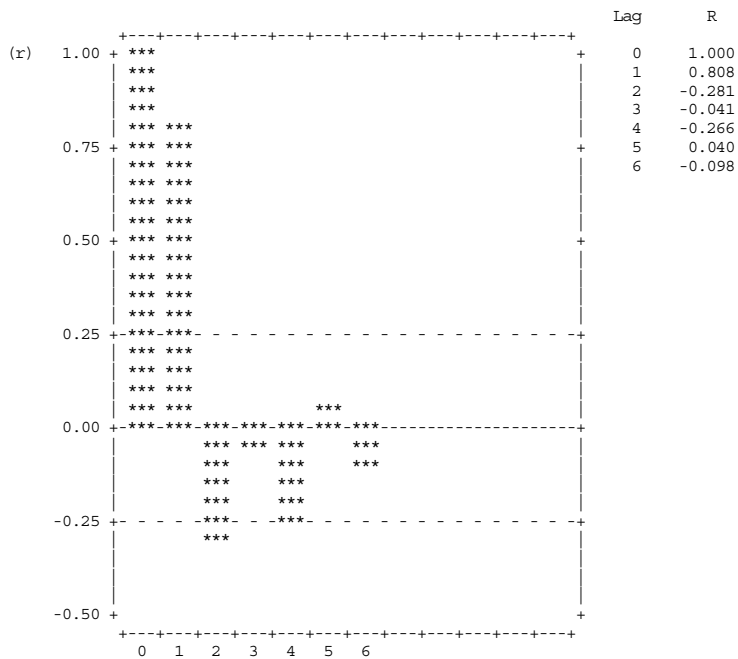
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1943	-0.860	-0.928	-0.798	-0.935	-0.744	-1.045	-0.745	-1.287	-1.469	-1.133	-1.331	-1.333
1944	-1.457	-1.418	-1.382	-1.383	-1.131	0.190	1.406	0.890	0.974	2.160	2.949	2.319
1945	1.344	1.031	0.698	1.401	2.346	2.157	1.073	0.890	1.440	1.823	1.574	1.340
1946	0.942	1.328	1.196	0.365	-0.277	-0.859	-0.889	-0.708	0.260	-0.350	0.488	0.864
1947	0.804	0.898	0.560	-0.387	-0.053	0.257	-0.230	-0.990	-1.334	-1.294	-1.065	-1.010
1948	-0.746	-0.780	-0.815	-0.935	-0.907	-0.580	-0.267	-0.888	-0.537	0.217	0.033	0.074
1949	0.311	0.660	3.757	3.128	2.997	2.960	1.290	-0.316	-1.189	-1.052	-0.932	-1.200
1950	-1.193	-1.255	-0.987	-0.610	0.262	0.496	-0.035	-0.034	0.550	0.244	0.410	1.016
1951	1.723	2.159	1.540	0.690	2.133	2.735	1.957	1.470	1.078	0.919	0.543	0.550
1952	0.299	-0.082	0.801	1.015	0.313	-0.540	-0.759	-1.037	-1.065	-1.294	-1.697	-1.685
1953	-0.860	-0.334	-0.265	-0.509	0.028	0.828	0.508	0.835	1.285	0.770	0.798	1.130
1954	0.977	0.823	0.234	-0.509	-0.734	-1.039	-1.136	0.146	0.157	-0.026	0.299	0.655
1955	0.471	0.571	0.044	-0.387	0.282	-0.587	-0.412	-0.606	-0.858	-0.080	-0.410	-0.477
1956	2.492	1.417	0.818	0.914	0.181	-0.753	-0.839	-0.731	-0.900	-1.227	-1.009	-1.333
1957	-1.503	-1.388	-1.348	-1.626	-0.826	-0.713	-0.187	0.428	0.208	0.055	0.222	0.417
1958	0.448	0.259	-0.024	-0.224	0.801	0.210	2.507	1.368	0.146	-0.242	-0.710	-1.124
1959	-1.182	-0.795	-0.557	1.178	1.177	0.297	-0.115	0.506	0.488	0.757	0.776	-0.078
etc.												
1969	-0.321	-0.364	-0.437	-0.610	0.069	-0.288	0.124	1.885	1.368	1.229	0.964	0.921
1970	0.540	0.304	-0.196	0.040	0.232	-0.235	-0.223	0.436	0.043	-0.255	-0.100	0.074
1971	0.942	1.996	1.643	1.157	0.150	-0.368	0.537	1.854	1.389	1.324	0.964	0.617
1972	1.011	1.135	0.715	-0.041	0.181	0.855	0.986	2.042	1.213	0.500	0.754	0.693
1973	0.437	0.170	-0.179	-0.651	-0.937	0.224	0.117	-0.081	-0.403	-0.282	0.066	-0.268
1974	0.781	1.239	1.059	0.141	-0.236	-0.607	-1.049	-0.520	-0.496	-0.282	-0.521	-0.515
1975	-0.470	-0.171	0.148	0.751	0.242	-0.308	-0.144	-0.520	-0.444	-0.471	0.222	0.502
1976	1.275	1.358	0.818	-0.184	-1.171	-0.142	0.465	-0.402	-0.982	-0.876	-0.898	-0.772
1977	-0.263	-0.483	-0.643	-0.875	-0.134	1.260	0.668	0.358	0.488	1.175	0.909	0.893
1978	0.322	-0.038	-0.420	-1.017	-0.724	-0.487	1.385	1.329	0.446	1.243	1.053	0.151
1979	-0.504	-0.884	-1.004	-1.484	-0.856	-0.633	-1.208	1.133	2.693	1.755	1.286	1.986
1980	1.126	0.972	0.990	1.300	1.390	1.114	0.581	1.830	1.192	0.298	-0.222	-0.354
1981	-0.252	0.170	0.010	0.202	2.529	1.665	0.581	0.060	0.208	-0.404	-0.721	-0.905
1982	-0.872	-0.527	-0.334	-0.448	-0.592	0.376	1.051	0.538	2.558	1.890	0.554	0.341
1983	0.035	-0.023	-0.248	-0.306	-0.632	-0.932	-0.839	-1.092	-1.065	-0.269	0.421	-0.211
1984	-0.619	-0.661	-0.540	-0.529	-0.409	-0.620	-0.506	-0.880	-0.548	0.892	1.918	1.796
1985	1.264	0.868	0.526	1.422	0.943	1.346	1.124	-0.300	-0.951	-1.618	-1.464	-1.391
1986	-1.630	-1.581	-1.073	-0.265	-0.165	-0.095	-0.086	-0.277	-0.434	-0.579	-1.187	-0.744
1987	-1.170	-1.403	-1.193	-0.915	-0.978	-0.707	-0.136	-0.316	-0.568	-0.552	-0.787	-1.162
1988	-1.216	-1.136	-1.176	-1.261	-1.293	-1.424	-1.577	-1.789	-1.914	-2.266	-1.209	-0.877
1989	-0.941	-1.062	-1.038	-1.037	-1.405	-1.304	-1.418	-1.045	-1.127	-1.591	-1.697	-1.115
1990	-0.975	-1.047	-0.987	1.056	0.140	-0.135	-0.520	-0.622	-0.392	-0.768	-1.619	-1.543
1991	-1.607	-1.626	-1.296	-1.362	-0.907	-0.687	-1.063	-1.248	-0.734	-0.903	-0.765	-0.278
1992	0.575	0.111	-0.231	-0.306	-0.449	-0.594	-1.085	-1.569	-1.407	-0.579	0.842	0.141
1993	-0.206	-0.557	0.423	2.112	1.208	1.273	2.109	0.663	0.188	-0.026	-0.089	0.141
promed.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
d. est.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Obs.: -999 indica falla de observacao.

### B.2.11 Función de Autocorrelación



### B.2.12 Función de Autocorrelación Parcial



### B.3 Muestra de las Salidas de Ajuste del Modelo

#### B.3.1 Caudales Mensuales

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
1943	178.	116.	84.0	69.0	119.	151.	255.	206.	206.	261.	241.	191.	173.1
1944	126.	83.0	50.0	47.0	81.0	337.	552.	484.	442.	505.	627.	575.	325.8
1945	370.	248.	171.	184.	423.	633.	506.	484.	487.	480.	503.	472.	413.4
1946	335.	268.	200.	133.	165.	179.	235.	280.	373.	319.	405.	422.	276.2
1947	323.	239.	163.	96.0	187.	347.	326.	244.	219.	249.	265.	225.	240.2
1948	188.	126.	83.0	69.0	103.	221.	321.	257.	296.	361.	364.	339.	227.3
1949	280.	223.	349.	269.	487.	754.	536.	330.	233.	267.	277.	205.	350.8
1950	149.	94.0	73.0	85.0	218.	383.	353.	366.	401.	363.	398.	438.	276.8
1951	403.	324.	220.	149.	402.	720.	628.	558.	452.	413.	410.	389.	422.3
1952	279.	173.	177.	165.	223.	227.	253.	238.	245.	249.	208.	154.	215.9
1953	178.	156.	115.	90.0	195.	433.	428.	477.	472.	402.	433.	450.	319.1
1954	338.	234.	144.	90.0	120.	152.	201.	389.	363.	343.	388.	400.	263.5
etc.													
1992	303.	186.	117.	100.0	148.	219.	208.	170.	212.	302.	437.	346.	229.0
1993	235.	141.	155.	219.	311.	500.	649.	455.	366.	343.	353.	346.	339.4

Obs.: (i) -999 indica falla de observacao;  
(ii) valores senalados con ! indican outliers segun la Prova de Grubbs & Beck (90%).

#### B.3.2 Estadísticas

Mes	Promedio (m3/s)	Maximo (m3/s)	Minimo (m3/s)	Desv. Estandar (m3/s)	Coef. de Asimetria	Coef. de Variacao (%)
01	253.	470.	111.	87.1	0.212	34.4
02	179.	324.	69.0	67.4	0.196	37.7
03	130.	349.	50.0	58.2	1.067	44.6
04	115.	269.	35.0	49.2	0.684	42.8
05	192.	487.	54.0	98.4	1.174	51.2
06	308.	754.	94.0	151.	1.130	48.8
07	358.	704.	140.	138.	0.516	38.6
08	370.	631.	142.	128.	0.398	34.5
09	348.	608.	163.	96.6	0.571	27.8
10	345.	505.	177.	74.1	0.169	21.5
11	361.	627.	208.	90.2	0.296	25.0
12	331.	575.	154.	105.	0.283	31.7
Ano	274.	422.	136.	61.8	0.090	22.5

#### B.3.3 Identificación del Orden para Cada Mes

Ordem	Variância dos Resíduos	Estacionalidade
1	0.3475	aceita
2	0.3292	aceita
3	0.3287	nao aceita
4	0.3158	nao aceita
5	0.3152	nao aceita
6	0.3113	nao aceita

---> Modelo Identificado: Ar(02)

Ordem	Parametro	Variância
01	1.0539	0.0283
02	-0.2806	0.0283

Variância dos resíduos: 0.3292

### B.3.4 Resumen del Ajuste

Mes	Medio (m3/s)	D.Padrao (m3/s)	Ordem p Ar (p)	Parametro	Variancia dos Residuos
Ene	252.9	87.1	2	1.0539 -0.2806	0.3292
Feb	178.5	67.4	1	0.9433	0.1279
Mar	130.4	58.2	2	1.1718 -0.3541	0.2983
Abr	115.0	49.2	2	1.1063 -0.4071	0.3775
May	192.2	98.4	1	0.7622	0.4297
Jun	308.4	150.5	1	0.8251	0.3285
Jul	357.8	138.1	2	1.0019 -0.2836	0.3967
Ago	370.4	127.7	1	0.6775	0.5467
Sep	347.9	96.6	2	0.9637 -0.2855	0.3750
Oct	344.9	74.1	1	0.8443	0.2991
Nov	361.0	90.2	2	1.2034 -0.4070	0.2287
Dic	331.2	105.1	2	1.0484 -0.2009	0.2379

1

### B.3.5 Serie de Residuos

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1943	-999	-0.117	-0.015	-0.431	-0.031	-0.431	0.092	-0.783	-0.441	0.108	-0.566	-0.166
1944	-0.426	-0.043	-0.237	-0.431	-0.077	1.123	0.895	-0.062	0.518	1.338	0.746	-0.338
1945	-0.273	-0.237	-0.035	1.049	1.278	0.221	-0.422	0.163	0.889	0.607	-0.033	0.055
etc.												
1992	0.652	-0.431	-0.157	-0.005	-0.217	-0.223	-0.618	-0.834	-0.204	0.609	0.967	-0.859
1993	-0.118	-0.363	1.002	1.418	-0.403	0.277	1.176	-0.765	0.151	-0.184	0.019	0.229
promed.	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
d. est.	0.566	0.332	0.533	0.604	0.647	0.565	0.620	0.736	0.602	0.536	0.462	0.472
c. asim.	2.948	0.529	4.318	1.187	1.277	0.621	1.864	0.963	1.461	0.549	0.328	1.260

Obs.: -999 indica falla de observacao.

### B.3.5 Serie de Residuos Transformada

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1943	-999	-0.243	0.153	-0.658	0.197	-0.737	0.320	-1.161	-0.683	0.275	-1.234	-0.239
1944	-0.711	0.012	-0.281	-0.667	0.189	1.681	1.362	0.009	0.876	2.243	1.514	-0.674
1945	-0.429	-0.638	0.027	1.573	1.752	0.449	-0.635	0.319	1.396	1.105	-0.027	0.168
1946	0.025	1.211	0.029	-0.639	-0.850	-1.231	-0.011	0.008	1.122	-1.055	1.938	0.626
etc.												
1992	1.134	-1.244	-0.179	0.138	-0.181	-0.263	-1.039	-1.299	-0.228	1.110	1.873	-1.920
1993	-0.112	-1.031	1.634	2.013	-0.566	0.560	1.712	-1.063	0.326	-0.288	0.100	0.535
promed.	0.060	0.028	0.066	0.009	0.042	0.016	0.025	0.012	0.016	0.005	0.004	0.019
d. est.	0.825	0.916	0.763	0.926	0.972	0.977	0.888	0.953	0.921	0.968	0.964	0.927
c. asim.	1.754	0.057	3.130	0.662	0.136	0.168	0.947	0.436	0.885	0.282	0.090	0.402

Obs.: -999 indica falla de observacao.



### B.3.6 Prueba de Independencia de los Residuos - Función de Autocorrelación

Funcao de autocorrelacao dos residuos

Mes	lag					
	1	2	3	4	5	6
1	0.002	-0.011	0.145	-0.077	0.001	0.041
2	0.117	0.036	0.003	-0.211	0.079	0.092
3	-0.061	-0.101	-0.059	-0.161	0.246	0.170
4	0.078	-0.151	-0.026	0.005	0.124	0.004
5	-0.056	-0.076	0.013	-0.143	0.054	0.005
6	0.087	-0.201	0.030	0.118	-0.029	-0.096
7	-0.019	-0.032	0.166	-0.170	-0.012	-0.030
8	0.076	-0.008	0.064	-0.081	-0.317	0.163
9	0.005	-0.179	0.120	0.237	-0.005	-0.084
10	0.132	-0.112	0.119	0.073	0.012	-0.033
11	-0.013	-0.155	0.127	-0.064	0.076	0.011
12	0.154	-0.379	0.184	0.193	-0.171	0.121
(*)	0.042	-0.116	0.076	-0.016	0.008	0.030

Obs.: (\*) - Funcao de autocorrelacao para toda a serie.

### B.3.7 Prueba de Independencia de los Residuos - Prueba de Anderson

i) Prova de Anderson (serie unica)

Lag	R critico (95 %)	R	Status
1	-0.081 : 0.078	0.042	aceita
2	-0.081 : 0.078	-0.116	nao aceita
3	-0.081 : 0.078	0.076	aceita
4	-0.081 : 0.078	-0.016	aceita
5	-0.081 : 0.078	0.008	aceita
6	-0.081 : 0.078	0.030	aceita

### B.3.8 Prueba de Independencia de los Residuos - Prueba de Porte-Manteau

ii) Prova de Porte-Manteau (serie unica)

Lag	Q critico (95 %)	Q	Status
1	3.841	1.091	aceita (90 %)
2	5.991	9.260	nao aceita
3	7.815	12.791	nao aceita
4	9.488	12.941	aceita (99 %)
5	11.070	12.982	aceita (99 %)
6	12.592	13.523	aceita (99 %)

iii) Prova de Porte-Manteau modificado (serie periodica)

Lag	Q critico (95 %)	Q	Status
1	3.841	4.077	aceita (99 %)
2	5.991	14.695	nao aceita
3	7.815	6.826	aceita (95 %)
4	9.488	12.440	aceita (99 %)
5	11.070	11.085	aceita (99 %)
6	12.592	4.925	aceita (90 %)

### B.3.9 Prova de Normalidade de los Residuos

i) Prova de Correlacao de Filliben

Mes	R	Status
1	0.919	nao aceita
2	0.973	aceita (99 %)
3	0.833	nao aceita
4	0.978	aceita (99 %)
5	0.995	aceita (90 %)
6	0.988	aceita (90 %)
7	0.973	aceita (99 %)
8	0.988	aceita (90 %)
9	0.965	nao aceita
10	0.991	aceita (90 %)
11	0.994	aceita (90 %)
12	0.973	aceita (99 %)

ii) Prova de Correlacao de Filliben para toda a serie

Media: 0.025

Desvio padrao: 0.911

Coef. de assimetria: 0.578

Correlacao: 0.990

Normalidade dos residuos aceita (90 %) .