

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN

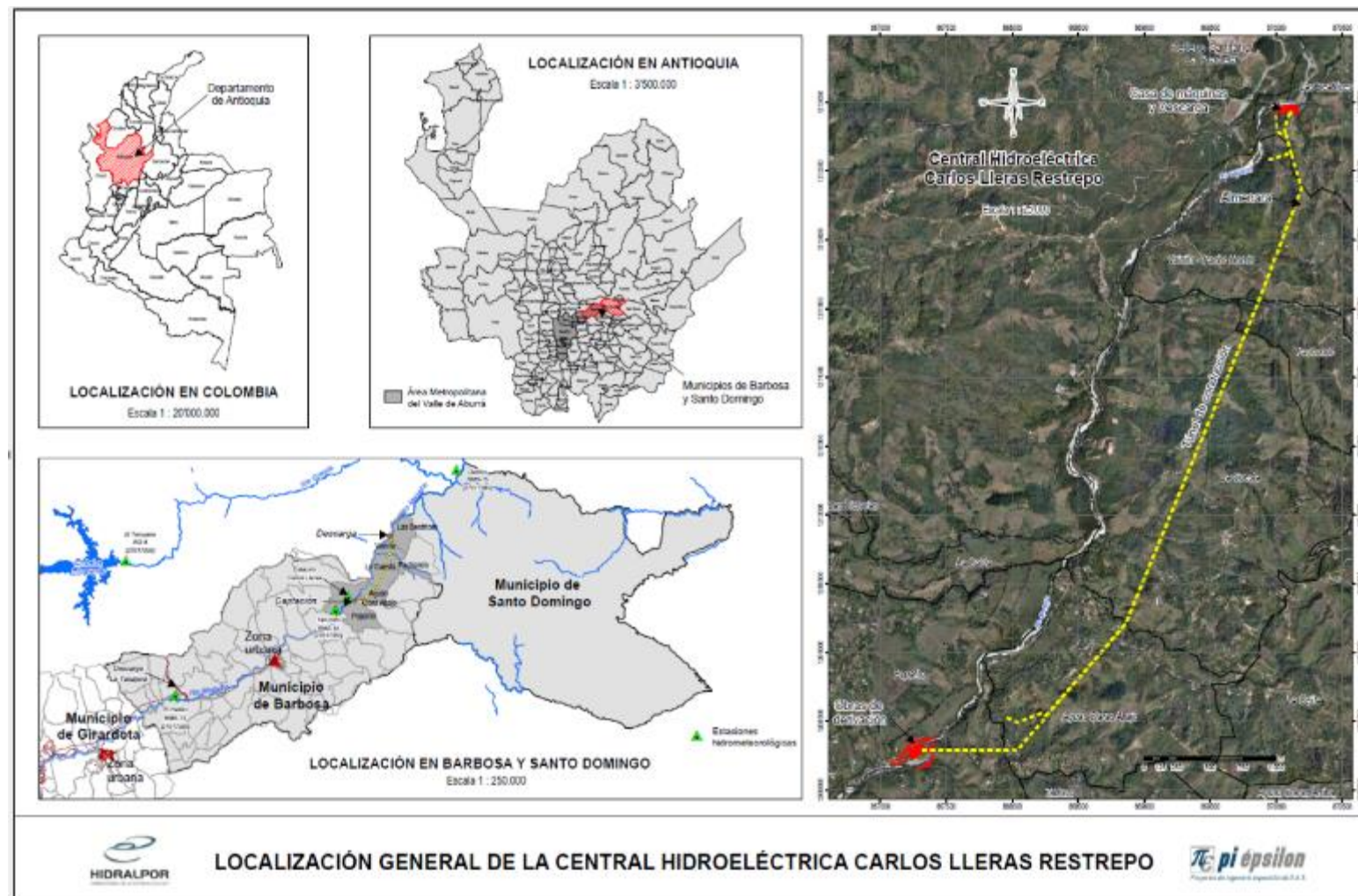
CENTRAL HIDROELÉCTRICA CARLOS LLERAS RESTREPO SERIE DE CAUDALES



DICIEMBRE 28 DE 2015
BOGOTÁ D.C.

LOCALIZACIÓN

El proyecto se localiza en la parte media de la Cordillera Central, en jurisdicción de los municipios de Barbosa y Santo Domingo (Antioquia).

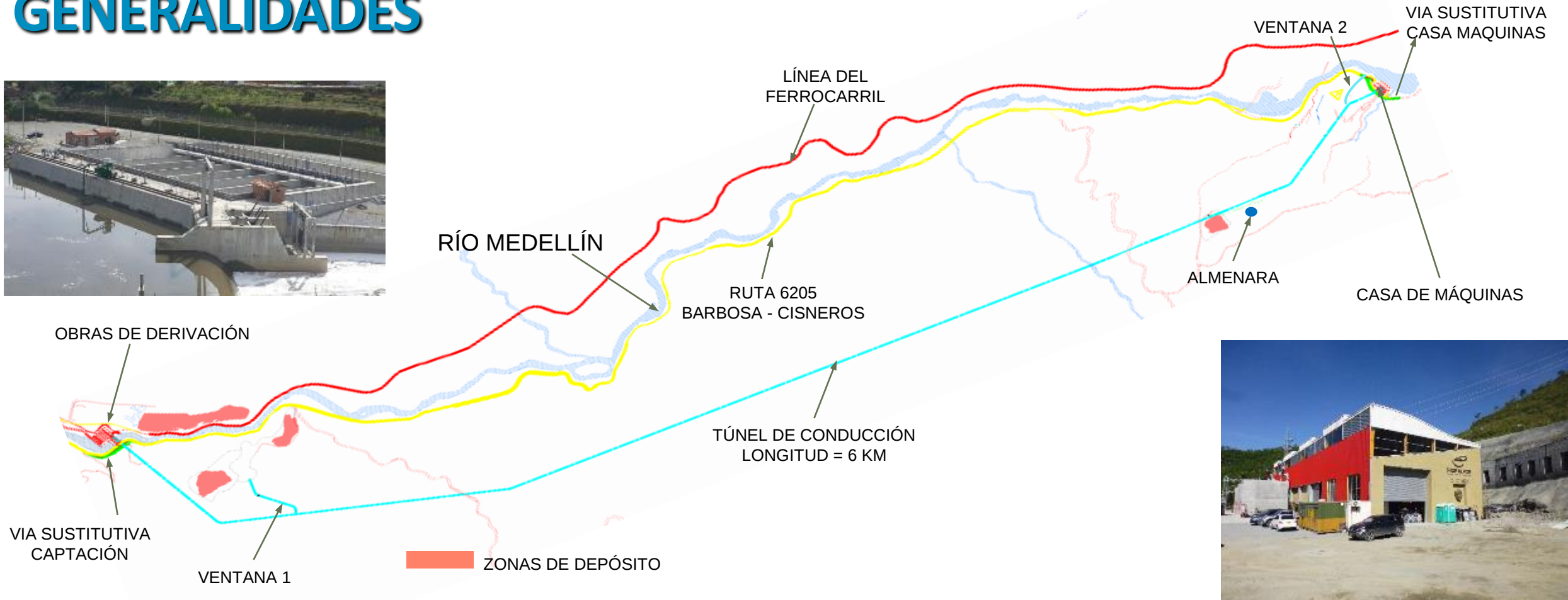


GENERALIDADES

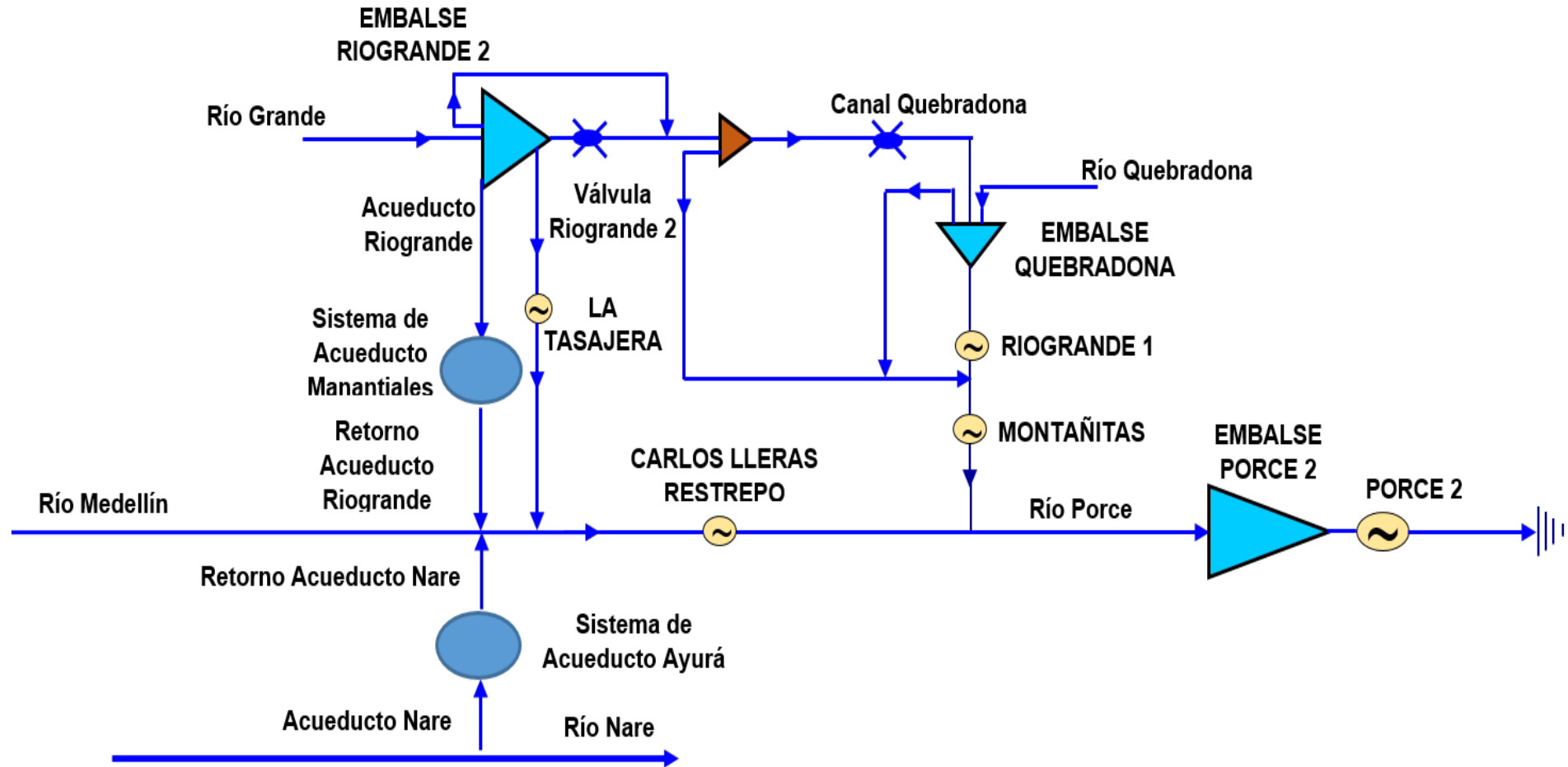
Parámetro	Valor
Caudal de diseño	75 m ³ /s
Salto bruto	130,65 m
Salto neto	120,28 m
Nivel normal del tanque de carga	1221,90 msnm
Nivel normal de la descarga	1091,25 msnm
Potencia instalada	78, 2 MW



GENERALIDADES

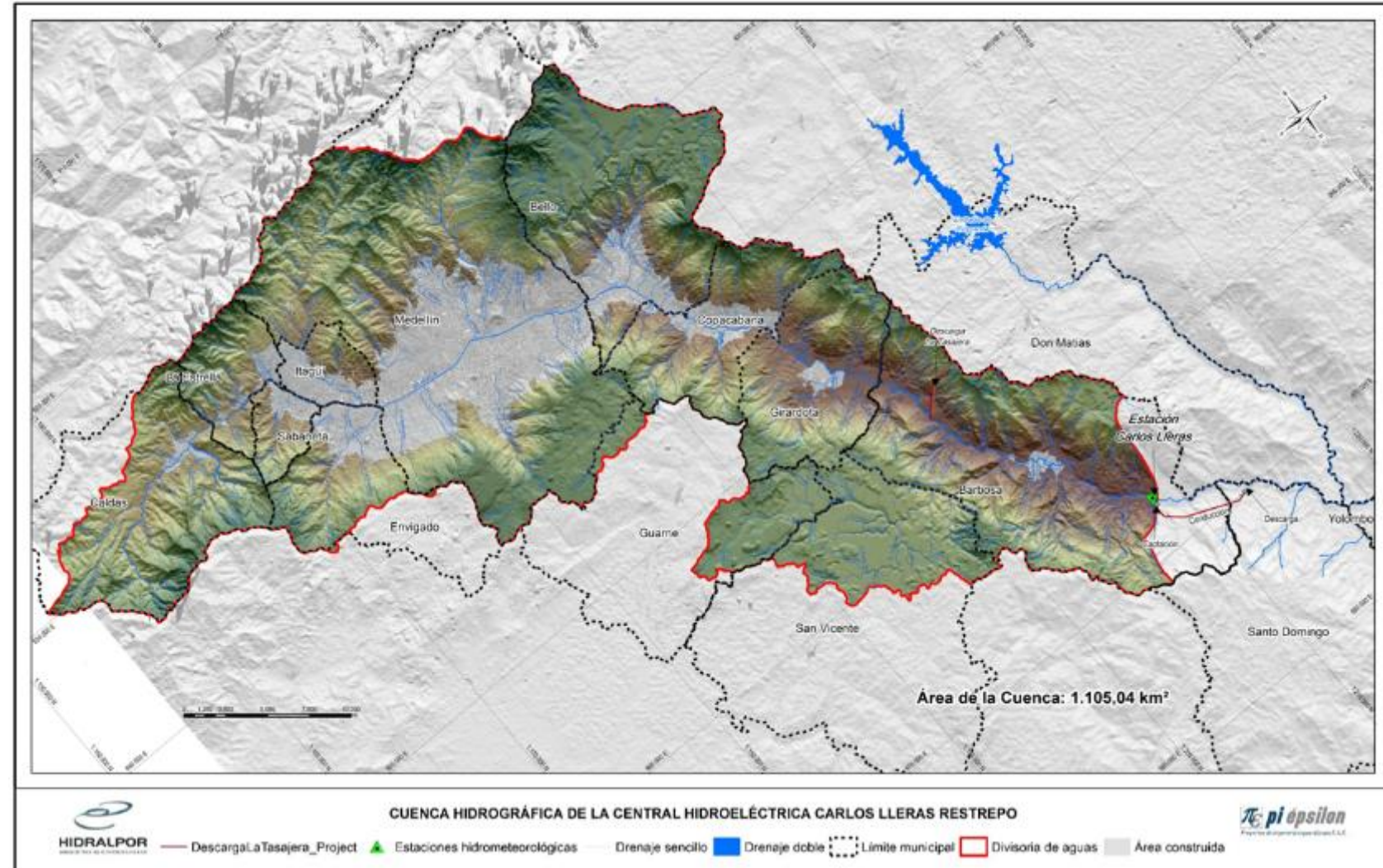


TOPOLOGÍA



CUENCA HIDROGRÁFICA

- Área: 1,105 km²
- Temperatura: 20° a 24°C.
- Geología: Rocas metamórficas e ígneas.
- Coberturas vegetales: predominan pastos; bosques en partes altas y cultivos hacia el norte.

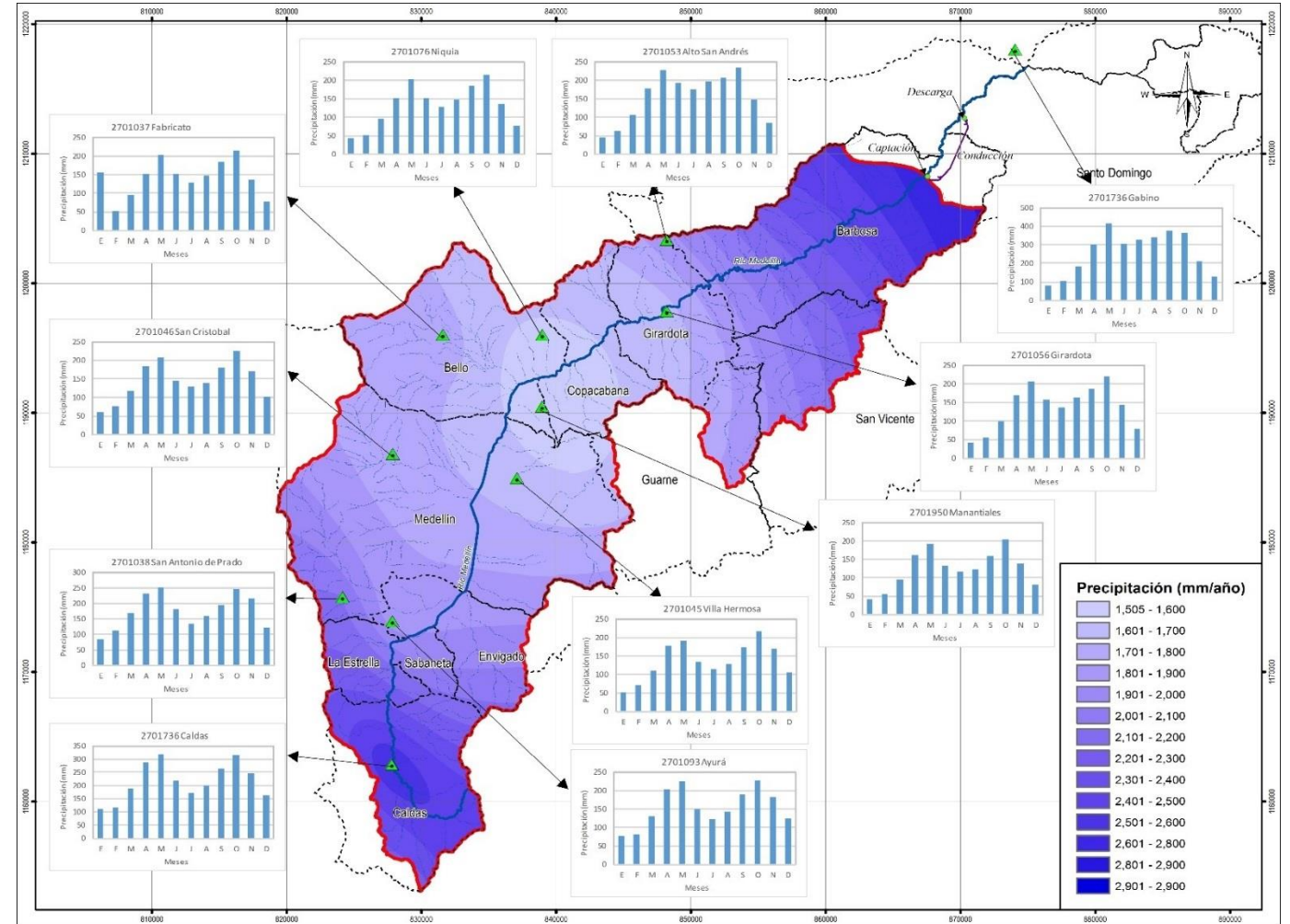


Fuente: POMCA, 2007

PRECIPITACIÓN

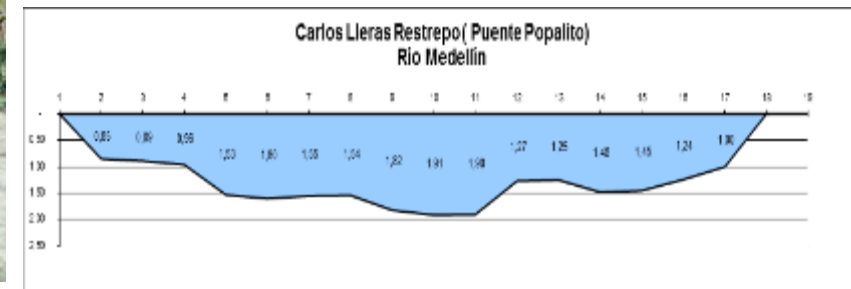
- Precipitación media multianual: 1929 mm.
- Variación espacial: entre 2900 mm (norte) y 1500 mm (centro - occidente).
- Períodos de invierno: abril-mayo, septiembre-noviembre.
- Periodos de verano: diciembre- marzo, junio-agosto.

Fuentes:
Revista Hidrometeorológica. EPM. 2005.
POMCA, 2007
Series de precipitación. EPM. 2015



CARACTERÍSTICAS ESTACIÓN LIMNIGRÁFICA CARLOS LLERAS

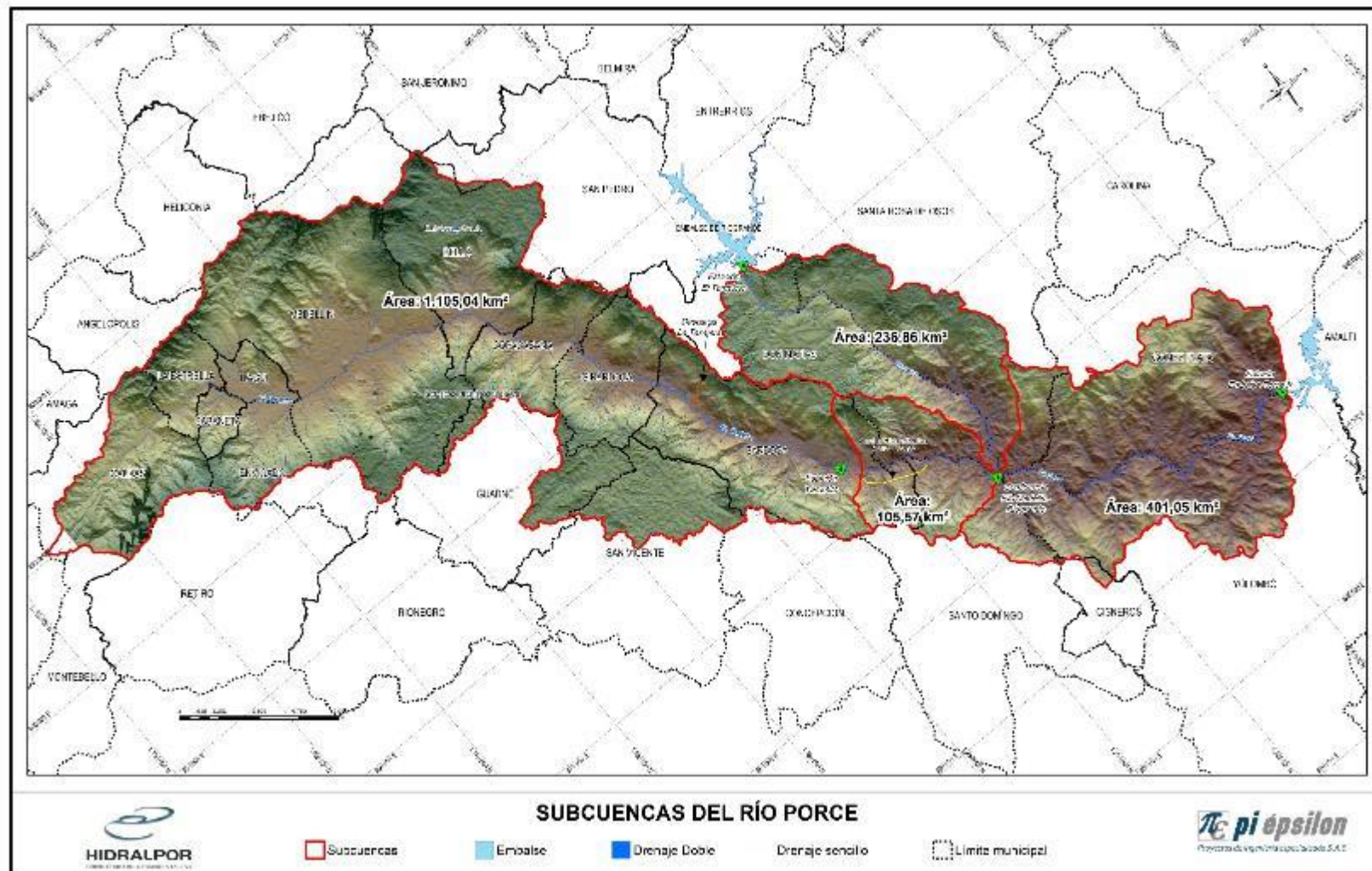
Código	NA
Nombre	Carlos Lleras Restrepo
Tipo	Automática
Clase	Hidrométrica
Categoría	Limnigráfica
Propietario	HIDRALPOR
Fecha instalación	15/06/2012



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

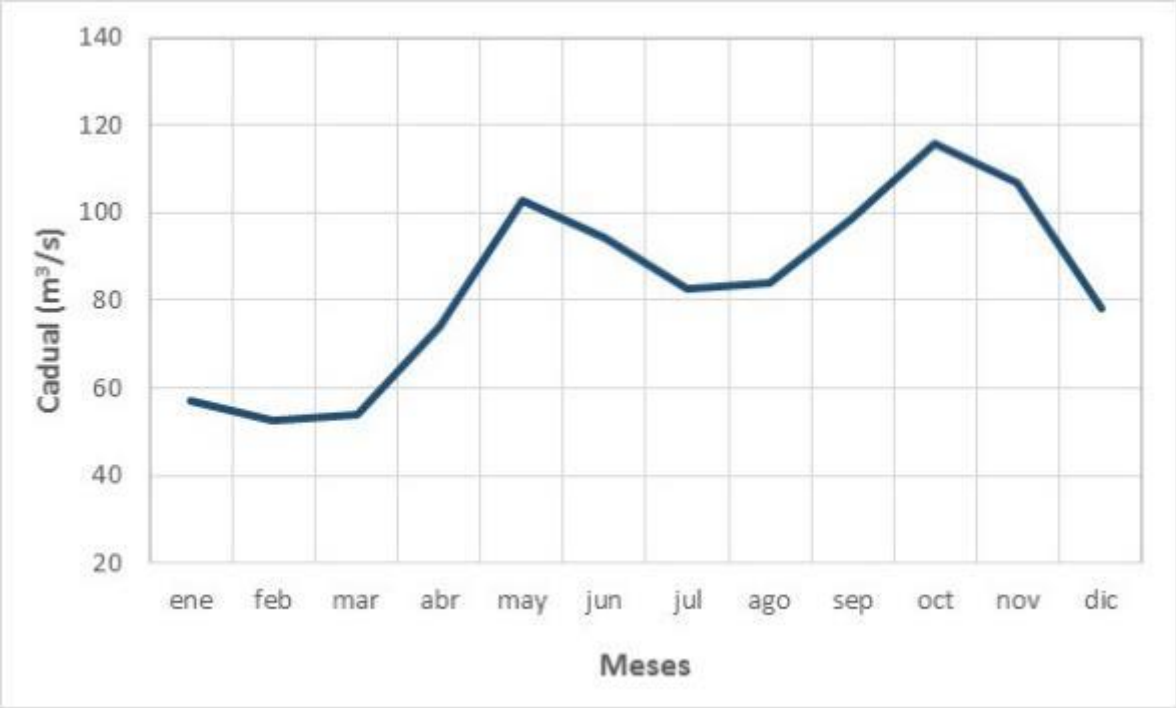
Relación de áreas

	Subcuenca	Área (km ²)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1105,04
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	105,57
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Río grande II hasta la confluencia con el río Medellín	236,86
4	Río Porce, desde la confluencia de los río Medellín y Grande hasta la cola del embalse de Porce II	401,05
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Río grande II)	1848,52



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Serie de caudales naturales Central Hidroeléctrica Porce II



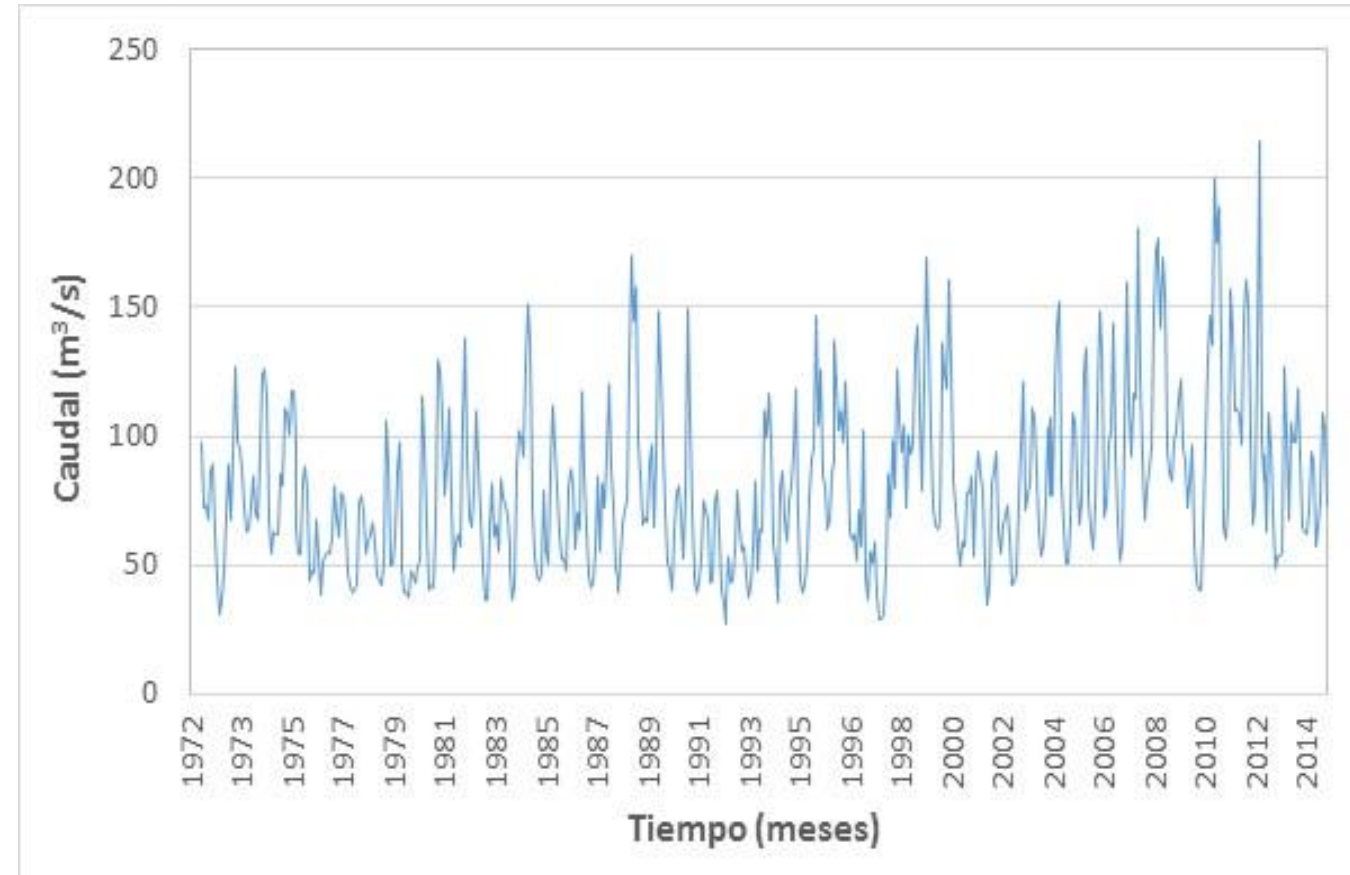
Caudales mensuales promedios multianuales
(1972-2014)

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1972						97,5	72,3	73,1	67,8	86,1	88,9	62,0	
1973	43,9	31,3	36,7	47,7	70,5	89,0	67,5	94,1	126,7	98,0	96,2	86,2	74,0
1974	71,9	62,5	63,4	73,4	84,8	70,2	67,4	92,9	124,3	125,9	114,0	68,0	84,9
1975	54,1	62,7	62,3	61,8	85,3	81,0	111,1	109,4	100,8	117,0	117,8	98,0	88,4
1976	63,8	54,5	54,2	82,7	88,3	78,3	44,1	47,5	46,7	67,6	53,7	38,5	60,0
1977	52,0	53,9	55,0	53,9	60,6	81,2	68,5	61,4	78,4	76,9	67,1	47,3	63,0
1978	42,2	39,2	40,6	42,9	74,4	76,6	70,8	54,8	59,0	61,9	66,5	58,3	57,3
1979	45,7	44,1	42,6	51,8	106,2	89,0	50,1	51,0	60,6	86,2	97,4	62,4	65,6
1980	48,6	39,0	39,1	37,5	47,5	46,3	43,5	49,7	51,5	115,9	96,2	65,5	56,7
1981	40,1	42,3	41,6	66,4	129,2	125,4	105,9	76,5	89,8	111,0	74,5	48,0	79,2
1982	59,1	61,7	56,9	106,6	138,2	91,5	68,8	65,2	80,0	109,9	88,6	69,9	83,0
1983	48,8	36,6	36,9	65,1	82,1	60,7	66,0	55,4	83,9	76,1	73,6	69,3	62,9
1984	55,9	48,4	36,3	42,1	87,0	102,3	99,3	92,1	128,5	151,3	135,3	71,7	87,5
1985	53,6	45,6	44,1	46,9	78,8	55,3	50,7	86,0	111,6	95,5	78,6	62,1	67,4
1986	52,4	52,8	47,4	79,6	87,5	82,1	56,5	70,6	63,9	117,9	85,9	63,4	71,7
1987	46,4	41,3	42,8	57,3	84,7	55,5	81,3	72,6	92,7	120,6	87,0	72,7	71,2
1988	47,8	46,1	38,9	51,5	65,3	71,6	74,7	128,0	170,7	144,6	158,2	97,9	91,3
1989	83,5	65,4	68,9	66,3	89,1	96,3	65,0	94,9	148,5	125,2	96,4	70,8	89,2
1990	50,3	47,4	40,7	62,6	78,0	81,1	68,6	52,9	79,6	149,4	104,9	70,7	73,8
1991	45,1	39,8	43,9	52,5	74,8	71,2	67,5	43,4	43,6	73,8	79,2	61,6	58,0
1992	39,8	36,0	27,2	35,9	53,0	42,9	43,7	56,6	78,7	64,6	55,5	56,9	49,2
1993	46,1	37,3	41,8	56,5	82,4	47,7	63,7	63,3	110,2	99,9	116,4	97,3	71,9
1994	57,8	51,7	35,6	80,1	86,3	67,1	58,8	75,4	80,3	93,7	118,1	67,9	72,7
1995	44,1	38,9	42,7	52,5	77,1	91,5	95,6	146,7	103,8	125,7	84,4	80,5	82,0
1996	63,9	67,2	85,8	91,3	137,3	120,6	102,0	110,2	97,2	121,0	93,5	62,8	96,1
1997	60,0	62,1	52,0	71,6	57,0	102,2	45,3	36,9	55,3	50,8	59,5	38,7	57,6
1998	28,7	29,0	31,3	48,9	85,4	68,1	98,5	80,0	126,1	105,7	94,2	103,9	75,0
1999	72,6	100,2	92,9	97,1	132,4	143,1	108,6	78,7	122,6	169,1	137,1	99,3	112,8
2000	72,6	65,9	63,5	66,7	124,5	136,4	123,6	118,2	161,1	125,3	82,5	72,0	101,0
2001	59,3	49,5	59,1	57,0	77,6	78,1	84,7	53,3	82,9	93,5	85,9	78,8	71,6
2002	49,4	34,4	42,4	81,9	86,1	94,0	62,9	54,0	65,2	68,1	72,9	60,4	64,3
2003	42,2	43,2	46,5	75,4	96,4	121,3	71,2	76,5	81,7	111,1	107,0	84,1	79,7
2004	63,1	53,9	58,5	75,1	103,8	77,3	107,1	76,5	117,8	142,7	152,1	81,5	92,4
2005	64,8	50,4	50,2	69,0	109,0	104,8	82,6	65,6	76,4	124,9	134,7	75,9	84,0
2006	64,2	56,6	73,9	113,1	148,7	131,4	68,1	74,3	97,8	101,2	143,6	92,3	97,1
2007	66,5	51,5	58,4	101,0	159,9	111,9	91,9	116,3	114,7	180,5	122,4	90,7	105,5
2008	67,5	80,0	86,9	96,2	148,8	171,7	176,7	165,9	142,0	168,8	154,5	94,6	129,5
2009	85,0	82,7	97,8	102,5	114,0	122,2	95,6	90,5	72,3	82,8	96,9	58,4	91,7
2010	43,9	40,1	40,1	66,7	97,2	130,8	146,7	135,6	200,5	174,8	189,3	129,7	116,3
2011	64,5	59,8	74,7	156,9	140,8	110,1	110,7	108,4	96,7	145,9	160,4	151,3	115,0
2012	97,6	65,3	74,8	134,2	214,3	97,7	82,2	93,2	62,8	108,7	95,7	68,2	99,6
2013	48,8	53,2	53,8	54,7	126,6	99,5	67,6	105,1	97,4	97,5	118,5	91,0	84,5
2014	64,3	62,8	61,7	71,3	94,0	90,4	57,5	64,3	75,9	108,7	102,3	73,4	77,2
Media	56,5	52,1	53,4	71,5	99,2	92,2	80,1	81,8	96,0	111,1	103,2	75,7	81,2
Min	28,7	29,0	27,2	35,9	47,5	42,9	43,5	36,9	43,6	50,8	53,7	38,5	49,2
Max	97,6	100,2	97,8	156,9	214,3	171,7	176,7	165,9	200,5	180,5	189,3	151,3	129,5

SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Serie de caudales naturales Central Hidroeléctrica Porce II

- La serie se encuentra a nivel mensual. No tiene períodos sin información.
- La serie de caudales mensuales de la Central Porce II (1972-2014) tiene una longitud mayor a 40 años.
- La serie corresponde a las afluencias naturales; ya están excluidos los trasvases.
- La serie hidrológica de la Central Porce II es estimada con registros históricos de estaciones de EPM.
- Información aprobada por el Subcomité Hidrológico. Disponible en base de datos XM.



Serie de caudales naturales Central Hidroeléctrica Porce II.
(1972-2014)

(Fuente XM,2015)

COMENTARIOS DEL SUBCOMITÉ HIDROLÓGICO

Recibidos el 21 de diciembre de 2015, 5:00 pm

COMENTARIOS A LA SERIE DE CARLOS LLERAS

- 1 • Los caudales oficiales reportados por EPM para Porce II se dan en el sitio de presa, y la metodología de cálculo de Hidralpor solo se realiza hasta la cola del embalse. La diferencia entre ambos puntos es de aproximadamente 182.7 km².
- 2 • Los caudales oficiales reportados por EPM para Porce II descuentan el aporte de Riogrande I (Mocorongo), que equivale a un área aproximada de 15.1 km².
- 3 • Suponer el mismo rendimiento de la cuenca, entre los puntos de la Central Carlos Lleras y Porce II, sería suponer un mismo régimen de precipitación y de usos del suelo en ambas cuencas. Los registros de EPM muestran que en la cuenca de Porce II existe una importante variabilidad de la precipitación (tal como es presentado en el informe de Hidralpor).
- 4 • Las diferencias en las áreas consideradas, así como los rendimientos supuestos en la cuenca, llevan a una sobreestimación de los caudales en Carlos Lleras. La comparación que realiza EPM con su información vs la información aportada por Carlos Lleras, indican una sobreestimación del caudal medio mensual multianual del orden del 20% y un valor de la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) de 16.4 m³/s.

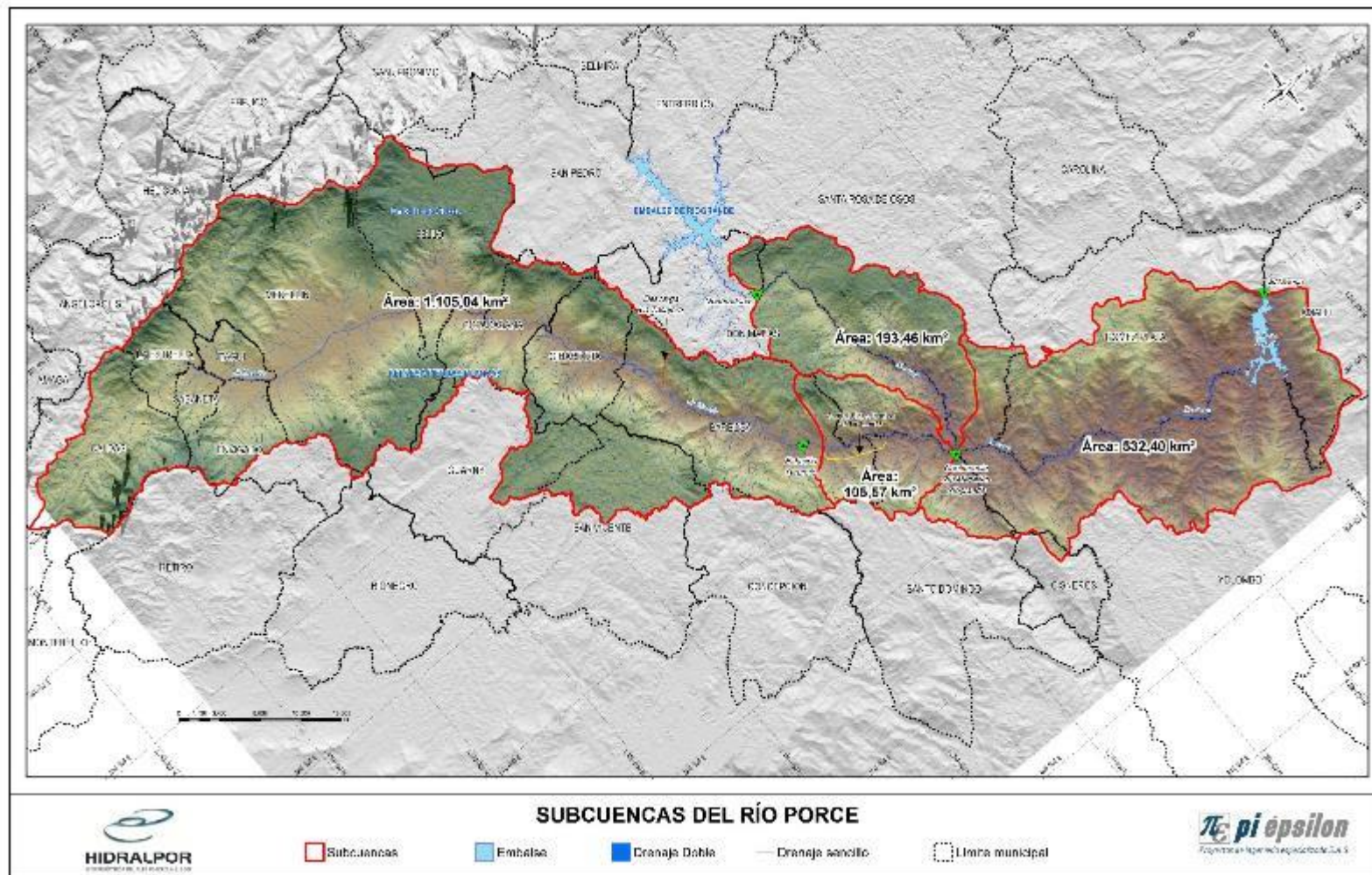
SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Comentarios Subcomité hidrológico

1. "Los cálculos oficiales reportados por EPM para Porce II se dan en el sitio de presa..."
2. " Los cálculos oficiales reportados por EPM para Porce II descuentan el aporte de Riogrande I..."

Relación de áreas

	Subcuenca	Área (km ²)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1105,04
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	105,57
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Riogrande II hasta la confluencia con el río Medellín	193,46
4	Río Porce, desde la confluencia de los río Medellín y Grande hasta la cola del embalse de Porce II	532,4
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Riogrande II)	1936,47



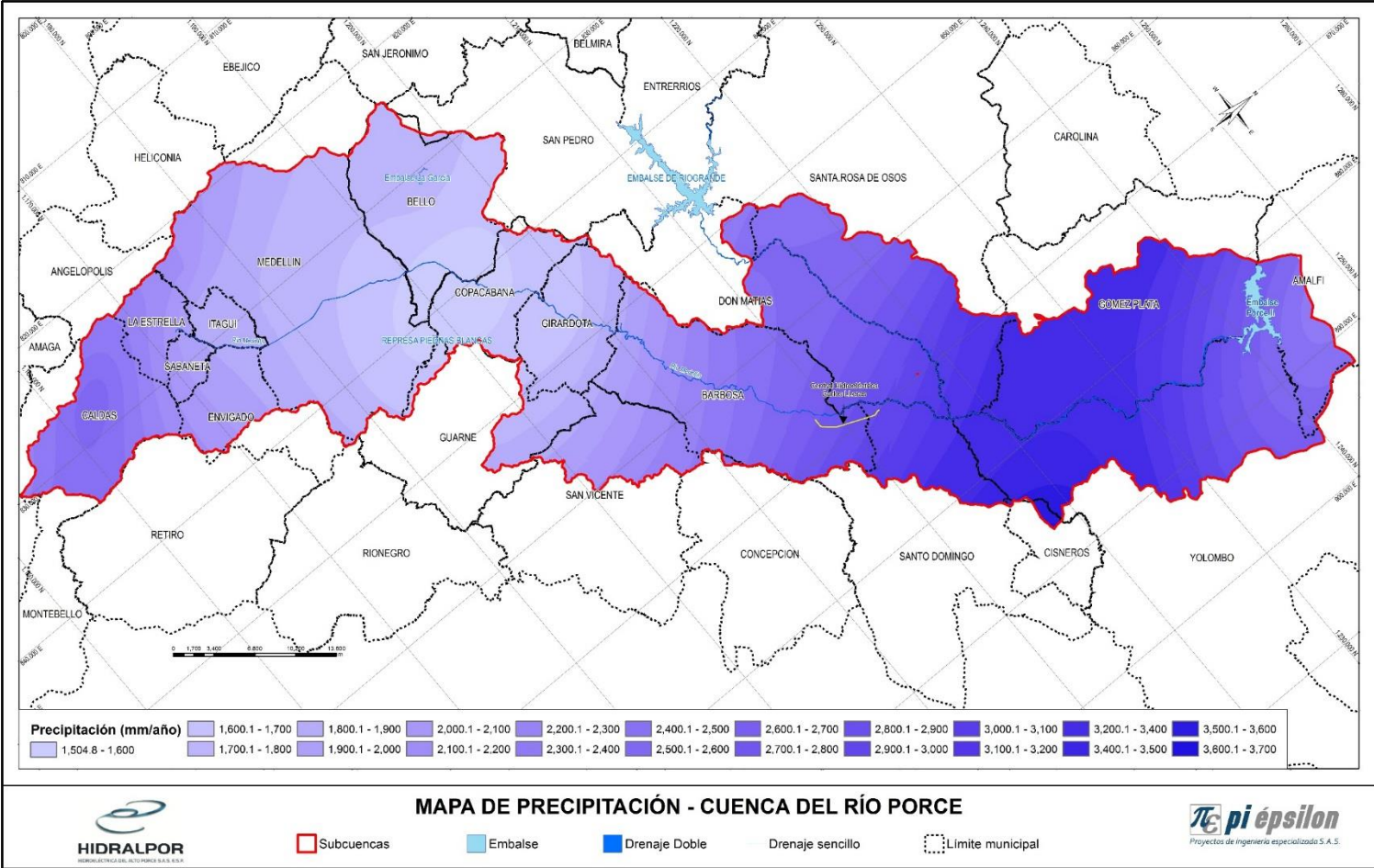
SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES



Comentarios Subcomité hidrológico
3. “Suponer el mismo rendimiento de la cuenca, entre los puntos de la Central Carlos Lleras y Porce II, sería suponer el mismo régimen de precipitación y de usos del suelo en ambas cuencas...”

Precipitación

	Subcuenca	Precipitación (mm)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1.929,4
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	2.855,0
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Ríogrande II hasta la confluencia con el río Medellín	2.663,5
4	Río Porce, desde la confluencia de los río Medellín y Grande hasta la cola del embalse de Porce II	3.057,2
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Ríogrande II)	2.361,2

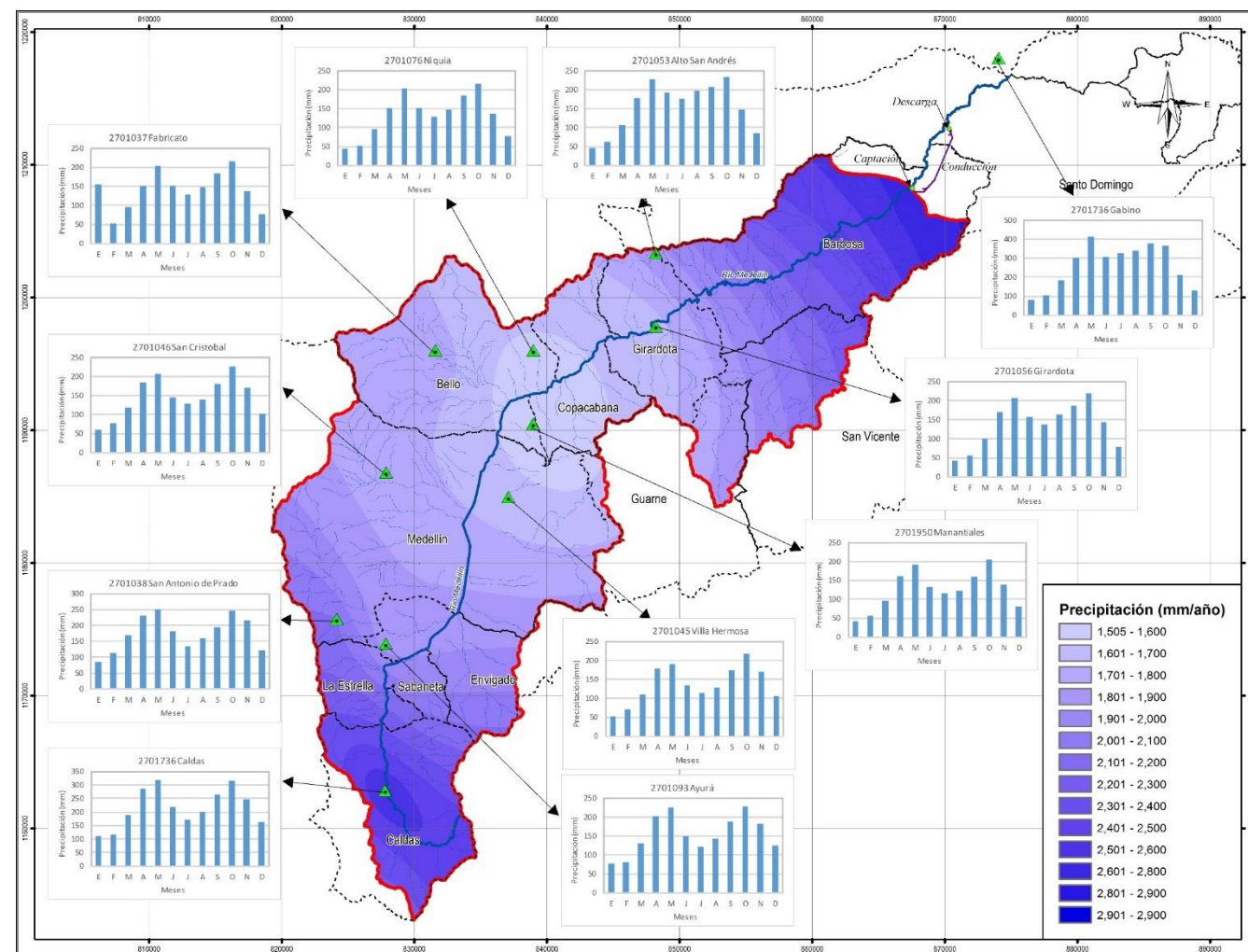


SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Información de precipitación suministrada por EPM
 Fecha de solicitud: Diciembre 11 de 2015
 Fecha de entrega de la información: Diciembre 17 de 2015

Estaciones de Precipitación

Código	Nombre	Solicitada por Hidralpor	Suministrada por EPM
2701517	Medellín		X
2701950	Manantiales	X	X
2701736	Gabino	X	X
2701056	Girardota	X	X
2701045	Villa Hermosa	X	X
2701093	Ayurá	X	X
2701036	Caldas	X	X
2701038	San Antonio de Prado	X	X
2701046	San Cristobal	X	X
2701053	Alto San Andrés	X	X
2701076	Niquía	X	X
2701037	Fabricato	X	X
2701047	Miguel de Aguinaga	X	
2701513	Vega La Mejía	X	
2310009	Ceiba La Floresta	X	
2701095	Presa Rio Grande 2	X	



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Metodología de transposición de caudales

$$Q_{CL} = Q_{P2} \left(\frac{A_{CL} * P_{CL}}{A_{P2} * P_{P2}} \right)$$

$$FT = \left(\frac{A_{CL} * P_{CL}}{A_{P2} * P_{P2}} \right) = \left(\frac{1105,04 * 1929,4}{1936,5 * 2361,2} \right) = 0,47$$

Q_{CL} : Caudal natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

Q_{P2} : Caudal natural de la central Hidroeléctrica Porce II.

A_{CL} : Área de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

A_{P2} : Área de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Porce II.

P_{CL} : Precipitación media de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras

P_{P2} : Precipitación media de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Porce II.

SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

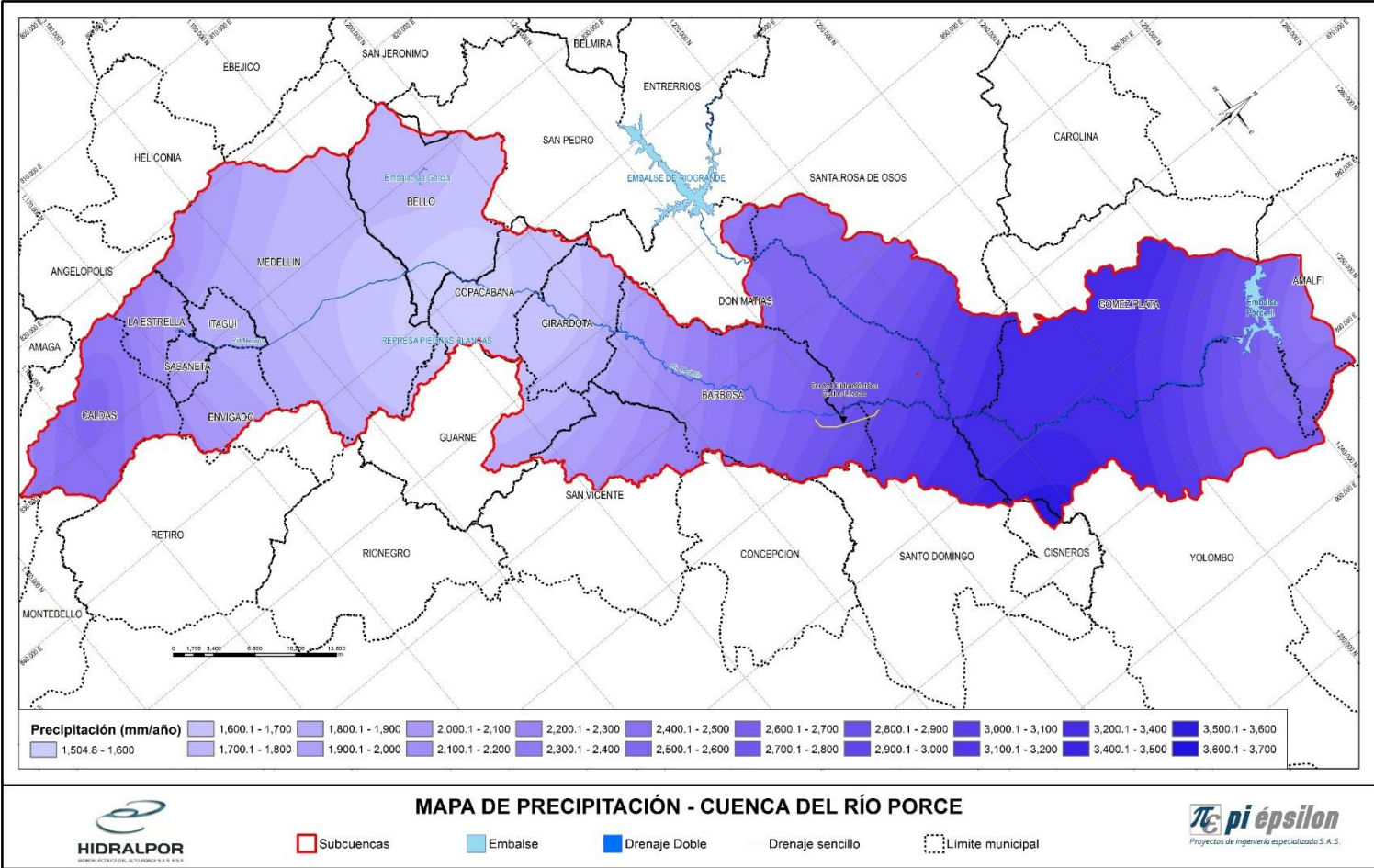


Comentarios Subcomité hidrológico

3. “Suponer el mismo rendimiento de la cuenca, entre los puntos de la Central Carlos Lleras y Porce II, sería suponer el mismo régimen de precipitación y de usos del suelo en ambas cuencas...”

Precipitación

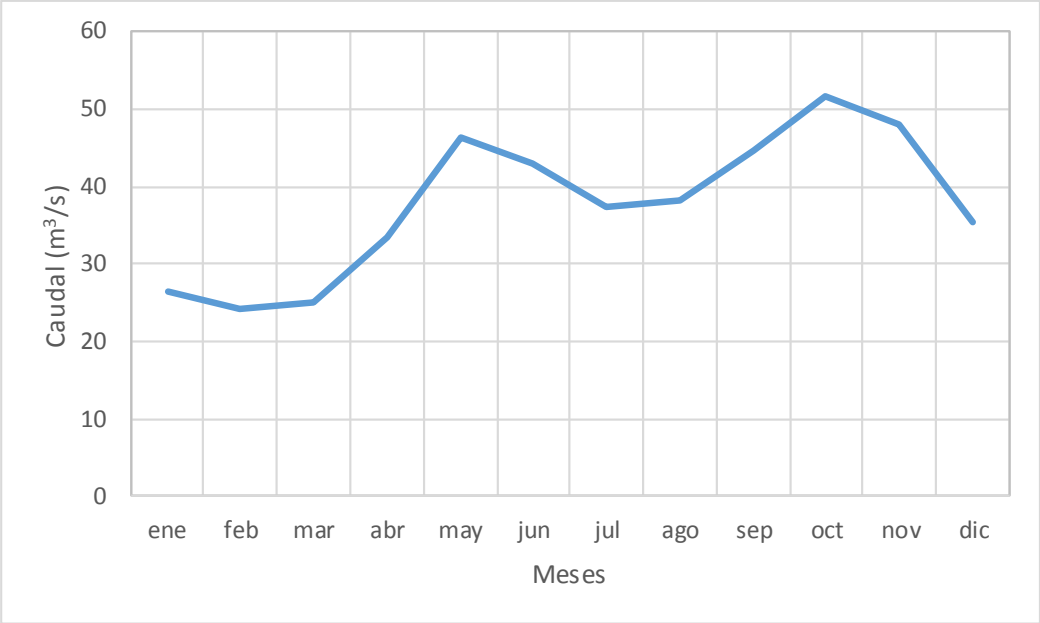
	Subcuenca	Precipitación (mm)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1.929,4
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	2.855,0
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Ríogrande II hasta la confluencia con el río Medellín	2.663,5
4	Río Porce, desde la confluencia de los río Medellín y Grande hasta la cola del embalse de Porce II	3.057,2
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Ríogrande II)	2.361,2



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Serie de caudales naturales

Metodología de transposición (Área y Precipitación)
Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo



Caudales mensuales promedios multianuales
(1972-2014)

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1972						45,44	33,72	34,09	31,61	40,16	41,46	28,92	
1973	20,46	14,60	17,12	22,26	32,88	41,50	31,47	43,90	59,07	45,68	44,86	40,19	34,50
1974	33,50	29,13	29,55	34,24	39,54	32,75	31,42	43,31	57,97	58,68	53,13	31,68	39,58
1975	25,21	29,26	29,05	28,80	39,76	37,78	51,81	51,00	47,01	54,57	54,95	45,69	41,24
1976	29,75	25,39	25,29	38,56	41,15	36,51	20,55	22,13	21,77	31,50	25,04	17,93	27,96
1977	24,25	25,11	25,65	25,15	28,28	37,87	31,92	28,61	36,55	35,83	31,27	22,03	29,38
1978	19,66	18,28	18,93	19,99	34,70	35,72	32,99	25,56	27,53	28,88	30,99	27,17	26,70
1979	21,30	20,56	19,86	24,14	49,51	41,50	23,36	23,77	28,27	40,21	45,41	29,10	30,58
1980	22,66	18,19	18,22	17,50	22,16	21,59	20,30	23,15	23,99	54,04	44,83	30,53	26,43
1981	18,70	19,71	19,39	30,97	60,26	58,46	49,40	35,69	41,85	51,77	34,75	22,36	36,94
1982	27,54	28,78	26,54	49,70	64,43	42,67	32,10	30,40	37,29	51,23	41,30	32,60	38,72
1983	22,76	17,06	17,19	30,34	38,29	28,28	30,77	25,85	39,11	35,47	34,34	32,32	29,31
1984	26,07	22,55	16,91	19,62	40,55	47,68	46,31	42,92	59,91	70,54	63,08	33,42	40,80
1985	25,01	21,26	20,58	21,88	36,75	25,80	23,63	40,10	52,05	44,54	36,66	28,93	31,43
1986	24,44	24,63	22,11	37,11	40,81	38,30	26,33	32,92	29,77	54,95	40,04	29,58	33,42
1987	21,62	19,26	19,95	26,72	39,50	25,86	37,91	33,84	43,23	56,25	40,55	33,89	33,22
1988	22,29	21,51	18,13	23,99	30,43	33,38	34,83	59,67	79,57	67,41	73,75	45,66	42,55
1989	38,92	30,50	32,12	30,92	41,55	44,90	30,29	44,27	69,23	58,36	44,95	33,00	41,58
1990	23,44	22,10	18,98	29,17	36,36	37,81	31,97	24,67	37,12	69,67	48,91	32,97	34,43
1991	21,03	18,54	20,48	24,47	34,88	33,20	31,46	20,22	20,32	34,40	36,91	28,72	27,05
1992	18,56	16,78	12,69	16,74	24,71	20,00	20,38	26,38	36,71	30,12	25,87	26,54	22,96
1993	21,50	17,41	19,50	26,33	38,44	22,22	29,71	29,52	51,39	46,60	54,26	45,37	33,52
1994	26,94	24,13	16,60	37,36	40,22	31,31	27,42	35,16	37,45	43,68	55,07	31,67	33,92
1995	20,58	18,15	19,91	24,48	35,96	42,66	44,58	68,40	48,41	58,62	39,37	37,55	38,22
1996	29,79	31,35	39,99	42,59	64,02	56,25	47,58	51,39	45,34	56,42	43,58	29,29	44,80
1997	27,99	28,97	24,22	33,40	26,59	47,65	21,13	17,18	25,78	23,70	27,76	18,05	26,87
1998	13,38	13,53	14,60	22,80	39,81	31,75	45,91	37,32	58,79	49,29	43,92	48,43	34,96
1999	33,85	46,74	43,32	45,28	61,75	66,73	50,63	36,68	57,16	78,83	63,91	46,31	52,60
2000	33,85	30,71	29,61	31,11	58,03	63,62	57,63	55,12	75,12	58,44	38,45	33,57	47,10
2001	27,65	23,07	27,55	26,56	36,17	36,44	39,50	24,87	38,66	43,59	40,06	36,73	33,40
2002	23,03	16,05	19,77	38,19	40,13	43,81	29,31	25,18	30,42	31,75	33,98	28,18	29,98
2003	19,66	20,14	21,69	35,16	44,97	56,58	33,20	35,69	38,07	51,78	49,87	39,22	37,17
2004	29,41	25,12	27,26	35,03	48,40	36,03	49,92	35,69	54,92	66,52	70,90	38,01	43,10
2005	30,21	23,49	23,42	32,16	50,84	48,87	38,53	30,60	35,62	58,24	62,81	35,41	39,18
2006	29,93	26,39	34,47	52,72	69,33	61,26	31,75	34,63	45,61	47,17	66,95	43,04	45,27
2007	31,01	24,01	27,23	47,11	74,54	52,19	42,86	54,22	53,47	84,15	57,06	42,28	49,18
2008	31,48	37,32	40,53	44,87	69,38	80,06	82,38	77,35	66,19	78,71	72,06	44,10	60,37
2009	39,65	38,55	45,62	47,78	53,17	56,98	44,56	42,19	33,70	38,61	45,17	27,21	42,77
2010	20,48	18,70	18,70	31,12	45,34	60,99	68,39	63,22	93,47	81,53	88,26	60,47	54,22
2011	30,06	27,86	34,85	73,17	65,64	51,36	51,64	50,56	45,09	68,02	74,78	70,53	53,63
2012	45,51	30,46	34,90	62,57	99,91	45,54	38,34	43,48	29,27	50,67	44,62	31,81	46,42
2013	22,77	24,80	25,07	25,50	59,01	46,41	31,53	48,98	45,42	45,46	55,25	42,45	39,39
2014	29,99	29,30	28,79	33,26	43,83	42,15	26,83	29,99	35,38	50,68	47,72	34,24	36,01
Media	26,33	24,27	24,91	33,35	46,24	42,97	37,35	38,14	44,76	51,78	48,11	35,28	37,79
Min	13,38	13,53	12,69	16,74	22,16	20,00	20,30	17,18	20,32	23,70	25,04	17,93	12,69
Max	45,51	46,74	45,62	73,17	99,91	80,06	82,38	77,35	93,47	84,15	88,26	70,53	99,91

CORRECCIONES DEL SUBCOMITÉ HIDROLÓGICO

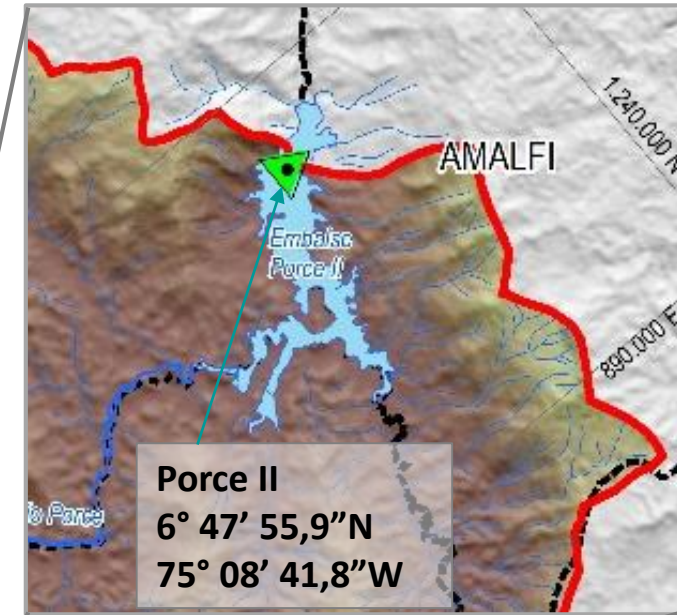
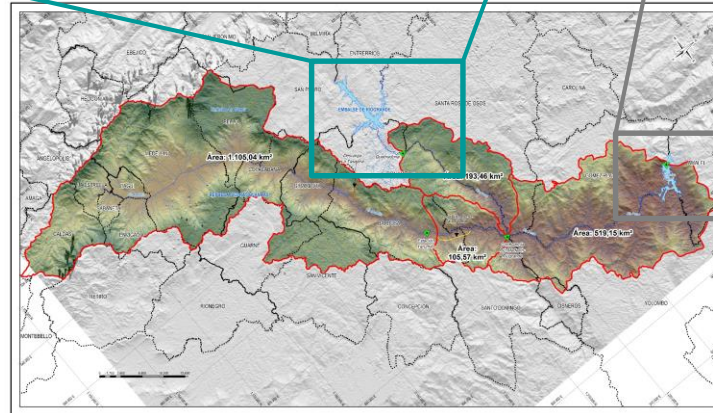
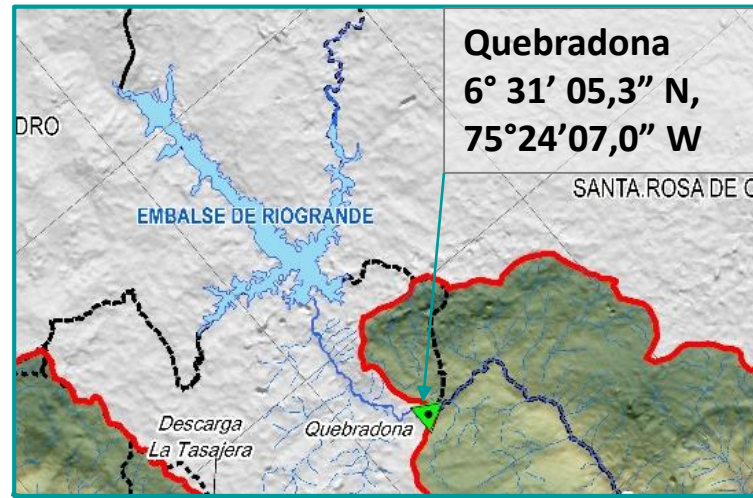
22 de diciembre de 2015

Observación del SH

Verificar el trazado y área de las cuencas y los puntos de cierre de acuerdo con la información que maneja EPM para sus embalses

Corrección

Se verificó el área de la cuenca propia al embalse Porce II considerando la localización de los puntos suministrados por EPM el 22 de diciembre.



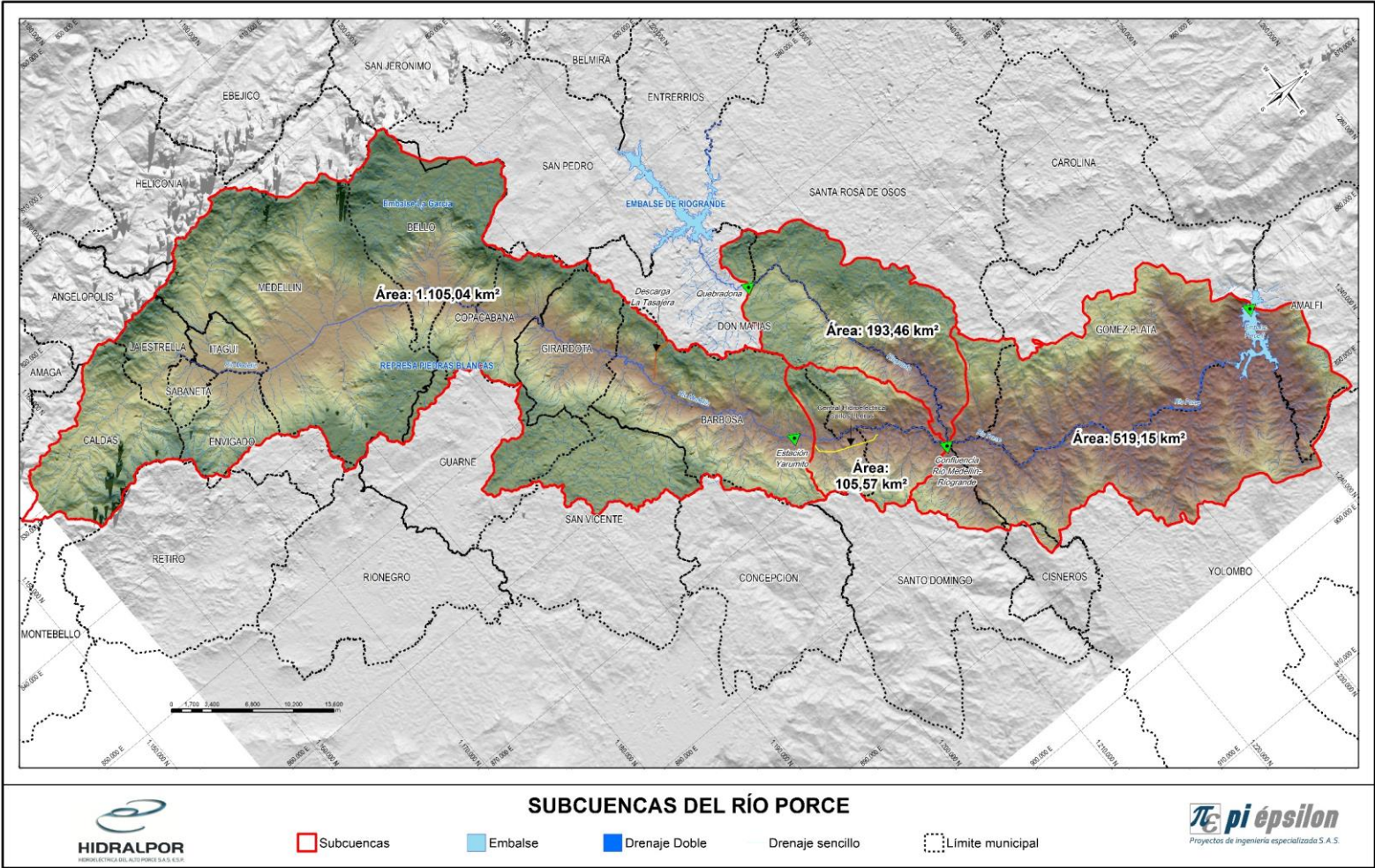
SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Comentarios Subcomité hidrológico 22 de Diciembre

Verificar el trazado de las cuencas y los puntos de cierre de acuerdo con la información que maneja EPM para sus embalses.

Relación de áreas

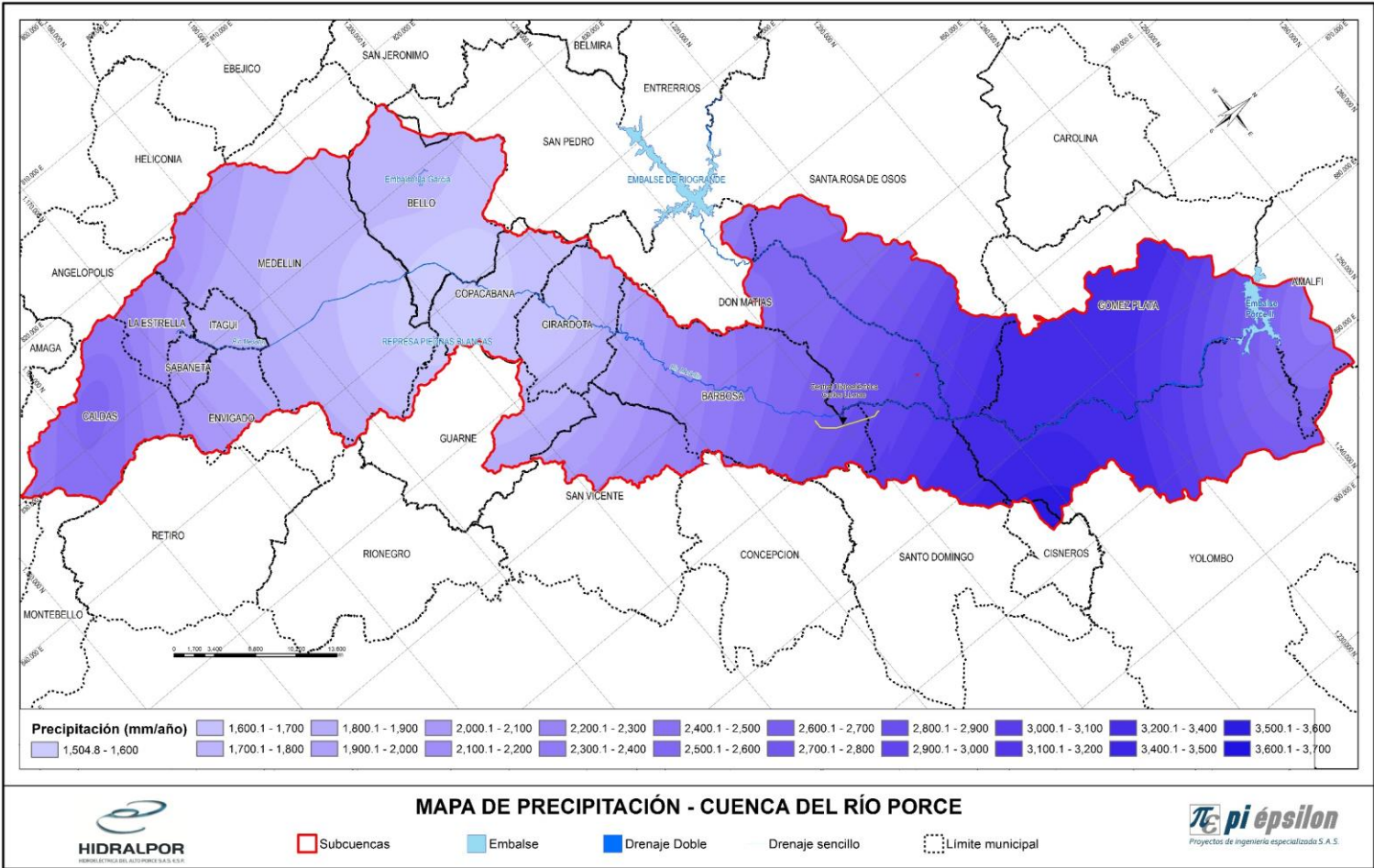
	Subcuenca	Área (km²)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1105,04
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	105,57
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Quebradona hasta la confluencia con el río Medellín	193,46
4	Río Porce, desde la confluencia de los ríos Medellín y Grande hasta la presa de Porce II	519,15
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Riogrande II y Quebradona)	1923,22



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Precipitación

Subcuenca		Precipitación (mm)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1.929,4
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	2.855,0
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Quebradona hasta la confluencia con el río Medellín	2.663,5
4	Río Porce, desde la confluencia de los ríos Medellín y Grande hasta la presa de Porce II	3.066,5
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Río grande II y Quebradona)	2.343,1



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Metodología de transposición de caudales con Área y Precipitación

Rev1. Correcciones al área

$$Q_{CL} = Q_{P2} \left(\frac{A_{CL} * P_{CL}}{A_{P2} * P_{P2}} \right)$$

$$FT = \left(\frac{A_{CL} * P_{CL}}{A_{P2} * P_{P2}} \right) = \left(\frac{1105,04 * 1929,4}{1923,22 * 2343,1} \right) * 100 = 47,31\%$$

Q_{CL} : Caudal natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

Q_{P2} : Caudal natural de la central Hidroeléctrica Porce II.

A_{CL} : Área de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

A_{P2} : Área de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Porce II.

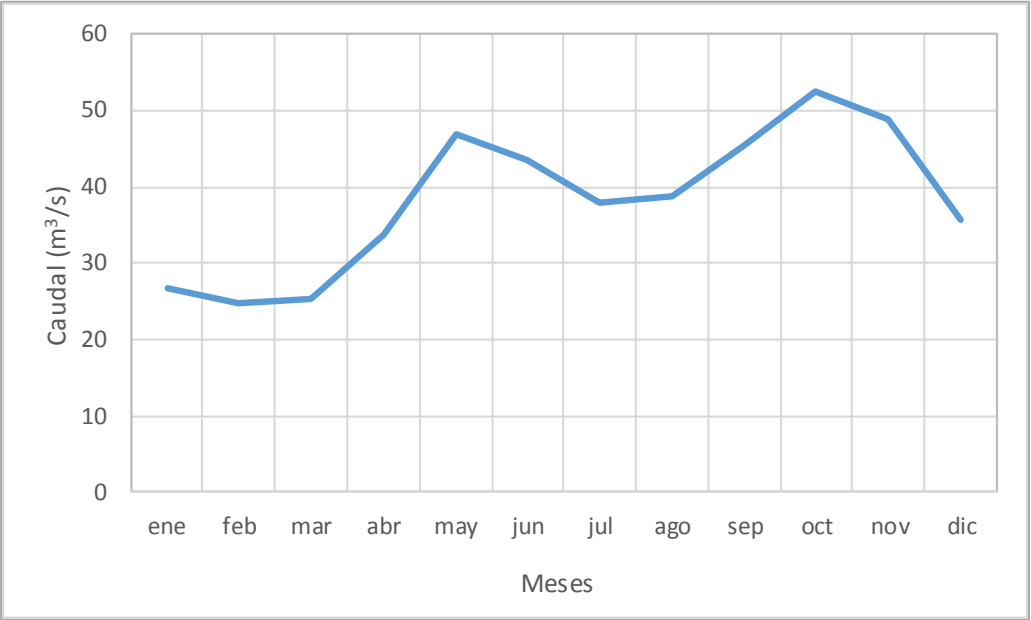
P_{CL} : Precipitación media de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras

P_{P2} : Precipitación media de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Porce II.

SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Serie de caudales naturales

Metodología de transposición (Área y Precipitación) Rev 1
Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo



Caudales mensuales promedios multianuales
(1972-2014)

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1972						46,11	34,21	34,58	32,08	40,75	42,07	29,35	
1973	20,76	14,81	17,37	22,59	33,36	42,11	31,93	44,54	59,93	46,35	45,52	40,78	35,00
1974	33,99	29,56	29,99	34,74	40,12	33,23	31,88	43,94	58,82	59,54	53,91	32,15	40,16
1975	25,58	29,68	29,48	29,22	40,34	38,34	52,57	51,74	47,70	55,37	55,75	46,35	41,84
1976	30,18	25,76	25,66	39,12	41,76	37,04	20,85	22,45	22,09	31,96	25,40	18,19	28,37
1977	24,60	25,48	26,03	25,51	28,69	38,42	32,38	29,03	37,09	36,36	31,73	22,35	29,81
1978	19,95	18,55	19,20	20,28	35,21	36,24	33,47	25,94	27,93	29,30	31,45	27,56	27,09
1979	21,61	20,86	20,15	24,49	50,23	42,11	23,70	24,11	28,68	40,80	46,07	29,52	31,03
1980	22,99	18,46	18,49	17,75	22,48	21,90	20,60	23,49	24,34	54,83	45,49	30,98	26,82
1981	18,98	19,99	19,67	31,42	61,14	59,31	50,12	36,21	42,47	52,53	35,26	22,69	37,48
1982	27,95	29,20	26,93	50,43	65,37	43,29	32,57	30,85	37,84	51,97	41,90	33,08	39,28
1983	23,09	17,31	17,44	30,78	38,85	28,69	31,22	26,23	39,68	35,99	34,84	32,79	29,74
1984	26,46	22,88	17,15	19,90	41,15	48,38	46,98	43,55	60,79	71,57	64,00	33,91	41,39
1985	25,37	21,57	20,88	22,20	37,29	26,18	23,98	40,69	52,81	45,19	37,20	29,36	31,89
1986	24,80	24,99	22,43	37,65	41,41	38,86	26,71	33,41	30,21	55,75	40,63	30,01	33,91
1987	21,94	19,54	20,24	27,11	40,08	26,24	38,47	34,34	43,87	57,07	41,15	34,38	33,70
1988	22,61	21,82	18,39	24,34	30,88	33,87	35,34	60,54	80,73	68,40	74,83	46,33	43,17
1989	39,49	30,94	32,59	31,37	42,16	45,56	30,73	44,92	70,25	59,21	45,60	33,49	42,19
1990	23,78	22,42	19,26	29,60	36,89	38,36	32,44	25,03	37,66	70,69	49,63	33,45	34,93
1991	21,33	18,81	20,78	24,83	35,39	33,68	31,92	20,52	20,62	34,90	37,45	29,14	27,45
1992	18,83	17,02	12,88	16,98	25,07	20,30	20,68	26,76	37,24	30,56	26,24	26,92	23,29
1993	21,81	17,66	19,79	26,71	39,00	22,54	30,14	29,95	52,15	47,28	55,05	46,03	34,01
1994	27,34	24,48	16,85	37,90	40,81	31,76	27,82	35,67	37,99	44,32	55,87	32,13	34,41
1995	20,88	18,42	20,20	24,84	36,49	43,28	45,23	69,40	49,12	59,48	39,94	38,09	38,78
1996	30,22	31,81	40,58	43,21	64,95	57,07	48,28	52,14	46,00	57,25	44,22	29,72	45,45
1997	28,40	29,39	24,58	33,89	26,98	48,35	21,44	17,43	26,16	24,05	28,17	18,31	27,26
1998	13,57	13,73	14,81	23,13	40,39	32,21	46,58	37,86	59,65	50,01	44,57	49,14	35,47
1999	34,34	47,42	43,95	45,94	62,65	67,71	51,37	37,21	58,00	79,98	64,84	46,99	53,37
2000	34,34	31,15	30,04	31,57	58,88	64,55	58,47	55,92	76,22	59,29	39,01	34,06	47,79
2001	28,05	23,41	27,95	26,95	36,70	36,97	40,08	25,23	39,22	44,23	40,64	37,26	33,89
2002	23,37	16,28	20,05	38,75	40,71	44,45	29,74	25,55	30,87	32,21	34,48	28,59	30,42
2003	19,95	20,43	22,01	35,68	45,63	57,41	33,68	36,21	38,63	52,54	50,60	39,79	37,71
2004	29,84	25,49	27,66	35,54	49,10	36,56	50,65	36,21	55,73	67,49	71,94	38,57	43,73
2005	30,65	23,83	23,76	32,62	51,59	49,58	39,10	31,05	36,14	59,09	63,73	35,92	39,76
2006	30,37	26,78	34,97	53,49	70,35	62,15	32,21	35,13	46,27	47,86	67,92	43,67	45,93
2007	31,46	24,36	27,63	47,80	75,63	52,95	43,48	55,02	54,25	85,38	57,90	42,90	49,90
2008	31,94	37,87	41,12	45,52	70,40	81,23	83,58	78,48	67,16	79,86	73,11	44,74	61,25
2009	40,23	39,11	46,28	48,47	53,95	57,81	45,21	42,80	34,19	39,18	45,83	27,61	43,39
2010	20,78	18,98	18,97	31,57	46,00	61,88	69,38	64,14	94,84	82,72	89,55	61,35	55,01
2011	30,50	28,27	35,35	74,24	66,60	52,11	52,39	51,29	45,75	69,01	75,88	71,56	54,41
2012	46,17	30,90	35,41	63,48	101,37	46,20	38,90	44,11	29,70	51,41	45,27	32,27	47,10
2013	23,11	25,16	25,44	25,87	59,87	47,08	31,99	49,70	46,08	46,12	56,05	43,07	39,96
2014	30,43	29,72	29,21	33,74	44,47	42,77	27,22	30,43	35,90	51,42	48,42	34,74	36,54
Media	26,72	24,63	25,28	33,84	46,91	43,60	37,90	38,69	45,41	52,54	48,82	35,80	38,35
Min	13,57	13,73	12,88	16,98	22,48	20,30	20,60	17,43	20,62	24,05	25,40	18,19	12,88
Max	46,17	47,42	46,28	74,24	101,37	81,23	83,58	78,48	94,84	85,38	89,55	71,56	101,37

OBSERVACIÓN DE EPM

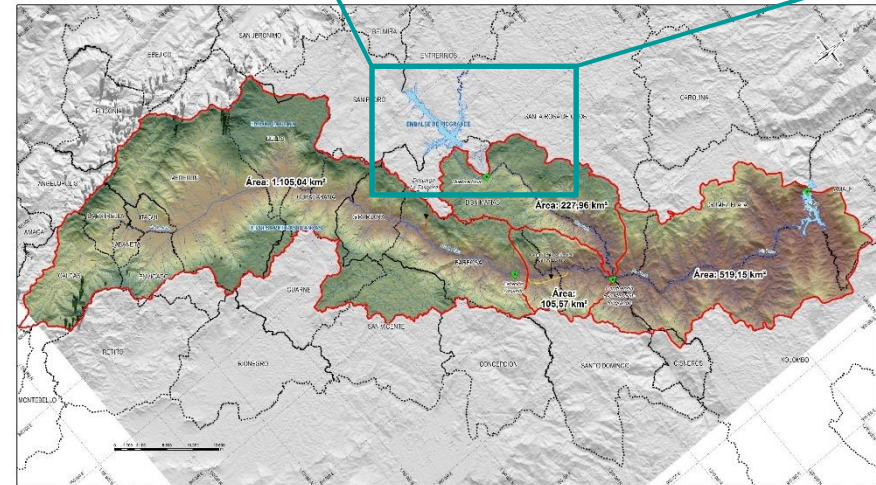
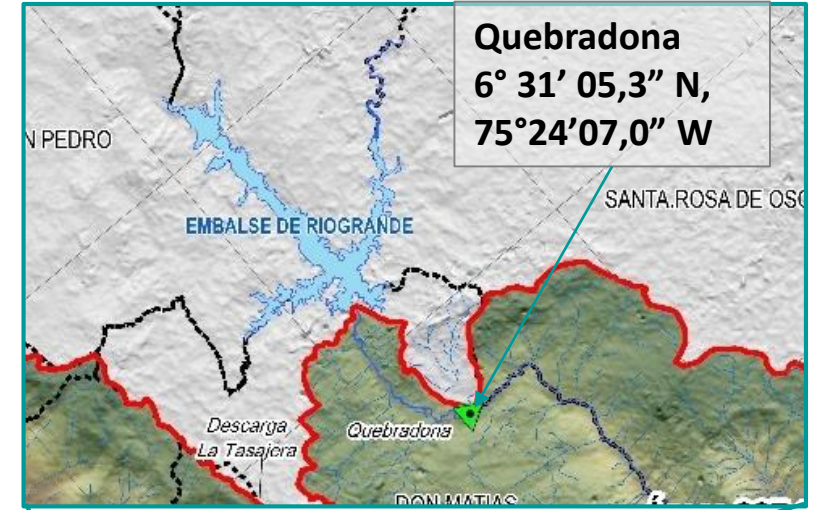
23 de diciembre de 2015

Observación EPM

“...la consideración de Quebradona la hicieron sobre Rio Grande, lo que llevaría a descontar un área que es considerada de cuenca propia para el cálculo de los caudales de Porce II. Por tanto, la recomendación es considerar la cuenca hasta el punto de la estación el templete y descontar solamente el área de la subcuenca del río Quebradona (afluente del Rio Grande, abajo del embalse Riogrande II)...”

Corrección

Se delimitó el área de la cuenca natural del río Grande a partir de la estación El Templete y se descontó el área de la cuenca de la quebrada Quebradona afluente al embalse del mismo nombre.

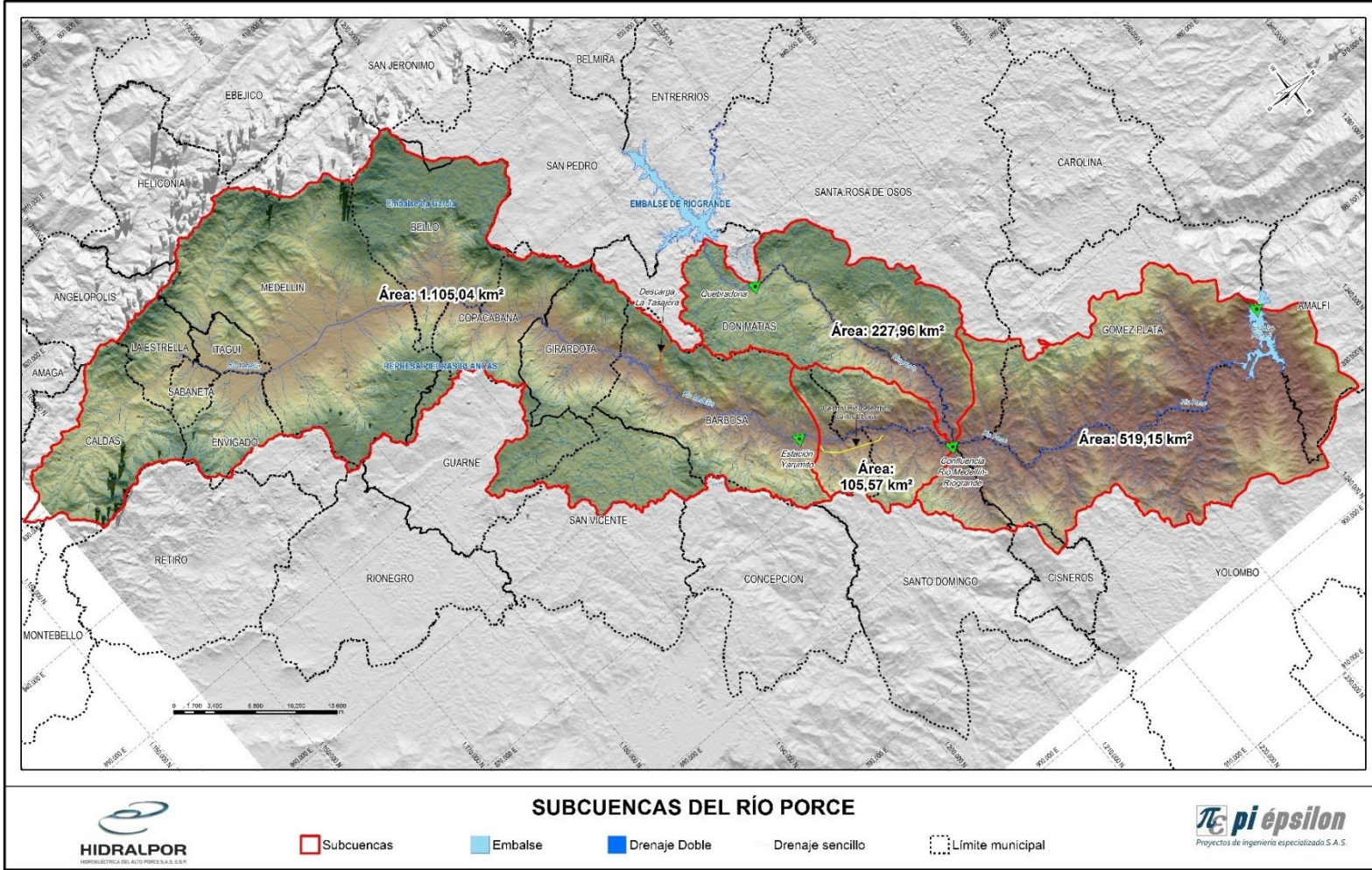


SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Recomendación EPM 23 de Diciembre
Considerar la cuenca hasta el punto de la
estación El Templete y descontar solamente el
área de la subcuenca del río Quebradona

Relación de áreas

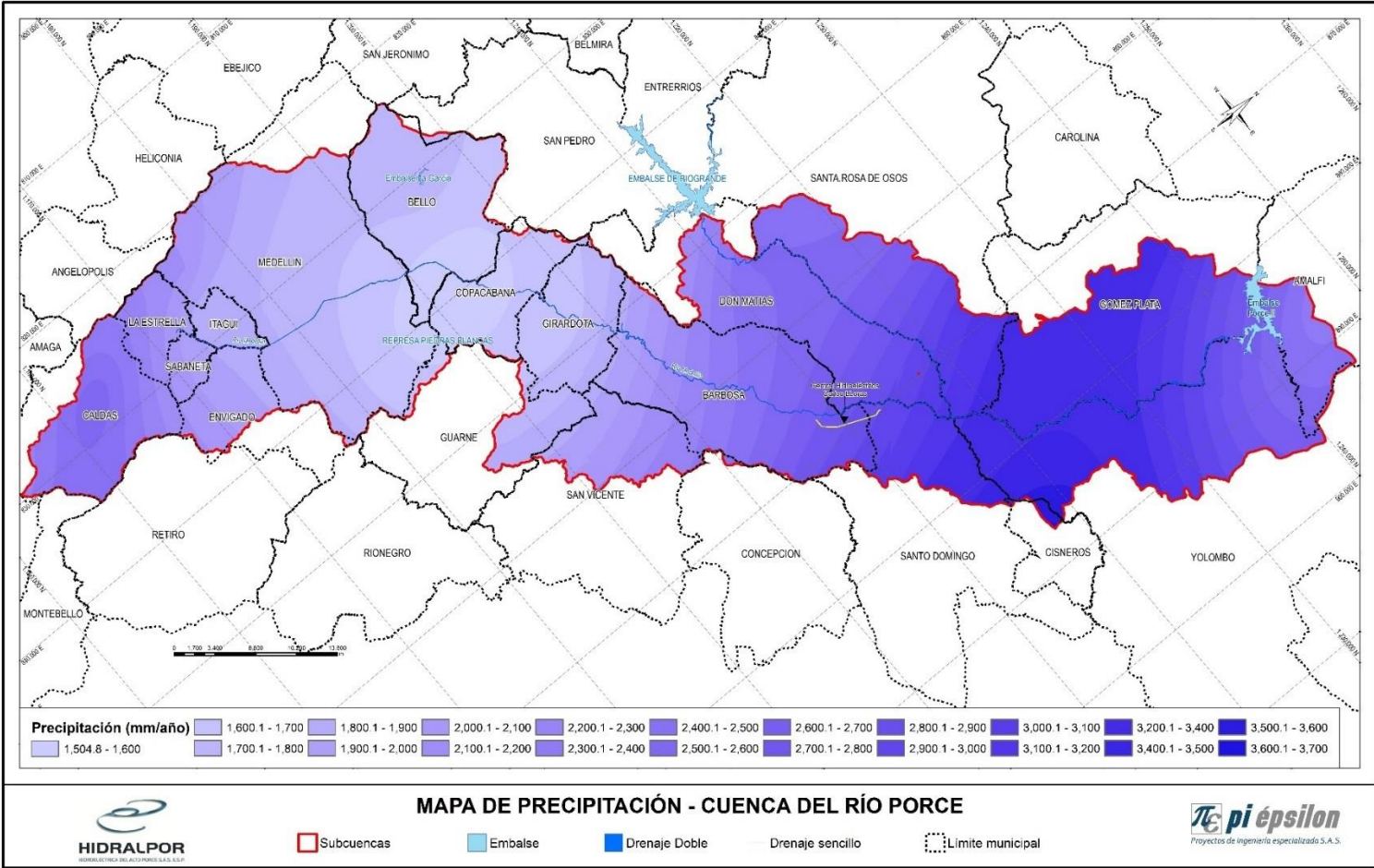
	Subcuenca	Área (km ²)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1105,04
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	105,57
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Riogrande II hasta la confluencia con el río Medellín. No incluye área de la cuenca del embalse Quebradona	227,96
4	Río Porce, desde la confluencia de los ríos Medellín y Grande hasta la presa de Porce II	519,15
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Riogrande II y Quebradona)	1957,72



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Precipitación

	Subcuenca	Precipitación (mm)
1	Río Medellín hasta estación Carlos Lleras	1.929,4
2	Río Medellín, desde Estación Carlos Lleras hasta la Confluencia con el río Grande	2.855,0
3	Río Grande, desde aguas abajo del Embalse Riogrande II hasta la confluencia con el río Medellín. No incluye área de la cuenca del embalse Quebradona	2.605,0
4	Río Porce, desde la confluencia de los ríos Medellín y Grande hasta la presa de Porce II	3.066,5
5	Río Porce natural (no incluye cuenca del embalse Riogrande II y Quebradona)	2.357,5



SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Metodología de transposición de caudales con Área y Precipitación

Rev2. Correcciones al área afluente del río Grande

$$Q_{CL} = Q_{P2} \left(\frac{A_{CL} * P_{CL}}{A_{P2} * P_{P2}} \right)$$

$$FT = \left(\frac{A_{CL} * P_{CL}}{A_{P2} * P_{P2}} \right) = \left(\frac{1105,04 * 1929,4}{1957,72 * 2357,5} \right) * 100 = 46,20\%$$

Q_{CL} : Caudal natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

Q_{P2} : Caudal natural de la central Hidroeléctrica Porce II.

A_{CL} : Área de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

A_{P2} : Área de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Porce II.

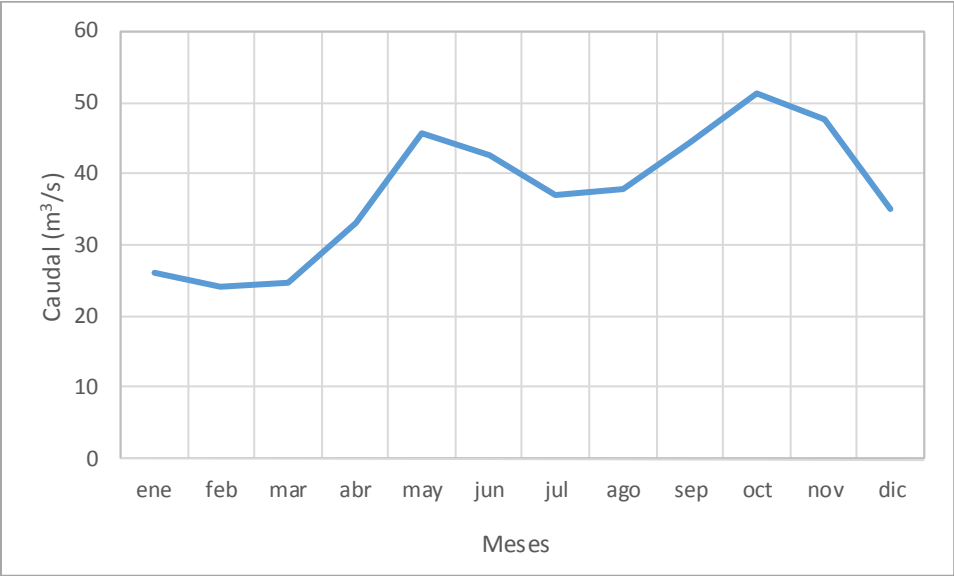
P_{CL} : Precipitación media de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras

P_{P2} : Precipitación media de la cuenca natural de la Central Hidroeléctrica Porce II.

SERIE DE AFLUENCIAS NATURALES

Serie de caudales naturales

Metodología de transposición (Área y Precipitación) Rev 2
Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo



Caudales mensuales promedios multianuales
(1972-2014)

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1972						45,03	33,41	33,77	31,32	39,79	41,08	28,66	
1973	20,27	14,47	16,96	22,06	32,58	41,12	31,18	43,49	58,52	45,26	44,45	39,82	34,18
1974	33,19	28,87	29,28	33,93	39,18	32,45	31,13	42,91	57,44	58,14	52,64	31,39	39,21
1975	24,98	28,99	28,79	28,54	39,39	37,44	51,34	50,53	46,58	54,07	54,44	45,27	40,86
1976	29,48	25,16	25,05	38,20	40,78	36,17	20,36	21,93	21,57	31,21	24,80	17,76	27,71
1977	24,02	24,88	25,41	24,92	28,02	37,52	31,62	28,35	36,22	35,50	30,99	21,83	29,11
1978	19,48	18,11	18,75	19,80	34,38	35,39	32,69	25,33	27,27	28,61	30,71	26,92	26,45
1979	21,10	20,37	19,68	23,91	49,05	41,12	23,14	23,55	28,01	39,84	44,99	28,83	30,30
1980	22,45	18,02	18,05	17,33	21,95	21,39	20,12	22,94	23,77	53,54	44,42	30,25	26,19
1981	18,53	19,52	19,21	30,69	59,71	57,92	48,94	35,36	41,47	51,30	34,43	22,16	36,60
1982	27,29	28,52	26,30	49,24	63,84	42,27	31,80	30,12	36,95	50,76	40,92	32,30	38,36
1983	22,55	16,90	17,03	30,06	37,93	28,02	30,48	25,61	38,75	35,14	34,02	32,02	29,04
1984	25,84	22,35	16,75	19,44	40,18	47,24	45,88	42,53	59,36	69,89	62,50	33,12	40,42
1985	24,78	21,06	20,39	21,68	36,41	25,57	23,41	39,73	51,57	44,13	36,32	28,67	31,14
1986	24,21	24,41	21,91	36,77	40,44	37,94	26,08	32,62	29,50	54,45	39,67	29,31	33,11
1987	21,42	19,09	19,77	26,47	39,14	25,62	37,57	33,53	42,84	55,73	40,18	33,57	32,91
1988	22,08	21,31	17,96	23,77	30,15	33,07	34,51	59,12	78,84	66,79	73,07	45,24	42,16
1989	38,56	30,21	31,83	30,63	41,17	44,49	30,01	43,86	68,60	57,82	44,53	32,70	41,20
1990	23,22	21,89	18,81	28,90	36,03	37,46	31,67	24,44	36,78	69,03	48,46	32,66	34,11
1991	20,83	18,37	20,29	24,25	34,56	32,89	31,17	20,04	20,13	34,08	36,57	28,46	26,80
1992	18,39	16,62	12,58	16,59	24,49	19,82	20,19	26,14	36,37	29,84	25,63	26,29	22,75
1993	21,30	17,25	19,33	26,08	38,08	22,01	29,43	29,24	50,92	46,17	53,76	44,95	33,21
1994	26,69	23,90	16,45	37,02	39,85	31,02	27,17	34,83	37,10	43,28	54,56	31,38	33,61
1995	20,39	17,99	19,73	24,26	35,63	42,27	44,17	67,78	47,97	58,08	39,01	37,20	37,87
1996	29,51	31,06	39,63	42,19	63,43	55,74	47,14	50,92	44,92	55,90	43,18	29,02	44,39
1997	27,73	28,70	24,00	33,09	26,35	47,21	20,94	17,02	25,54	23,48	27,51	17,88	26,62
1998	13,25	13,41	14,47	22,59	39,45	31,46	45,49	36,97	58,25	48,83	43,52	47,98	34,64
1999	33,54	46,31	42,92	44,86	61,18	66,12	50,16	36,34	56,64	78,10	63,32	45,89	52,12
2000	33,54	30,42	29,34	30,82	57,50	63,03	57,10	54,61	74,43	57,90	38,09	33,26	46,67
2001	27,40	22,86	27,29	26,32	35,84	36,10	39,14	24,64	38,30	43,19	39,69	36,39	33,10
2002	22,82	15,90	19,58	37,84	39,76	43,41	29,04	24,95	30,14	31,46	33,67	27,92	29,71
2003	19,48	19,95	21,49	34,84	44,56	56,06	32,89	35,36	37,72	51,31	49,42	38,86	36,83
2004	29,14	24,89	27,01	34,71	47,95	35,70	49,46	35,36	54,42	65,90	70,25	37,66	42,71
2005	29,93	23,27	23,21	31,86	50,38	48,42	38,18	30,32	35,29	57,71	62,24	35,08	38,82
2006	29,66	26,15	34,15	52,23	68,69	60,69	31,46	34,31	45,19	46,74	66,33	42,65	44,85
2007	30,72	23,79	26,98	46,68	73,85	51,71	42,46	53,73	52,98	83,38	56,54	41,89	48,73
2008	31,19	36,98	40,15	44,45	68,75	79,33	81,62	76,64	65,59	77,99	71,40	43,69	59,81
2009	39,28	38,19	45,20	47,34	52,68	56,45	44,15	41,80	33,39	38,26	44,76	26,96	42,37
2010	20,30	18,53	18,53	30,83	44,92	60,43	67,76	62,63	92,61	80,78	87,45	59,91	53,72
2011	29,79	27,60	34,53	72,50	65,04	50,88	51,16	50,09	44,68	67,39	74,10	69,88	53,14
2012	45,09	30,18	34,58	61,99	98,99	45,12	37,99	43,08	29,00	50,20	44,21	31,52	46,00
2013	22,56	24,57	24,84	25,26	58,47	45,98	31,24	48,53	45,00	45,04	54,74	42,06	39,02
2014	29,72	29,03	28,52	32,95	43,43	41,76	26,58	29,71	35,06	50,21	47,28	33,93	35,68
Media	26,09	24,05	24,68	33,05	45,81	42,58	37,01	37,78	44,35	51,31	47,67	34,96	37,45
Min	13,25	13,41	12,58	16,59	21,95	19,82	20,12	17,02	20,13	23,48	24,80	17,76	12,58
Max	45,09	46,31	45,20	72,50	98,99	79,33	81,62	76,64	92,61	83,38	87,45	69,88	98,99