



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**

INSTITUTO DE INGENIERÍA

**BAJO PÁNUCO, AVENIDAS DE DISEÑO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN INGENIERÍA**

(APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS)

P R E S E N T A

**KARLA PATRICIA MANDUJANO GARCÍA**

DIRECTOR DE TESIS

**DR. RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA**

JUNIO 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Índice

---

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. Caso de estudio: Bajo Pánuco</b> .....	<b>4</b>
1.1 Esquema de la zona de estudio.....	5
1.2 Eventos que han generado grandes inundaciones en la zona .....	6
1.3 Municipio Pánuco.....	5
<b>Capítulo 2. Estimación de avenidas de diseño a partir de la muestra original</b> .....	<b>11</b>
2.1 Esquema de la zona de estudio.....	14
2.2 Análisis de frecuencias .....	16
2.2.1 Conceptos.....	26
2.2.2 Funciones de distribución de probabilidad.....	27
2.3 Estimación de las avenidas de diseño .....	41
2.4 Estación Pánuco .....	44

<b>Capítulo 3. Estimación de avenidas de diseño a partir de una muestra original .....</b>	<b>47</b>
3.1 Identificación de regiones .....	47
3.2 Generación de la muestra regional .....	52
3.3 Análisis de frecuencias .....	55
3.4 Estimación de las avenidas de diseño .....	57
<b>Capítulo 4. Análisis de resultados .....</b>	<b>58</b>
<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>63</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>65</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>67</b>
<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>68</b>
<b>Anexos</b>	
Anexo A .....	70
Anexo B.....	84
Anexo C.....	98
Anexo D .....	112
Anexo E.....	126
Anexo F.....	145

Anexo G .....	159
Anexo H .....	173
Anexo I.....	187
Anexo J .....	201
Anexo K.....	211
Anexo L.....	221
Anexo M .....	240
Anexo N .....	253
Anexo O .....	270

# Introducción

---

Las inundaciones son uno de los desastres naturales más catastróficos en el planeta. Debido a que desde épocas muy tempranas han provocado severos daños, las inundaciones han sido ampliamente documentadas; la primera inundación de la cual se tienen registros se dio en el río Amarillo, China, en el año 2297 A.C. (Miller, 2000).

A lo largo de la historia, las comunidades han buscado establecerse en regiones que les proporcionen grandes beneficios. Así, los lugares preferidos para asentarse han sido las cercanías a los cuerpos de agua, ubicación que no sólo garantiza el suministro del vital líquido sino que también permite el desarrollo de actividades agropecuarias. Los ríos son proveedores de beneficios por lo que ciudades como París, Londres, El Cairo y Pittsburgh, se encuentran establecidas a las orillas del curso de un río.

Cuando la intensidad de las precipitaciones es de gran magnitud, la capacidad de infiltración del suelo es rebasada, generando escurrimientos que producen un aumento en el nivel del agua del cauce. Si el flujo de entrada a un cauce es mayor al de salida, el volumen escurrido puede rebasar la capacidad de almacenamiento o descarga del canal, generando desbordamientos y, consecuentemente, inundaciones en las cercanías. La etapa de inundación continuará mientras el volumen del escurrimiento exceda al de la capacidad del canal.

Las áreas inundadas pueden variar desde unas pocas hectáreas hasta miles de kilómetros cuadrados. La duración depende no sólo de la cantidad de agua sino también de la pendiente del cauce, si la topografía es relativamente plana el agua será drenada lentamente, extendiendo el tiempo de inundación. Si la corriente se encuentra en una zona montañosa, tendrá una mayor pendiente y la inundación será de corta duración.

Generalmente, las inundaciones son vistas como un perjuicio a la población, sin embargo pueden aportar también beneficios (Maza 1997). Al inundarse un terreno, éste es humedecido y puede ser fertilizado, los acuíferos se podrían recargar, se evitan o reducen las inundaciones en zonas bajas; pero, por el lado negativo, pueden interrumpirse las actividades económicas o perderse vidas

humanas, cultivos, ganado, bienes materiales, vías de comunicación, servicios eléctricos, telefónicos y de agua potable y drenaje.

Si bien los beneficios pueden ser altos, los daños potenciales los sobrepasan de sobremanera, pues no puede compararse la fertilidad de un suelo contra las afectaciones a la población. Existen zonas en las que los beneficios son mayores que los daños, pero el desarrollo de toda región lleva a un punto en el que la relación es inversa.

Al sumar la periodicidad de las avenidas con los efectos directos de una inundación, es evidente la necesidad de generar medidas adecuadas tanto de prevención como de mitigación de daños, para ello es indispensable analizar el comportamiento histórico de los caudales. A partir del tratamiento estadístico de las muestras históricas, pueden determinarse los gastos de diseño para diferentes períodos de retorno y como resultado, diseñar obras de protección.

Con el fin de obtener cierto nivel de fiabilidad, la modelación de las variables hidrológicas requiere de registros ininterrumpidos de larga duración (Ramachandra 2000, Viessman 2003). Cumplir con dicha exigencia no es fácil, pues a pesar de que en el país se cuenta con cerca 500 estaciones hidrométricas (CONAGUA, 2010), los registros pocas veces son ininterrumpidos e incluso inexistentes en el sitio de interés.

Lo anterior lleva a la búsqueda de prácticas con las cuales se pueda ampliar el tamaño de las muestras, e incluso llegar a generar totalmente un registro. La regionalización es una técnica muy útil para lograr dicho objetivo, pues mediante un sencillo procedimiento, se pueden generar muestras regionales de gran tamaño, a partir de información de sitios con características similares.

Al contar con una muestra de tamaño “razonablemente grande”, se puede garantizar cierta fiabilidad en el modelado de variables hidrológicas, como es el caso, por ejemplo, de los gastos máximos anuales, Peter Victorov (1971) encontró que la longitud del período de registro usado en un análisis de frecuencias, afecta significativamente los resultados (Viessman, 2003)

Victorov analizó datos registrados en una estación durante 68 años en varios subgrupos y sub-pruebas con la distribución Log-Pearson III, los resultados presentaron sobre-estimaciones de hasta 120 por ciento para registros de corta longitud, contra 2 por ciento en registros de mayor tamaño:

1. El uso de menos datos que los registrados causó grandes incrementos en las estimaciones para 10, 50 y 100 años de período de retorno. Al analizarse únicamente los 10 años más recientes, el gasto estimado para 100 años de período de retorno se incrementó en más del 200 por ciento; incluso los eventos para 10 años de período de retorno fueron sobre-estimados en más del 60 por ciento.

2. Al usarse los registros de los últimos 20, 30, 40, 50 ó 60 años, la sobre-estimación del gasto para 100 años de período de retorno fue de 123 por ciento para los 20 años de datos al 2 por ciento para 60 años. Los gastos para 10 años de período de retorno variaron 51 y 5 por ciento, respectivamente.
3. La elección de períodos húmedos o secos durante los 68 años también afecta significativamente los resultados. Un registro de 10 años en período seco resultó en un gasto de 100 años de período de retorno 61 por ciento por abajo del valor calculado con los 68 años. Por otro lado, el uso de 10 años de un período húmedo produjo un gasto 181 por ciento mayor al correspondiente al valor obtenido con los 68 años.

La importancia de analizar muestras suficientemente grandes se reflejara en la envergadura de la medida a tomar: eventos mayores conllevan diseños mayores y por lo tanto más costosos. En la práctica ingenieril se busca que la solución sea, además de segura y funcional, la más económica, por lo que la existencia de un número considerable de datos se hace imperativa.

El objetivo de este trabajo es obtener las avenidas de diseño para nueve corrientes del Bajo Pánuco, así como comprobar la conveniencia de emplear escurrimientos generados a partir de una muestra regionalizada. Esto se evidenciará al comprar los eventos regionales contra los eventos resultantes del modelado de una muestra original.

La parte baja de la cuenca del Pánuco es altamente susceptible a los embates de huracanes y frentes fríos por sus características topográficas, por lo que al iniciar la temporada de lluvias, la zona entra en riesgo de inundación.

Para lograr el objetivo, se procesó información de gastos máximos anuales de nueve estaciones hidrométricas localizadas en los cauces de interés

El trabajo consta de cuatro capítulos, en el primero se introduce al lector a las características fisiográficas de la zona de estudio así como a la problemática. En el capítulo 2 se describe la metodología para la obtención de las avenidas de diseño y se presentan los resultados para los eventos generados a partir de la muestra original.

La metodología de regionalización se plantea en el capítulo 3, en el cual se presentan los resultados de las avenidas de diseño generadas a partir de una muestra regionalizada. En el capítulo cuatro se comparan los eventos obtenidos a partir de las muestras regionales y originales, además se discute la conveniencia de la utilización de los métodos regionales. Finalmente, en el último capítulo se presentan las conclusiones.



# Capítulo 1

## Caso de estudio: Bajo Pánuco

---

La cuenca del río Pánuco es una de las regiones hidrológicas más importantes del país, tanto por su extensión territorial (96 989 km<sup>2</sup>), como por los volúmenes de escurrimiento anual (20 329 hm<sup>3</sup>), comprende parte de los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas, Guanajuato, Tlaxcala, de México y Distrito Federal, Figura 1.1. La gran superficie de la cuenca hace casi imposible su manejo como una sola, por lo que se divide en dos subregiones: Alto y Bajo Pánuco.

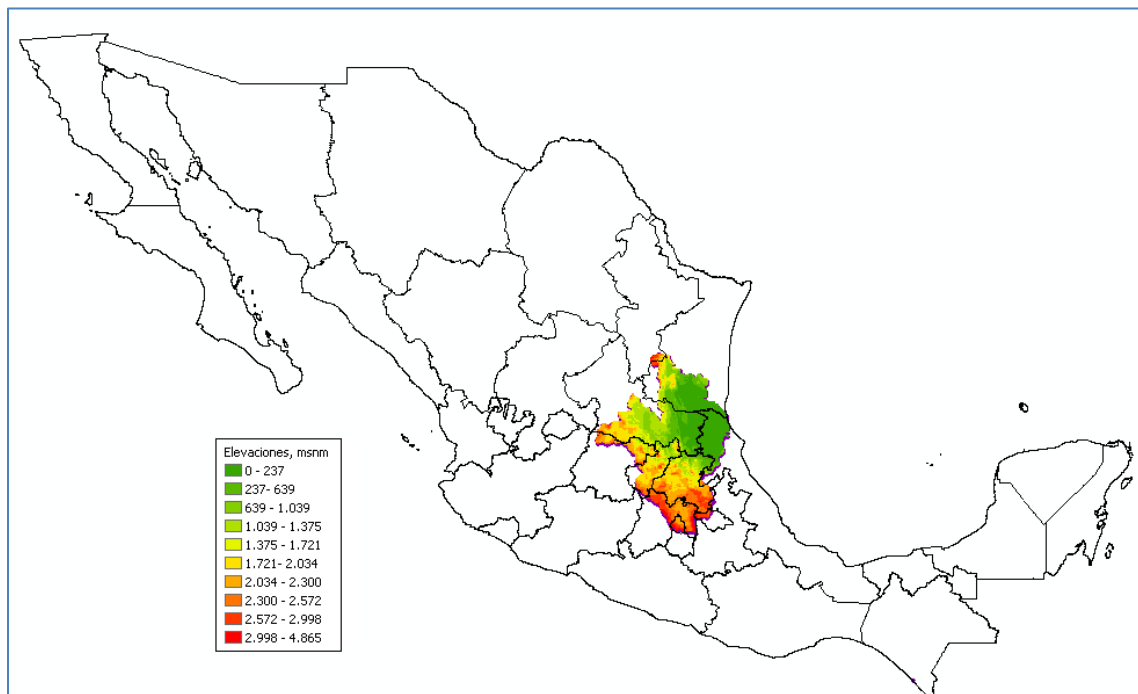


Figura 1.1 Ubicación de la cuenca en el país

## 1.1 Esquema de la zona de estudio

El Bajo Pánuco es una gran planicie ubicada casi a nivel del mar, no cuenta con un sistema montañoso importante que sirva como protección contra ciclones y frentes fríos; en promedio se presentan anualmente 45 ondas tropicales y 49 frentes fríos (Tejeda, 2005). El cauce principal, del río Pánuco, es uno de los más caudalosos del país, con una longitud de 120km su curso lo realiza principalmente en el estado de Veracruz, desembocando en la frontera con el estado de Tamaulipas.

En este trabajo se estudiará una zona particular de la región baja de la cuenca del Pánuco, Figura 1.2, comprendida por los ríos:

- Pánuco
- Tempoal, desde su unión con el río San Pedro
- Moctezuma, a partir de la confluencia con el río Axtla
- Choy
- Tampaón, aguas abajo de su unión con el río de Valles
- Coy

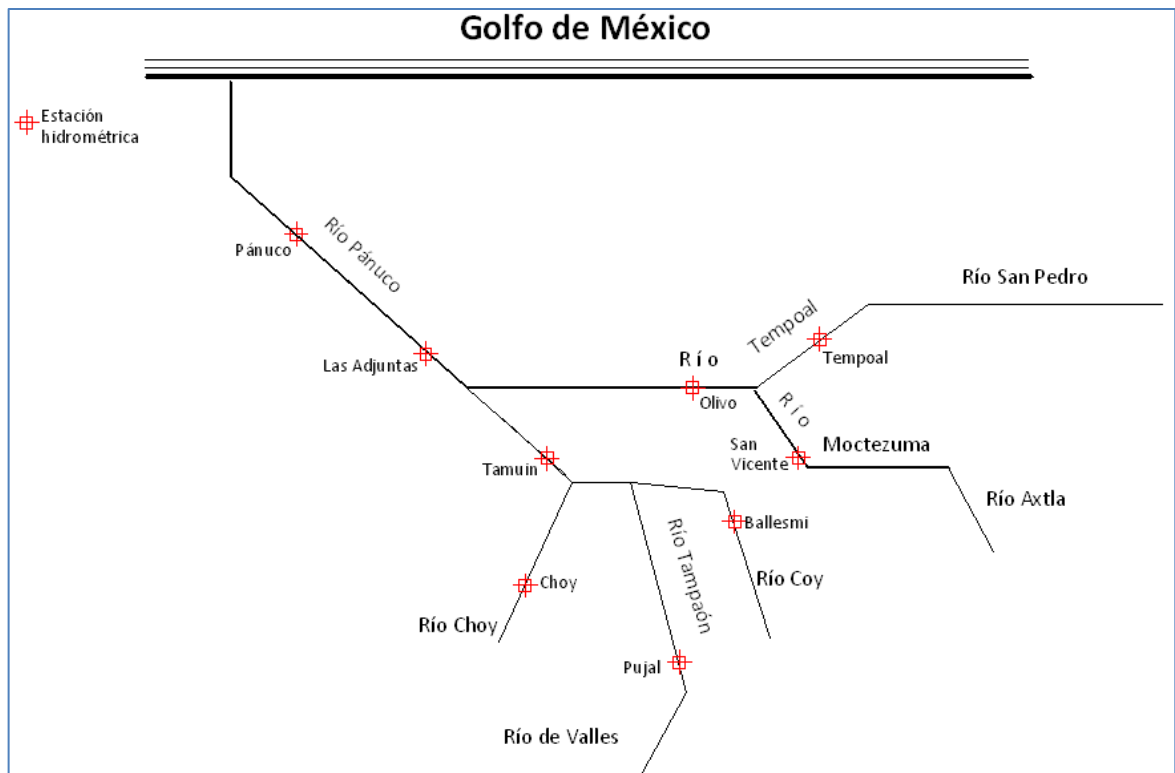


Figura 1.2 Esquema de la zona de estudio

## *1.2 Eventos que han generado grandes inundaciones en la zona*

Debido a las características fisiográficas mencionadas anteriormente, el estado de Veracruz es constantemente afectado por inundaciones. La superficie inundable en el estado es de 5,770km<sup>2</sup> (Tejeda, 2005), entre los años de 1950 y 1994 se registraron 255 inundaciones. A continuación se enlistan los eventos que han producido mayores daños, en el estado, hasta el año 2005:

### *1955 Huracanes Hilda, Janet y Gladys*

Afectaron principalmente la cuenca del Pánuco. Provocaron en total 110 muertes, se registraron gastos de 4 002 m<sup>3</sup>/s en la estación Tempoal y 4810m<sup>3</sup>/s en la estación Pujal. El área inundada estimada fue de 6400 km<sup>2</sup> aproximadamente, provocando la pérdida de 20 000 cabezas de ganado. (CENAPRED, 2001 y 2007)

### *1990 Huracán Diana*

Se registraron 139 muertes. Aproximadamente 50 000 habitantes afectados. Los daños totales se cuantificaron en 50.85 millones de dólares. (CENAPRED, 2001 y 2007)

### *1993 Huracán Gert*

El gasto máximo que se presentó en el Pánuco fue el mayor registrado hasta ese entonces, 427mm estación hidrométrica Tanzabaca. La inundación provocó 40 muertes, 50000 damnificados, 70000 personas incomunicadas y 5000 viviendas inundadas. (CENAPRED, 2001 y 2007)

### *1999 Depresión tropical 11*

387 muertes totales, 1904000 habitantes afectados, daños totales cuantificados en 807.50 millones de dólares. Los sectores con mayores afectaciones fueron la agricultura, vivienda, transporte y comunicaciones y agua y saneamiento (CENAPRED, 2001).

### *2003 Lluvias atípicas*

10 muertes, 6327 habitantes afectados, 1054 viviendas y 5 escuelas dañadas, se perdieron 425 ha de cultivos (CENAPRED, 2004).

### 1.3 Municipio Pánuco

Aunque las inundaciones producidas por el desbordamiento del río Pánuco y sus afluentes ocurren en gran parte de la cuenca baja, en seguida se describen las características del municipio de Pánuco por ser el más afectado (Figura 1.3)

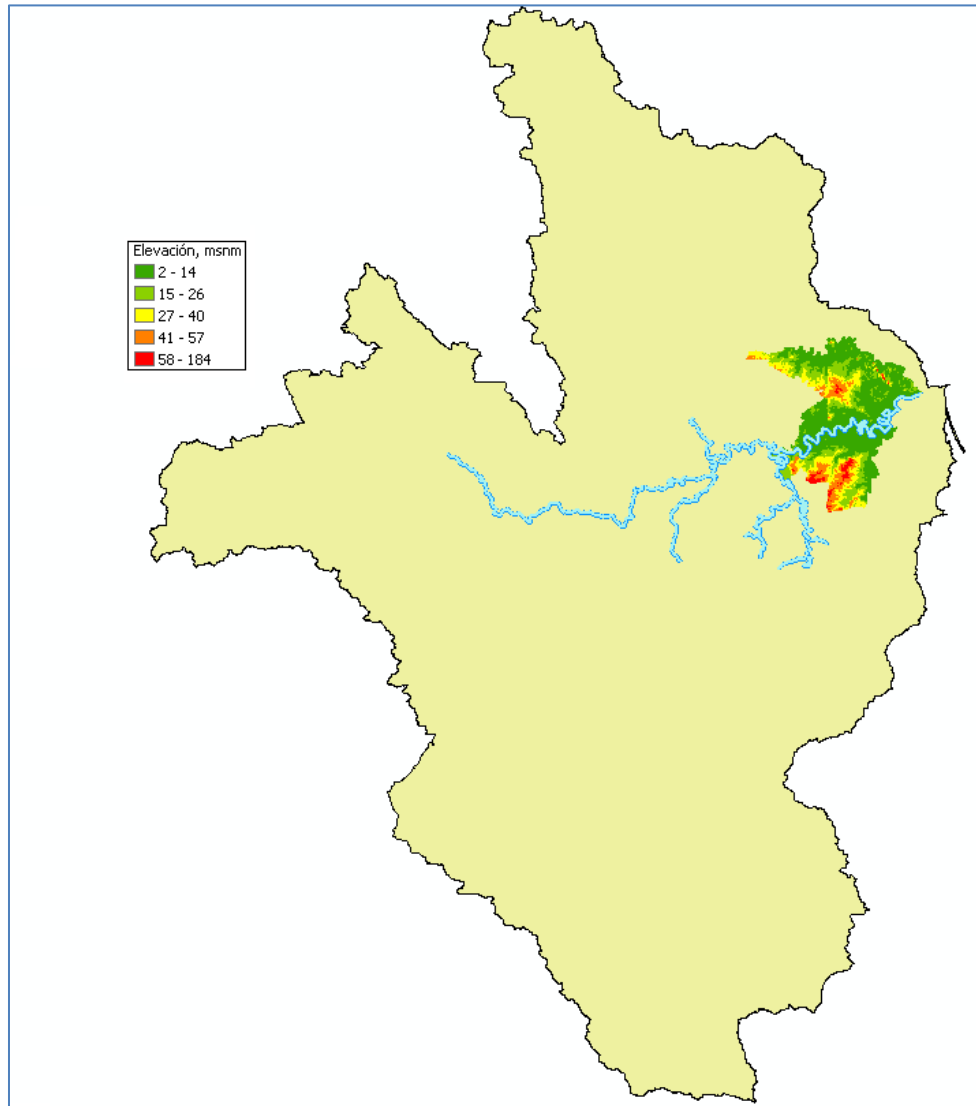


Figura 1.3 Ubicación del municipio en la cuenca

La palabra Pánuco proviene de la lengua huasteca y significa “En el paso”, haciendo referencia al paso del río cuyo estudio es objetivo de este trabajo.

Dicho municipio representa el 4.4% de la superficie del estado de Veracruz, colinda al norte, este y oeste con el estado de Tamaulipas, al este también lo hace con los municipios de Pueblo Viejo, Tampico Alto y Ozuluama; al oeste, con el estado de San Luis Potosí y al sur con los municipios de Ozuluma, Tempoal, El Higo y el estado de San Luis Potosí.

El municipio pertenece a la Llanura Costera del Golfo Norte, la mayor parte de la superficie municipal es llanura (Tabla 1.1), las principales formaciones montañosas del lugar no alcanzan los 200m (Tabla 1.2), lo cual es una evidencia de la falta de protección contra huracanes.

Tabla 1.1 Fisiografía

Nombre de la topoforma	% de la superficie municipal
Lomerío	20.19
Llanura	54.22
Llanura con lomerío	22.90
Valle	0.81
Valle con llanuras	1.88

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de Pánuco

Tabla 1.2 Elevaciones principales

Nombre	Altitud, m
Cerro La Tortuga	100
Cerro El Carrizal	140
Cerro Pitahaya	180

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de Pánuco

La geología del lugar pertenece principalmente al Cenozoico, las unidades litológicas más abundantes son de origen aluvial y lutitas. El suelo predominante es vertisol (Tabla 1.3), el cual puede ser aprovechado para el desarrollo de diversas actividades -agrícolas, ganaderas, apícolas, de pesca e incluso madereras- (Tabla 1.4), ello se da gracias a la abundancia de recursos hídricos (Figura 1.4) en la zona, constituidos por 15 corrientes de agua y 13 lagunas (Tabla 1.5)

Tabla 1.3 Suelos dominantes

Unidad	Subunidad	Textura	% de la superficie
Cambisol	Cálcico	Media	0.15
	Gléyico	Media	4.02
Rendzina	----	Media, Fina	1.98
Feozem	Calcárico	Media	2.97
Regosol	Calcárico	Fina	0.33
Vertisol	Crómico	Fina	8.74
	Pélico	Fina	68.04
Solonchak	Gléyico	Fina	1.34
	Órtico	Fina	0.64
Otro			11.79

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de Pánuco

Tabla 1.4 Actividades agropecuarias

AGRICULTURA Y VEGETACIÓN			
Concepto	% de la superficie municipal	Productos	Utilidad
Agricultura	16.70	Maíz, caña de azúcar, naranja dulce	Comestible
Pastizal	59.93	Gramma, estrella africana	Forraje
Selva	6.03	Ceiba, tronadora, palo mulato	Artesanías y madera
Matorral	0.29	Palmilla, navajita	Artesanías y forraje
POBLACIÓN GANADERA Y AVÍCOLA			
Concepto	Cabezas	Valor de la población, miles de pesos	
Bovino	120 354	643141.7	
Porcino	10 427	13487.3	
Ovino	8 937	6255.9	
Caprino	885	318.6	
Équido	4 011	14395.5	
Aves	19 050	492.4	
PRODUCCIÓN FORESTAL MADERABLE			
Concepto	Volumen, m <sup>3</sup> rollo	Valor, miles de pesos	
Preciosas	7	6.8	
Comunes tropicales	16	11	

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de Pánuco

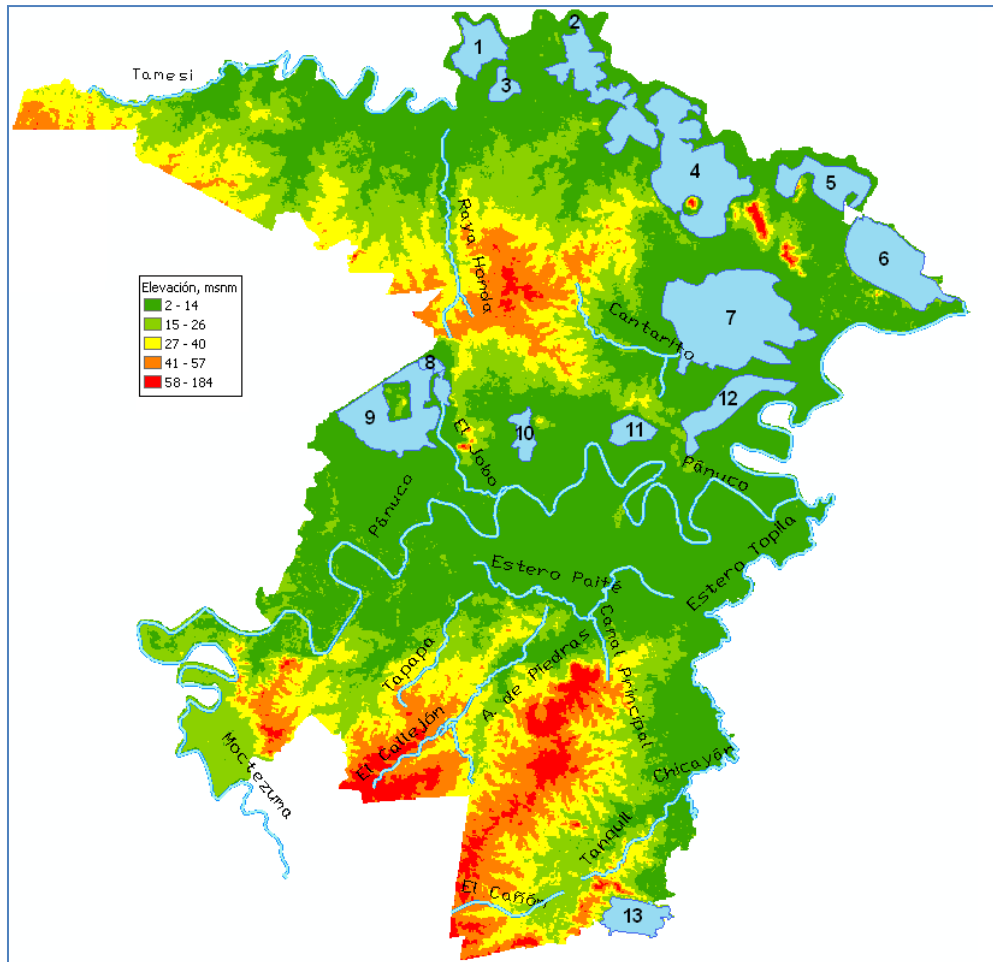


Figura 1.4 Hidrografía

Tabla 1.5. Lagunas

	<b>Nombre</b>		<b>Nombre</b>
1	Las Pintas	8	Morland
2	Quintero	9	Nacatá
3	Jopoy	10	Tanchincuín
4	La Tortuga	11	Las Olas
5	Mayorazgo	12	Montecillos
6	Chairel	13	Paso de Piedras
7	Chila		

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de Pánuco

El curso del río Pánuco, pasa enteramente por este municipio, por lo que cualquier variación en el nivel del agua del cauce impactará de manera directa a la población, por lo que es necesario generar medidas de prevención y mitigación de inundaciones. En este trabajo se obtendrán avenidas de diseño asociadas a diversos periodos de retorno, con base en las cuales será posible diseñar las medidas de prevención y mitigación de inundaciones.

## Capítulo 2

# Estimación de avenidas de diseño a partir de la muestra original

---

Anteriormente, ha quedado expresada la necesidad de establecer medidas de prevención de inundaciones en la zona de estudio, para ello es necesario generar avenidas de diseño. En este capítulo se describirá el procedimiento seguido para la obtención de dichas avenidas a partir de registros obtenidos de la base de datos de la Comisión Nacional del Agua, *BANDAS*.

Los nombres de las estaciones hidrométricas (Figura 2.1) con las que se trabajó, así como su clave y la corriente en la que se encuentran, se muestran en la Tabla 2.1, la disponibilidad y longitud de los registros de cada una se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.1 Estaciones hidrométricas

Estación	Clave	Corriente
<b>Tempoal</b>	26248	Tempoal
<b>Pujal</b>	26272	Tampaón
<b>Choy</b>	26278	Choy
<b>El Olivo</b>	26387	Tempoal
<b>San Vicente</b>	26415	Moctezuma
<b>Tamuin</b>	26224	Tampaón
<b>Ballesmi</b>	26241	Coy
<b>Las Adjuntas</b>	26255	Pánuco
<b>Pánuco</b>	26424	Pánuco



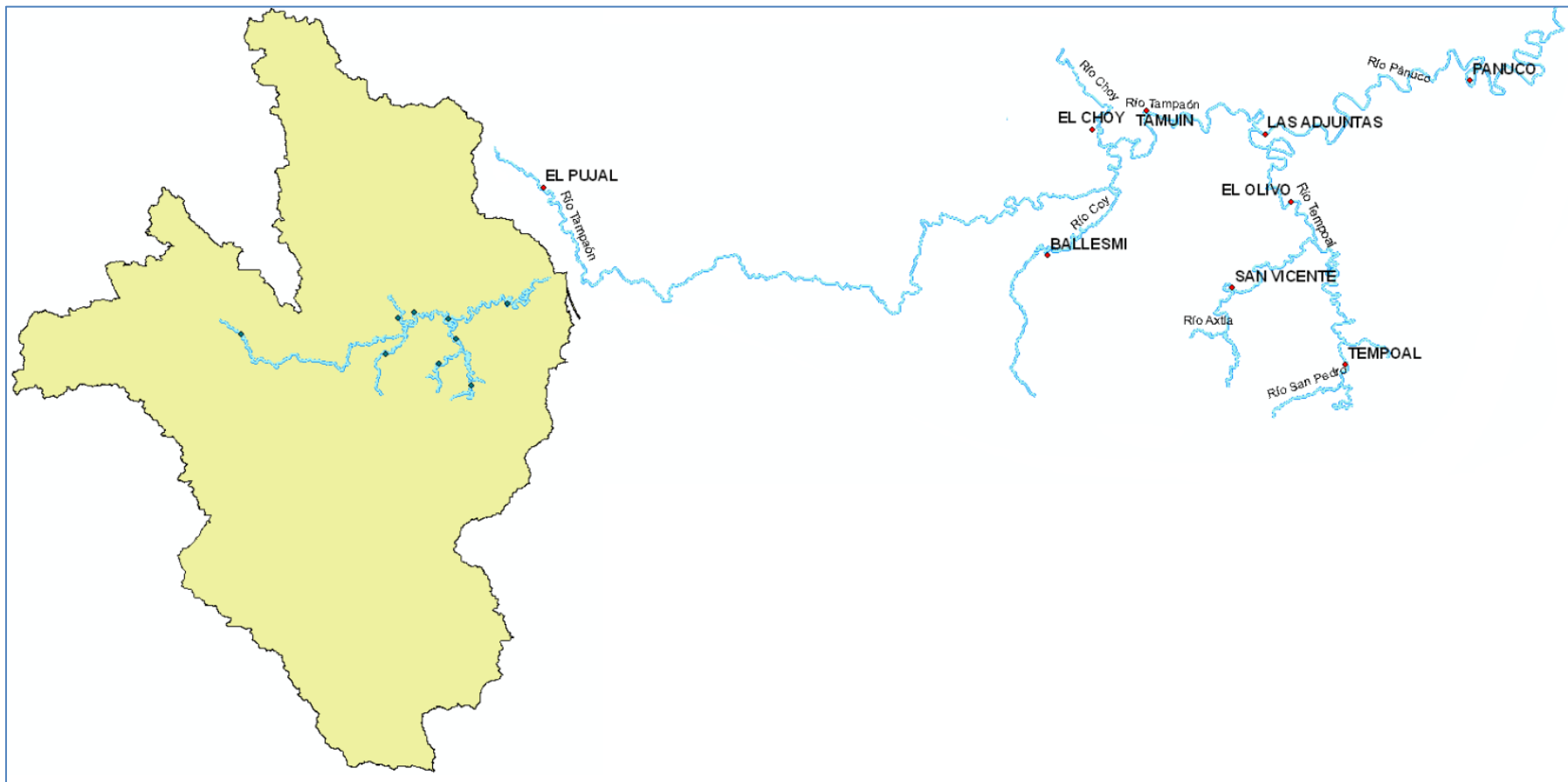


Figura 2.1 Estaciones y corrientes

Tabla 2.2 Existencia de datos

Año	Tempoal	Pujal	El Choy	El Olivo	San Vicente	Tamuin	Ballesmi	Las Adjuntas	Pánuco
1953		X							
1954	X	X					X		
1955	X	X					X		
1956	X	X					X	X	
1957	X	X					X	X	
1958	X	X					X	X	
1959	X	X	X				X	X	
1960	X	X	X				X	X	
1961	X	X	X				X	X	
1962	X	X	X				X	X	
1963	X	X	X				X	X	
1964	X	X	X				X	X	
1965	X	X	X				X	X	
1966	X	X	X				X	X	
1967	X	X	X	X			X	X	
1968	X	X	X	X			X	X	
1969	X	X	X	X			X	X	
1970	X	X	X	X			X	X	
1971	X	X	X	X			X	X	
1972	X	X	X	X	X		X	X	X
1973	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1974	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1975	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1976	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1977	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1978	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1979	X	X	X	X	X	X		X	X
1980	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1981	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1982	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1983	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1984	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1985	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1986	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1987	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1988	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1989	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1990	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1991	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1992	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1993	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1994	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1995	X	X	X	X	X			X	X
1996	X	X	X	X	X		X	X	X
1997	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1998	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1999	X	X	X	X	X		X	X	X

X= datos existentes

## 2.1 Calidad de la información

La calidad de la información se verificó efectuando una comprobación aritmética, en la cual la suma de las entradas debería corresponder a la magnitud de las salidas. Dicha comprobación se realizó en el orden siguiente:

- $Q_{entrada} = \text{Choy} + \text{Pujal} + \text{Ballesmi}$   $Q_{salida} = \text{Tamuin}$
- $Q_{entrada} = \text{San Vicente} + \text{Tempoal}$   $Q_{salida} = \text{Olivo}$
- $Q_{entrada} = \text{Olivo} + \text{Tamuin}$   $Q_{salida} = \text{Adjuntas}$
- $Q_{entrada} = \text{Adjuntas}$   $Q_{salida} = \text{Pánuco}$
- 

En las Tablas 2.3 a 2.6, se muestran los resultados de la comparación de datos, cabe señalar que sólo se realizaron las operaciones para los registros comunes. Se realizó la suma de los gastos de entrada  $Q_{entrada}$  y se comparó con los gastos de salida  $Q_{salida}$  por medio de un factor  $Factor = Q_{salida} / Q_{entrada}$ . La media de dicho factor fue de 1.14, por lo que se consideró aceptable la calidad de la información.

Tabla 2.3 Comparación. Salida: Tamuin

AÑO	MES	DIA	Pujal	Ballesmi	Choy	Tamuin	Factor =Qsal/Qent
1973	7	7	1290.94	88.99	31.12	1683.30	1.19
1973	7	8	1247.44	77.25	24.16	1464.10	1.09
1973	7	9	1676.67	86.31	40.60	1600.60	0.89
1973	7	10	1451.82	88.30	33.12	1697.80	1.08
1973	7	11	1012.95	77.55	28.98	1338.40	1.20
1973	7	12	761.97	57.64	19.97	1026.40	1.22
		⋮					
1990	7	9	450.33	68.44	8.68	500.48	0.95
1990	7	10	384.02	56.51	5.54	496.62	1.11
1990	7	11	312.25	45.55	5.23	407.36	1.12
1990	7	12	290.12	38.36	4.14	379.29	1.14
1990	7	13	257.28	35.13	3.31	337.84	1.14
1990	7	14	224.72	32.73	3.01	296.42	1.14
		⋮					
1992	5	26	129.91	158.99	4.94	154.60	0.53
1992	5	27	121.16	142.60	4.85	150.71	0.56
1992	5	28	116.01	136.78	5.12	147.17	0.57
1992	5	29	108.85	129.88	5.15	157.86	0.65
1992	5	30	107.69	142.00	5.63	264.53	1.04
1992	5	31	195.15	245.47	5.53	377.12	0.85

Tabla 2.4 Comparación. Salida: Olivo

AÑO	MES	DIA	Sn Vicente	Tempoal	Suma	Olivo	Factor =Qsal/Qent
1972	4	1	45.54	13.21	58.75	59.66	1.02
1972	4	2	47.34	13.76	61.09	58.88	0.96
1972	4	3	48.29	14.33	62.62	60.24	0.96
1972	4	4	46.07	14.47	60.54	59.75	0.99
1972	4	5	43.80	13.84	57.64	57.95	1.01
1972	4	6	40.27	13.18	53.45	55.29	1.03
⋮							
1991	2	21	35.36	13.36	48.72	65.64	1.35
1991	2	22	35.36	12.99	48.35	64.48	1.33
1991	2	23	35.36	12.74	48.09	63.43	1.32
1991	2	24	35.36	12.49	47.85	62.38	1.30
1991	2	25	35.36	12.27	47.63	61.00	1.28
1991	2	26	35.36	12.27	47.63	59.86	1.26
⋮							
1999	12	23	100.73	18.63	119.36	119.50	1.00
1999	12	24	101.12	18.58	119.70	121.98	1.02
1999	12	25	103.33	18.50	121.83	121.66	1.00
1999	12	26	101.24	18.44	119.68	121.40	1.01
1999	12	27	100.25	18.64	118.89	118.12	0.99

Tabla 2.5 Comparación. Salida: Adjuntas

AÑO	MES	DIA	Olivo	Tamuin	Suma	Adjuntas	Factor =Qsal/Qent
1973	7	7	1340.39	1683.30	3023.69	2881.18	0.95
1973	7	8	1115.91	1464.10	2580.01	2595.90	1.01
1973	7	9	1178.83	1600.60	2779.43	2598.76	0.93
1973	7	10	1254.65	1697.80	2952.45	2753.03	0.93
1973	7	11	974.36	1338.40	2312.76	2496.66	1.08
1973	7	12	730.03	1026.40	1756.43	2088.75	1.19
⋮							
1984	9	20	2683.96	1277.16	3961.12	4102.89	1.04
1984	9	21	1876.54	1134.73	3011.26	3556.79	1.18
1984	9	22	1471.29	1004.87	2476.16	3254.19	1.31
1984	9	23	1445.53	979.59	2425.12	3361.02	1.39
1984	9	24	1932.07	1086.64	3018.70	3478.71	1.15
1984	9	25	1881.79	1117.95	2999.74	3568.54	1.19
⋮							
1998	12	23	186.93	149.14	336.07	285.98	0.85
1998	12	24	180.25	149.44	329.68	282.01	0.86
1998	12	25	180.25	150.01	330.26	279.47	0.85
1998	12	26	170.74	150.71	321.45	271.05	0.84
1998	12	27	169.08	151.05	320.13	263.63	0.82

Tabla 2.6 Comparación. Salida: Pánuco

AÑO	MES	DIA	Adjuntas	Pánuco	Factor =Qsal/Qent
1972	2	1	169.85	234.50	1.38
1972	2	2	204.36	272.42	1.33
1972	2	3	199.06	266.21	1.34
1972	2	4	184.06	249.87	1.36
1972	2	5	176.15	240.75	1.37
⋮					
1981	12	9	475.74	557.53	1.17
1981	12	10	440.89	486.70	1.10
1981	12	11	477.02	458.27	0.96
1981	12	12	531.26	485.85	0.91
1981	12	13	465.46	465.67	1.00
1981	12	14	398.57	444.24	1.11
⋮					
1999	12	22	225.89	300.17	1.33
1999	12	23	223.79	292.19	1.31
1999	12	24	224.05	256.98	1.15
1999	12	25	225.27	267.56	1.19
1999	12	26	224.84	235.29	1.05
1999	12	27	221.81	246.27	1.11

## 2.2 Análisis de frecuencias

Una vez verificada la calidad de los registros, se obtuvieron los eventos máximos anuales para duraciones de 1 a 15 días, Tablas 2.7-2.15, para poder llevar a cabo el análisis de frecuencias de los datos. Se consideró hasta 15 días debido a que, por las características de la cuenca, los eventos de larga duración son los que mayor impacto tienen sobre la región. El objetivo principal del análisis de frecuencias es relacionar la magnitud de eventos extremos con la frecuencia en la que ocurren, mediante el uso de funciones de probabilidad, de forma que se pueda estimar cada cuánto una variable supera una determinada magnitud.

Tabla 2.7 Gastos promedio máximos anuales. Estación Temporal

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1954	2070.33	1993.98	1861.16	1740.11	1609.37	1520.53	1418.19	1332.57	1255.12	1180.10	1107.98	1041.64	981.84	926.83	878.97
1955	5579.69	4807.81	4278.05	3777.42	3438.15	3125.42	2818.08	2548.98	2322.59	2140.23	1984.41	1861.60	1751.19	1686.17	1614.62
1956	4113.79	3809.99	3424.74	3021.35	3148.12	2416.55	2164.26	1970.64	1818.48	1697.14	1597.50	1509.23	1423.30	1344.58	1274.72
1957	409.93	376.23	338.39	293.89	260.29	236.31	217.82	205.15	192.43	184.37	179.92	175.33	169.90	164.72	160.73
1958	3614.99	2952.72	2691.30	2367.96	2143.03	1919.39	1731.27	1586.79	1463.35	1357.16	1263.78	1181.32	1108.61	1075.34	1066.88
1959	1294.67	1123.21	894.67	730.98	632.02	558.40	503.11	460.65	427.18	398.60	377.94	363.68	353.88	340.69	327.04
1960	1031.11	796.46	655.79	578.36	514.40	459.31	414.27	377.45	347.64	322.69	309.61	299.64	292.50	282.25	271.19
1961	788.58	748.56	676.06	636.11	638.89	637.49	620.18	585.36	543.30	504.32	472.42	444.14	418.18	394.74	373.88
1962	623.88	562.95	507.61	459.95	430.01	394.04	378.93	358.33	336.16	327.69	311.95	298.49	293.51	289.20	284.91
1963	1616.45	1469.54	1257.72	1121.74	970.42	863.30	772.05	695.73	635.01	584.46	541.28	504.16	472.91	451.05	431.05
1964	579.99	565.80	466.92	392.59	346.97	310.00	280.49	256.42	236.50	219.75	205.55	195.91	188.80	181.59	174.63
1965	759.29	698.44	644.23	603.69	594.17	585.68	578.56	557.82	539.05	518.46	497.95	493.21	485.76	478.85	467.11
1966	1717.35	1664.80	1497.01	1375.07	1212.05	1094.51	1004.02	941.49	873.98	816.97	766.07	719.62	677.26	649.80	626.74
1967	1883.45	1837.51	1576.16	1437.90	1421.72	1334.50	1236.44	1143.46	1067.60	993.49	977.23	950.14	926.90	897.13	868.04
1968	1013.47	969.95	852.13	732.52	655.04	584.25	559.63	592.84	581.21	560.46	531.60	509.85	507.07	488.21	468.94
1969	1770.82	1700.95	1594.69	1478.79	1393.32	1327.29	1264.16	1199.17	1165.86	1162.38	1147.36	1125.53	1096.20	1068.69	1035.38
1970	1397.49	1365.96	1285.75	1227.92	1119.72	455.43	956.79	882.98	816.35	757.97	708.72	666.52	629.11	595.24	564.53
1971	1466.61	1199.63	1054.51	1044.51	1022.14	948.59	886.53	818.18	763.19	714.81	673.21	636.88	602.55	578.91	558.09
1972	947.76	924.39	866.09	845.20	817.50	778.58	737.46	702.59	660.68	626.39	593.36	561.88	549.34	535.59	521.06
1973	1490.42	1260.98	1163.63	1052.26	968.90	967.64	905.17	855.23	794.56	744.60	709.49	712.36	700.42	686.51	667.04
1974	4534.12	4516.16	3902.21	3576.73	3148.12	2778.27	2459.04	2199.43	2000.81	1881.33	1766.61	1652.25	1549.89	1459.46	1378.62
1975	3794.53	3612.53	3615.89	3466.39	3267.08	3085.58	2901.60	2708.71	2526.14	2332.47	2165.43	2016.15	1883.70	1768.91	1669.78
1976	1257.24	1102.12	976.92	874.44	783.47	773.44	758.05	725.19	696.37	664.52	633.51	611.55	589.42	568.32	573.03
1977	388.45	309.90	277.71	258.73	259.49	259.52	252.19	238.71	224.77	221.57	211.50	200.92	191.19	182.31	173.85
1978	3638.58	3145.86	2890.24	2517.39	2183.94	1945.51	1735.20	1559.90	1415.76	1298.51	1200.76	1117.99	1047.14	988.85	954.87
1979	1603.00	1435.18	1236.05	1116.27	971.05	847.03	756.12	682.59	622.89	574.90	544.40	549.94	545.25	524.86	503.91
1980	1063.10	1017.56	910.21	828.60	735.96	673.98	613.90	563.13	520.21	483.18	450.69	422.25	396.80	374.37	354.33
1981	1920.83	1571.13	1375.06	1242.94	1079.06	961.33	863.63	781.25	815.31	841.35	834.03	807.74	779.26	756.43	734.14
1982	493.15	414.73	350.07	290.00	248.84	218.83	195.91	177.73	163.01	151.15	141.14	132.52	125.17	118.86	113.27
1983	816.70	772.89	724.25	695.32	665.44	632.45	600.64	573.73	542.74	515.79	492.79	470.81	452.92	435.07	417.51
1984	3871.17	3727.06	3326.20	2980.78	2765.27	2556.15	2320.12	2103.22	1994.93	1956.10	1931.17	1928.23	1929.48	1897.91	1831.21
1985	1821.92	1672.43	1450.73	1286.73	1111.72	969.77	862.89	786.80	722.27	674.24	637.59	608.57	581.15	554.59	528.80
1986	455.83	422.24	385.41	348.19	311.73	286.76	271.00	263.54	252.24	242.82	232.05	224.83	224.13	221.42	218.21
1987	1533.25	1485.86	1280.56	1122.29	1024.42	927.13	841.01	769.73	711.63	661.62	621.36	584.75	552.11	523.31	498.45
1988	3002.14	2809.88	2526.52	2167.50	1921.40	1687.80	1493.10	1337.02	1211.30	1110.09	1026.02	953.12	889.38	834.84	787.38
1989	605.28	516.29	499.21	455.47	461.96	462.48	451.51	429.79	437.34	432.17	414.54	395.09	378.16	361.45	345.67
1990	1494.70	1348.86	1250.58	1148.03	1025.85	934.50	852.64	778.86	716.64	666.06	623.77	587.95	557.14	530.28	506.44
1991	3430.32	3273.56	3106.00	2812.35	2536.93	2276.91	2065.31	1876.68	1708.10	1565.47	1443.17	1337.74	1246.44	1167.20	1097.84
1992	2182.15	1721.58	1566.02	1329.06	1133.11	987.67	880.71	809.43	769.54	746.69	710.56	671.76	647.97	676.44	672.56
1993	5885.89	5059.44	4650.24	3988.54	3388.99	2916.20	2556.65	2322.67	2159.75	2010.05	1893.87	1792.03	1692.28	1607.81	1527.60
1994	1057.20	838.71	728.25	626.46	541.52	476.83	429.50	412.19	395.96	379.20	363.06	345.59	329.71	316.42	304.27

Continúa Tabla 2.7

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
<b>1995</b>	666.26	550.77	506.91	445.87	407.60	401.72	406.51	393.33	388.68	376.09	361.36	343.98	345.32	343.46	338.08
<b>1996</b>	640.91	607.38	586.20	566.96	528.92	481.17	442.20	405.07	372.29	345.65	323.81	307.82	296.42	288.06	289.75
<b>1997</b>	814.01	760.23	646.72	617.39	586.72	538.11	488.06	447.46	410.72	379.57	353.13	330.40	310.82	293.76	278.83
<b>1998</b>	1221.38	1136.79	1024.40	917.77	839.94	755.33	677.10	644.64	660.95	666.37	674.30	667.06	648.69	630.70	608.09
<b>1999</b>	2521.02	2453.38	2189.70	1986.13	1922.46	1825.20	1726.63	1588.92	1451.92	1345.49	1314.11	1294.57	1243.06	1193.39	1137.55

Tabla 2.8 Gastos promedio máximos anuales. Estación Tamuin

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
<b>1973</b>	1697.80	1649.20	1587.50	1611.45	1556.84	1468.43	1383.19	1306.11	1239.21	1210.05	1180.22	1147.26	1111.66	1080.74	1048.25
<b>1974</b>	2659.80	2564.65	2526.03	2440.35	2384.50	2300.05	2225.20	2154.76	2091.41	2035.03	1974.39	1910.18	1844.92	1780.11	1716.39
<b>1975</b>	2089.10	2086.75	2062.07	2042.28	2005.10	1979.58	1948.94	1907.66	1873.34	1819.87	1759.42	1708.63	1652.73	1596.31	1541.96
<b>1976</b>	3192.44	3175.61	3078.74	3004.28	2924.16	2846.83	2777.00	2691.55	2624.85	2561.50	2504.06	2442.64	2385.55	2316.93	2256.34
<b>1977</b>	1635.14	1494.25	1360.79	1285.60	1200.72	1114.55	1036.63	965.75	901.37	844.01	793.51	750.44	714.24	683.22	654.74
<b>1978</b>	1783.08	1748.12	1726.34	1684.11	1628.59	1560.91	1497.55	1445.24	1392.14	1338.26	1283.62	1230.21	1179.59	1145.75	1129.46
<b>1979</b>	1120.90	1109.30	1054.93	994.63	951.28	904.03	859.31	818.46	782.67	752.33	723.25	695.23	674.05	670.32	668.17
<b>1980</b>	1009.73	985.82	947.07	903.68	858.64	822.46	796.21	794.40	733.94	701.16	668.58	637.16	607.15	579.16	553.71
<b>1981</b>	1304.40	1285.21	1255.24	1218.57	1185.69	1153.91	1128.56	1113.46	1130.41	1141.20	1139.23	1135.80	1127.10	1116.34	1100.80
<b>1982</b>	339.16	318.33	302.31	293.75	287.01	283.85	271.33	258.62	246.96	237.22	228.03	219.24	211.31	204.85	199.01
<b>1983</b>	1414.07	1385.71	1374.68	1340.77	1311.47	1270.89	1228.11	1187.14	1140.80	1092.19	1050.13	1009.92	970.81	933.56	899.05
<b>1984</b>	1814.75	1771.05	1731.46	1678.50	1636.66	1600.91	1560.34	1525.30	1502.89	1483.69	1464.91	1442.67	1418.98	1392.82	1366.96
<b>1985</b>	1102.15	1096.19	1053.47	1027.81	977.15	921.98	871.29	827.00	789.60	760.13	735.29	738.56	735.83	729.42	718.60
<b>1986</b>	795.65	750.77	735.44	705.74	672.47	647.91	621.60	596.24	576.53	563.62	554.08	540.66	525.87	511.77	499.47
<b>1987</b>	920.09	908.27	884.77	855.63	829.76	795.30	765.36	738.62	712.38	686.51	660.81	633.82	607.73	584.62	563.05
<b>1988</b>	1448.54	1405.57	1386.85	1373.17	1364.41	1340.00	1312.78	1285.57	1252.34	1212.00	1167.88	1124.74	1086.86	1048.74	1010.39
<b>1989</b>	650.62	633.14	587.63	555.60	561.05	561.73	554.03	542.22	530.28	514.55	496.51	477.37	460.82	444.94	431.67
<b>1990</b>	1637.24	1631.10	1621.00	1587.92	1538.76	1487.12	1434.13	1388.80	1337.56	1287.38	1238.07	1191.06	1146.28	1106.31	1073.00
<b>1991</b>	2464.22	2445.97	2376.26	2313.86	2186.15	2145.95	2154.15	2154.18	2137.36	2100.37	2054.32	2013.10	1970.51	1930.40	1892.24
<b>1992</b>	1449.82	1387.44	1352.52	1279.42	1229.18	1174.21	1120.46	1083.04	1041.63	1001.48	966.45	937.02	912.34	886.34	862.27
<b>1993</b>	3571.01	3518.72	3379.38	3219.17	3036.98	2880.48	2752.15	2650.23	2559.37	2470.62	2382.91	2297.86	2218.48	2145.03	2074.42
<b>1994</b>	885.83	858.89	810.89	771.50	742.54	710.64	682.39	655.24	628.40	612.19	603.16	591.66	581.16	568.23	553.55
<b>1998</b>	959.52	957.18	953.30	943.60	922.90	897.78	869.06	853.69	860.44	858.41	853.57	846.79	835.25	818.35	800.01

Tabla 2.9 Gastos promedio máximos anuales. Estación Pujal

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1953	317.14	284.54	2018.42	238.53	222.49	207.99	196.90	188.27	181.80	175.57	169.47	163.73	158.44	153.54	149.06
1954	2855.50	2834.75	2469.13	2202.59	1947.71	1762.15	1599.65	1470.91	1375.84	1291.72	1221.98	1169.60	1130.35	1094.22	1059.26
1955	5078.75	4695.79	4485.57	4158.61	3763.39	3342.66	3032.28	2767.04	2545.49	2364.74	2336.23	2480.31	2587.03	2629.23	2599.45
1956	2286.50	2215.75	2036.37	1849.75	1695.32	1587.54	1465.73	1362.78	1272.62	1196.65	1132.57	1076.57	1028.58	988.01	952.16
1957	464.71	387.34	376.28	359.71	334.21	329.25	327.78	329.95	328.74	321.29	2588.20	2513.64	2431.93	2353.80	2281.25
1958	2466.87	2202.93	2020.40	1911.23	1828.27	1752.21	1654.47	1568.38	1477.98	1392.94	1322.04	1260.46	1216.87	1174.34	1136.92
1959	405.70	369.60	350.94	333.65	326.51	324.15	318.35	308.84	297.96	288.93	279.45	270.56	262.70	254.84	251.26
1960	731.49	649.34	613.43	601.87	586.11	579.28	582.75	580.80	570.59	559.05	548.28	537.30	525.03	511.27	497.05
1961	1352.79	1312.67	1252.74	1213.76	1185.63	1105.14	1020.98	956.17	895.82	841.62	793.89	751.79	714.45	681.32	652.43
1962	450.51	420.73	385.36	347.81	325.05	300.78	284.55	272.27	263.48	256.30	248.91	242.38	236.29	229.86	223.28
1963	1016.56	1000.69	915.93	808.30	717.12	644.37	591.46	547.35	509.77	482.41	459.88	439.46	420.76	403.39	387.35
1964	383.05	359.31	327.67	295.51	270.02	252.75	246.69	241.62	234.38	228.95	235.06	234.46	231.89	228.07	223.96
1965	990.47	963.79	883.55	810.98	755.62	703.03	659.22	622.34	587.26	560.82	542.87	529.08	515.54	504.08	492.27
1966	2087.85	1955.56	1839.84	1666.98	1523.32	1420.34	1325.42	1238.79	1160.73	1104.25	1061.12	1019.82	986.69	954.72	923.59
1967	2652.41	2633.30	2319.76	2127.95	1993.24	1854.96	1721.64	1605.27	1507.14	1424.15	1414.78	1449.18	1457.14	1447.91	1425.60
1968	897.14	879.76	802.34	748.13	725.63	746.11	732.03	713.42	689.52	670.11	663.43	662.39	649.55	637.34	623.29
1969	2635.85	2501.88	2304.16	2093.82	1953.83	1881.33	1811.70	1744.85	1663.07	1648.41	1657.02	1648.47	1634.18	1616.22	1610.47
1970	2509.52	2397.81	2224.32	2107.55	2000.81	1900.09	1794.83	1704.51	1622.79	1542.50	1467.15	1397.24	1332.89	1273.60	1218.94
1971	1378.74	1260.83	1145.97	1107.44	1084.15	1051.92	1017.03	974.17	963.60	975.08	985.34	985.81	975.35	963.38	944.09
1972	1429.96	1375.43	1332.22	1281.71	1261.18	1288.04	1282.00	1241.21	1192.10	1147.64	1097.99	1049.20	1007.68	982.22	960.59
1973	1945.80	1797.54	1720.36	1613.01	1562.03	1562.69	1546.85	1480.11	1411.95	1346.95	1293.28	1240.54	1192.22	1168.91	1155.16
1974	3845.50	3305.64	3121.22	2805.93	2520.92	2301.07	2148.73	2063.85	1968.07	1880.78	1797.83	1721.48	1651.08	1583.82	1520.42
1975	2846.37	2709.99	2664.62	2639.76	2537.82	2464.29	2352.52	2230.68	2112.49	2002.42	1908.36	1822.81	1744.51	1671.26	1604.45
1976	4307.62	4168.84	3863.45	3591.65	3335.60	3124.85	2936.79	2837.96	2752.76	2666.18	2588.20	2513.64	2431.93	2353.80	2281.25
1977	2309.26	2053.59	1754.47	1528.67	1341.64	1194.46	1079.67	988.17	913.70	851.93	800.22	757.55	722.16	690.30	661.65
1978	2921.69	2571.48	2406.14	2165.68	1975.37	1820.43	1682.49	1560.97	1457.32	1372.84	1296.14	1226.16	1162.84	1115.52	1091.31
1979	1231.36	1121.74	1084.74	993.73	915.40	852.95	793.57	741.07	695.89	658.71	627.17	622.48	630.04	623.66	611.23
1980	1019.55	965.73	893.41	823.51	754.19	695.47	648.38	607.28	571.87	540.08	511.59	486.90	465.23	445.56	427.47
1981	1510.90	1483.08	1462.46	1376.87	1292.46	1207.70	1123.35	1062.03	1073.43	1104.20	1103.75	1091.35	1069.78	1045.74	1020.78
1982	301.41	272.05	260.43	241.50	241.63	230.36	221.74	211.77	202.08	194.24	186.75	179.91	173.21	167.33	161.92
1983	1676.94	1637.37	1601.15	1542.35	1479.60	1394.61	1329.47	1257.46	1185.32	1124.34	1068.01	1015.07	966.57	923.89	885.28
1984	1961.33	1877.14	1824.65	1795.12	1719.85	1665.67	1598.85	1559.48	1557.56	1543.68	1511.75	1482.94	1453.74	1416.45	1380.19
1985	1250.20	1183.60	1115.73	1024.83	962.65	896.22	832.59	776.82	728.22	692.11	718.28	721.10	709.02	691.38	676.31
1986	771.40	754.04	689.42	650.88	602.26	569.13	537.88	508.65	503.19	493.22	480.23	465.52	450.89	436.80	423.19
1987	875.08	815.12	774.70	739.71	705.32	672.71	635.75	600.05	570.78	543.73	518.17	494.33	472.46	452.75	435.36
1988	1515.54	1409.46	1334.24	1241.31	1216.57	1185.29	1152.17	1107.14	1054.73	1001.26	950.90	904.60	862.18	823.69	789.82
1989	523.50	511.76	481.21	435.03	429.62	433.85	424.61	409.41	396.15	381.17	364.85	350.72	337.24	325.01	317.65
1990	2365.60	2298.82	2018.42	1820.13	1655.65	1528.09	1419.41	1323.53	1240.32	1166.89	1102.55	1047.31	998.53	954.69	914.86
1991	2230.48	2217.53	2076.54	1891.14	1717.19	1584.03	1597.38	1597.88	1586.11	1573.90	1534.40	1505.21	1480.28	1464.54	1449.90
1992	1931.50	1689.31	1576.14	1414.66	1283.46	1188.46	1102.93	1036.79	999.29	958.33	916.67	876.23	838.95	806.52	776.31
1993	4537.53	4210.95	3842.46	3564.88	3320.11	3077.49	2911.35	2779.04	2651.82	2525.10	2403.55	2289.16	2183.91	2121.94	2108.53
1994	1016.94	917.50	833.40	755.01	692.46	649.07	609.75	579.90	569.06	555.36	538.86	524.87	512.68	499.22	485.82
1995	1280.51	1233.69	1123.89	1063.12	1013.72	965.02	920.42	894.87	869.70	836.43	802.97	774.29	756.03	739.37	721.31
1996	2031.18	1975.46	1858.19	1789.98	1694.48	1593.04	1495.37	1404.82	1322.82	1256.61	1213.03	1204.06	1190.37	1192.89	1198.09
1997	986.65	895.05	783.04	742.74	703.55	652.00	609.63	572.03	537.04	506.12	478.73	458.31	440.58	423.74	408.05
1998	1110.44	1093.09	1048.47	1020.65	987.06	956.71	917.05	878.91	887.83	884.32	877.10	860.60	844.45	825.83	805.81
1999	1139.75	1068.23	1041.99	999.28	949.92	884.81	818.93	763.25	723.98	719.61	716.06	699.99	677.69	655.61	659.08



Tabla 2.10 Gastos promedio máximos anuales. Estación Choy

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1959	52.19	47.85	46.00	43.78	41.56	39.66	36.07	33.63	32.02	30.91	29.87	28.84	27.89	26.66	25.42
1960	28.49	28.14	27.94	27.39	26.25	25.24	24.30	24.48	23.44	23.28	23.15	22.48	21.42	20.38	19.43
1961	74.46	62.51	59.08	57.12	53.86	52.13	49.99	46.88	43.00	39.44	36.48	33.94	31.74	29.82	28.13
1962	28.55	26.41	24.84	22.09	19.33	17.14	15.29	14.54	13.92	13.09	12.28	11.58	11.03	10.50	10.04
1963	92.48	87.38	80.33	69.45	59.59	51.86	46.75	41.76	37.68	34.39	31.66	29.36	27.40	25.71	24.23
1964	11.12	9.24	7.59	6.61	5.80	5.28	5.01	4.75	4.54	4.34	4.44	4.68	4.61	4.46	4.33
1965	52.88	44.33	41.81	40.30	38.62	36.45	33.60	31.43	28.83	26.61	26.89	26.51	25.74	25.40	24.95
1966	102.37	98.24	94.51	87.35	80.55	77.87	73.54	69.02	65.19	61.60	58.58	56.28	53.97	51.18	48.46
1967	137.92	134.49	123.57	117.00	107.97	98.56	90.00	82.72	76.30	70.89	65.88	62.29	60.57	58.39	55.99
1968	42.90	41.76	39.20	35.67	30.68	26.74	24.37	22.51	20.86	19.38	18.11	17.04	16.21	15.83	15.22
1969	103.54	94.93	87.13	80.61	73.36	67.28	63.65	60.90	57.88	56.15	58.87	58.65	58.38	58.89	58.89
1970	116.45	115.88	102.36	92.26	83.26	77.05	71.37	66.16	60.88	56.16	52.01	48.49	45.35	42.58	40.15
1971	71.36	53.92	43.71	37.86	34.78	34.76	33.57	32.66	30.94	29.65	29.20	28.41	27.51	26.48	25.24
1972	60.92	53.81	48.42	42.56	40.76	41.05	40.21	38.28	35.36	32.69	30.93	30.95	31.33	32.08	32.45
1973	90.82	81.52	78.34	72.67	67.84	64.45	60.64	58.76	57.99	56.94	55.35	53.43	51.78	49.70	47.24
1974	158.06	149.54	135.65	125.61	117.93	108.81	99.67	95.74	90.76	85.16	79.59	74.44	69.81	65.93	62.44
1975	99.10	91.07	80.96	71.28	63.57	56.08	50.42	48.05	45.83	42.72	39.73	37.20	35.01	33.12	34.08
1976	154.51	151.67	140.44	132.71	126.46	130.19	128.44	126.08	123.67	120.75	116.79	113.47	109.54	105.15	100.93
1977	149.92	132.87	118.06	103.79	91.90	82.66	75.21	69.03	64.27	60.31	56.77	52.96	49.69	46.79	44.21
1978	97.49	93.11	81.47	70.24	63.18	56.23	50.12	45.13	40.97	37.62	34.79	32.40	30.36	28.59	28.85
1979	28.82	28.22	26.72	24.85	22.06	19.71	17.78	16.24	15.05	15.82	16.54	17.10	17.37	17.03	16.62
1980	25.94	25.29	20.63	16.96	14.63	13.69	12.59	11.68	10.92	10.25	9.65	9.11	8.64	8.22	7.90
1981	80.62	63.92	58.34	54.52	49.40	47.37	45.28	42.16	39.32	36.57	35.08	34.90	34.73	33.96	33.05
1982	52.48	41.37	33.44	28.37	24.82	23.62	22.37	20.63	18.99	17.68	16.49	15.42	14.48	13.67	12.95
1983	84.92	82.05	74.56	75.37	72.21	69.81	67.42	65.02	61.42	57.63	54.45	51.64	48.82	46.19	43.73
1984	74.01	69.49	65.41	61.78	58.41	57.15	54.58	51.89	47.97	45.90	44.29	42.83	41.72	42.83	42.93
1985	73.36	58.77	51.43	47.09	42.71	41.47	40.41	38.50	35.67	33.62	33.66	33.46	32.68	33.25	33.63
1986	72.52	67.16	56.63	48.11	42.22	36.93	32.91	29.80	27.31	25.42	24.59	23.46	22.29	21.29	20.31
1987	55.32	50.13	47.31	42.88	37.31	32.41	29.19	26.78	24.73	22.93	21.33	19.98	18.88	17.91	17.03
1988	74.55	72.34	69.71	66.41	63.11	60.19	56.93	53.68	50.29	46.49	43.11	40.26	37.75	35.53	33.59
1989	80.93	65.15	53.85	46.18	40.32	34.94	31.04	27.84	25.27	23.50	21.93	20.60	19.45	18.79	18.41
1990	132.89	120.89	106.99	94.81	84.58	77.41	70.54	63.97	58.69	53.87	49.71	46.15	43.09	40.45	38.13
1991	124.61	121.09	116.97	112.51	107.49	103.19	103.11	102.30	100.01	97.87	94.52	90.68	88.18	85.84	84.06
1992	43.21	37.26	30.90	25.16	21.45	18.84	16.88	15.39	14.23	13.31	12.58	11.98	11.45	10.98	10.57

Tabla 2.11 Gastos promedio máximos anuales. Estación El Olivo

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1967	784.10	737.14	700.51	659.61	610.57	563.49	521.10	485.79	456.89	430.80	407.35	386.22	368.33	352.01	337.53
1968	1991.54	1816.27	1746.48	1589.52	1447.55	1348.21	1390.04	1356.11	1329.35	1287.21	1242.75	1255.90	1265.77	1240.21	1203.46
1969	3421.03	3367.57	3308.29	3231.16	3144.70	3070.71	3010.60	2939.78	2822.37	2748.42	2739.46	2724.49	2702.93	2644.36	2593.20
1970	2974.76	2922.41	2713.72	2591.99	2412.48	2274.37	2227.32	2227.86	2168.59	2097.24	2009.57	1909.18	1809.15	1714.19	1627.41
1971	2530.25	2395.83	2310.53	2349.87	2300.67	2168.61	2074.19	1943.15	1835.49	1737.51	1654.54	1592.61	1552.09	1517.84	1485.04
1972	1994.81	1930.86	1874.19	1839.32	1799.35	1765.10	1695.33	1632.92	1549.34	1474.72	1405.89	1338.28	1304.74	1279.95	1248.16
1973	2432.38	2197.80	2131.36	1990.57	1905.95	1776.00	1649.44	1557.66	1499.88	1474.85	1466.53	1456.02	1462.97	1454.21	1431.66
1974	5095.46	5074.00	4965.07	4816.15	4584.47	4360.62	4126.07	3862.46	3630.66	3487.12	3353.76	3200.37	3047.60	2904.56	2771.20
1975	5518.89	5464.54	5397.59	5363.80	5185.57	5036.47	4873.92	4667.03	4453.78	4241.10	4006.21	3780.48	3573.27	3387.34	3220.87
1976	2535.50	2510.70	2469.23	2430.08	2414.42	2413.28	2362.17	2314.95	2233.34	2151.65	2077.01	1999.01	1932.70	1866.78	1804.87
1977	640.39	629.60	571.55	538.54	500.78	482.12	462.27	439.24	423.95	411.01	394.76	378.36	362.85	349.44	336.66
1978	4312.28	4278.12	4173.73	3926.75	3745.12	3486.30	3210.15	2949.94	2727.78	2548.70	2390.00	2249.34	2125.93	2045.57	2025.17
1979	3289.57	2878.45	2635.78	2427.06	2187.75	1968.66	1801.20	1667.95	1556.37	1464.36	1397.25	1401.36	1397.07	1365.69	1327.74
1980	2904.94	2754.89	2496.50	2242.76	2075.00	1897.80	1730.51	1585.06	1461.60	1355.76	1264.08	1184.12	1115.31	1055.33	1001.65
1981	3734.26	3708.75	3547.33	3280.55	3051.67	2776.81	2526.04	2333.96	2195.00	2253.37	2294.82	2274.38	2231.04	2183.61	2131.19
1982	731.77	664.52	573.45	511.94	462.77	419.14	382.65	352.15	329.23	314.47	300.74	290.82	280.88	272.04	263.01
1983	2321.85	2181.35	2091.76	1977.59	1893.78	1798.07	1729.02	1655.31	1572.35	1491.60	1420.11	1351.78	1289.69	1233.88	1181.47
1984	5015.30	4987.46	4954.55	4877.59	4823.85	4663.01	4383.36	4183.31	4141.77	4123.61	4151.10	4197.43	4229.08	4211.98	4110.11
1985	3166.87	3106.73	2887.49	2542.38	2331.41	2102.96	1907.01	1747.45	1617.39	1513.36	1436.54	1369.83	1318.20	1270.52	1221.06
1986	1179.64	1161.22	1069.33	1016.60	939.47	880.85	830.48	792.48	762.06	734.08	703.24	675.92	654.48	633.65	614.01
1987	2631.91	2457.01	2396.14	2259.56	2081.77	1960.26	1818.09	1680.89	1566.07	1467.22	1379.83	1303.39	1234.70	1172.39	1115.44
1988	4009.53	3894.95	3725.44	3625.22	3401.27	3124.03	2854.90	2630.07	2443.59	2275.86	2127.81	2004.20	1893.46	1794.65	1706.18
1989	1425.51	1307.37	1224.11	1162.21	1193.08	1176.27	1159.31	1111.53	1065.55	1044.01	1019.75	982.62	940.72	899.11	859.54
1990	4830.63	4784.33	4425.80	3996.21	3697.15	3359.15	3051.56	2785.76	2560.02	2370.23	2210.63	2075.44	1957.91	1854.51	1762.37
1991	4355.20	4310.72	4280.05	4162.77	4089.12	3904.70	3655.04	3391.92	3157.17	2957.88	2773.16	2606.39	2456.40	2321.36	2199.98
1992	3041.79	2871.66	2662.42	2465.55	2222.36	2004.14	1820.87	1716.86	1664.94	1620.65	1578.42	1522.97	1478.96	1515.64	1539.59
1993	5757.19	5529.99	4969.52	4664.99	4359.81	4035.24	3741.86	3590.51	3485.67	3351.36	3220.28	3099.51	2975.75	2867.67	2760.69
1994	2166.62	1944.49	1680.84	1521.44	1359.16	1220.20	1105.17	1018.55	971.63	927.00	886.90	847.57	810.42	784.10	757.60
1995	1563.90	1491.68	1411.88	1360.62	1260.28	1165.16	1115.36	1111.27	1095.90	1101.71	1090.30	1062.42	1044.21	1040.86	1033.46
1996	1776.58	1723.96	1657.73	1569.35	1488.75	1392.80	1303.32	1219.83	1142.58	1073.76	1015.91	973.58	945.81	926.36	933.53
1997	1301.32	1226.73	1186.83	1156.12	1128.12	1083.31	1024.02	959.54	896.64	841.92	794.11	749.91	713.06	684.70	656.64
1998	2571.96	2541.53	2475.37	2364.55	2199.81	2056.32	1982.67	1889.82	1903.45	1914.33	1930.48	1924.13	1894.64	1847.87	1792.66
1999	3391.28	3377.76	3289.45	3222.02	3184.21	3103.87	2944.18	2818.77	2651.74	2500.16	2480.15	2460.52	2420.55	2341.62	2266.22

Tabla 2.12 Gastos promedio máximos anuales. Estación San Vicente

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1972	1246.83	1223.36	1177.43	1116.85	1122.34	1106.44	1058.34	1015.84	963.13	909.78	865.79	825.53	805.33	783.20	766.31
1973	1926.98	1484.90	1371.89	1308.70	1216.01	1153.54	1104.60	1052.42	1027.57	989.06	946.54	909.94	888.97	886.84	879.06
1974	4587.72	4413.98	4066.63	3552.38	3237.34	2924.30	2657.15	2445.51	2289.67	2189.19	2093.79	1980.45	1882.03	1791.88	1713.43
1975	4333.24	4255.61	4028.17	3996.29	3790.05	3586.89	3436.10	3284.98	3108.02	2932.82	2773.81	2627.82	2502.63	2385.32	2274.05
1976	1936.82	1916.83	1826.65	1762.67	1613.23	1467.12	1442.96	1406.89	1364.79	1318.14	1292.40	1269.72	1233.75	1192.85	1157.88
1977	597.89	427.71	386.05	355.11	330.67	307.26	290.25	274.45	259.99	246.13	234.04	224.03	214.72	206.46	201.75
1978	3753.05	3708.98	3125.91	2770.80	2469.20	2275.74	2105.92	1938.96	1804.61	1689.79	1586.39	1494.25	1419.11	1364.26	1362.87
1979	2768.85	2668.37	2299.79	2062.53	1810.27	1620.32	1465.38	1341.01	1245.28	1165.37	1105.25	1104.75	1111.50	1089.67	1055.17
1980	2454.23	1995.62	1786.33	1588.56	1424.93	1279.62	1160.55	1067.70	989.65	921.61	861.53	808.21	760.74	718.20	680.18
1981	3235.15	2800.09	2429.81	2254.03	2025.61	1805.34	1646.69	1529.99	1548.80	1589.87	1618.70	1602.65	1556.59	1530.90	1486.21
1982	482.76	345.02	294.77	275.92	298.92	281.48	263.18	247.86	234.88	225.46	215.89	207.45	199.09	191.01	183.36
1983	2065.66	1832.14	1631.58	1519.83	1447.87	1403.99	1331.36	1266.73	1194.96	1119.73	1050.74	989.16	936.52	888.92	847.51
1984	4173.66	3669.12	3362.12	3069.47	2943.16	2820.22	2676.74	2552.87	2554.24	2573.63	2592.55	2652.71	2660.05	2627.58	2564.80
1985	2087.46	1948.50	1799.13	1548.02	1349.77	1196.30	1075.68	977.60	896.38	832.87	777.90	732.42	698.38	668.43	639.60
1986	922.78	822.29	757.27	707.88	649.78	605.14	564.44	533.88	513.03	493.75	473.23	452.31	437.79	424.31	409.24
1987	1441.63	1287.04	1199.96	1105.69	1019.36	956.38	892.25	830.04	773.90	724.78	682.52	645.02	612.45	582.31	554.54
1988	3612.07	3405.60	3074.41	2633.86	2292.16	2058.65	1871.75	1726.17	1597.14	1485.79	1389.60	1314.10	1244.77	1181.67	1124.14
1989	1055.85	974.99	819.49	729.07	785.98	770.61	723.71	676.73	637.01	610.15	594.89	574.30	551.93	529.19	507.35
1990	514.80	481.69	460.21	446.02	435.34	429.26	436.11	428.29	416.15	406.21	396.80	387.85	379.26	370.33	361.57
1991	4421.62	4202.72	4051.07	3978.49	3947.15	3917.64	3682.72	3400.92	3192.88	3251.10	3332.94	3397.75	3426.21	3451.86	3479.12
1992	2192.60	4041.51	4030.69	3995.82	3948.80	3920.67	3905.13	3885.07	3617.14	3398.26	3300.97	3374.37	3431.00	3455.06	3477.07
1993	6701.74	6412.03	6300.57	6112.51	5884.55	5637.56	5380.17	5102.13	4745.98	4406.25	4109.08	3855.02	3641.14	3453.25	3272.75
1994	1377.02	1377.02	1377.02	1377.02	1370.06	1349.22	1321.65	1282.65	1241.18	1201.65	1165.05	1134.70	1114.73	1092.86	1075.39
1995	1648.61	1262.25	1218.58	1132.22	1019.39	928.42	874.00	844.56	806.98	785.60	791.30	768.59	751.43	746.17	738.10
1996	1326.28	1181.68	1150.57	1042.81	955.38	881.25	812.97	756.84	710.10	668.82	632.34	618.06	600.61	596.51	621.18
1997	2113.32	1629.61	1308.22	1150.28	1054.62	952.97	864.72	788.06	721.81	664.88	631.78	600.08	568.68	538.95	511.26
1998	2641.44	2378.16	2202.11	1976.23	1831.03	1644.38	1479.71	1345.97	1316.89	1306.29	1295.59	1292.09	1254.05	1207.83	1161.87
1999	2469.27	2420.02	2162.47	1847.85	1635.21	1518.92	1574.27	1619.61	1622.70	1532.09	1481.17	1435.86	1371.59	1307.84	1248.17

Tabla 2.13 Gastos promedio máximos anuales. Estación Ballesmi

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1954	246.75	412.12	365.30	203.25	187.90	174.22	163.12	154.00	146.64	139.57	132.91	126.63	120.90	115.37	110.14
1955	417.04	289.66	365.30	342.71	318.53	296.88	277.83	261.02	246.13	233.78	226.46	223.03	219.09	217.92	218.18
1956	186.25	222.80	171.24	156.58	145.00	136.90	129.90	123.39	117.59	112.06	107.23	103.18	99.75	96.69	93.66
1957	90.59	157.20	87.72	86.31	82.13	76.86	72.56	67.54	63.37	60.48	58.31	56.17	54.14	52.39	50.74
1958	260.84	246.15	219.89	203.68	193.39	184.66	177.69	170.68	162.00	153.70	152.47	156.53	161.20	161.61	161.08
1959	84.10	81.81	80.10	75.80	72.22	69.09	66.12	63.53	60.61	57.94	56.17	54.90	53.87	53.62	53.27
1960	109.13	95.89	99.91	94.72	89.07	85.08	80.29	75.07	70.50	67.00	63.99	61.21	58.79	56.51	54.73
1961	145.65	73.84	127.27	119.65	112.51	105.84	100.28	95.52	90.35	85.52	80.92	77.76	77.39	76.08	74.87
1962	83.16	67.94	80.09	77.10	72.37	67.37	64.10	60.21	57.32	55.43	54.36	52.57	50.81	49.14	47.52
1963	155.06	153.05	139.24	125.89	117.15	108.62	100.77	93.50	86.50	80.50	75.41	71.10	67.46	64.34	61.60
1964	93.31	90.52	87.59	84.34	78.78	73.39	69.29	68.07	66.79	64.58	61.88	59.32	57.10	55.03	53.11
1965	118.42	115.10	110.47	106.70	100.26	95.72	91.74	88.00	83.87	80.56	76.95	73.82	71.05	68.71	66.36
1966	328.60	115.10	266.42	236.97	212.08	196.29	187.84	178.43	169.15	160.51	153.13	146.28	140.05	134.41	128.61
1967	241.99	217.37	208.03	197.71	189.47	181.41	173.29	165.48	158.39	153.87	152.03	149.00	147.73	144.82	142.09
1968	122.21	117.90	113.16	106.22	101.97	98.87	96.78	94.67	92.13	90.32	89.69	89.24	88.52	86.97	85.05
1969	238.78	205.83	196.14	189.23	181.18	179.46	173.85	168.96	162.29	157.05	156.70	157.53	157.19	155.98	153.49
1970	261.33	261.27	250.68	234.35	215.70	207.79	201.37	195.79	189.04	181.95	174.12	165.94	157.41	149.97	142.67
1971	152.34	140.72	134.50	127.51	124.74	120.53	114.11	109.06	104.95	100.09	97.19	101.00	102.22	101.58	100.03
1972	229.72	220.02	207.02	197.12	189.22	180.58	171.61	162.07	154.37	146.43	138.43	131.51	125.49	120.49	116.03
1973	234.83	219.98	203.39	187.95	176.98	168.88	160.93	154.86	147.62	140.91	135.10	130.36	132.16	130.91	129.74
1974	371.52	366.97	340.10	335.63	312.02	285.80	262.29	244.64	228.63	214.57	202.31	191.29	181.09	171.86	163.53
1975	311.02	304.14	283.07	279.48	270.85	261.63	252.21	242.08	231.12	224.74	213.40	205.12	196.81	188.91	181.44
1976	243.79	242.79	238.03	231.66	226.47	221.74	218.57	214.09	208.79	203.33	197.42	191.33	185.35	179.46	174.03
1977	85.24	83.61	78.65	73.82	67.75	62.00	57.43	53.73	50.65	48.29	46.20	44.40	42.92	41.71	40.52
1978	344.34	304.46	281.30	257.15	239.60	229.85	216.43	93.04	190.83	179.78	170.66	162.25	154.18	146.92	142.68
1980	233.07	203.69	192.54	179.27	167.67	157.69	148.43	140.27	133.40	125.97	118.60	112.25	106.48	101.12	96.18
1981	283.47	270.44	252.41	231.58	217.31	205.46	195.66	185.41	178.88	181.17	179.26	177.56	173.83	170.29	168.17
1982	66.06	55.82	48.47	45.78	42.39	40.04	37.72	35.68	34.39	33.50	32.45	31.54	30.68	29.88	29.16
1983	182.89	171.60	162.91	155.61	149.06	142.71	136.22	131.18	125.50	119.44	114.15	108.52	103.17	98.94	95.14
1984	238.62	234.14	218.44	207.28	195.01	189.62	189.01	185.08	184.15	185.66	184.04	179.76	174.89	170.11	165.82
1985	186.14	178.35	164.10	149.93	137.83	129.55	120.58	111.07	102.74	97.70	98.29	98.66	97.84	96.28	93.95
1986	179.43	162.67	145.11	134.20	124.51	117.60	109.38	101.17	94.62	90.11	85.97	81.77	78.22	76.17	74.06
1987	235.94	203.88	184.64	169.46	158.22	148.51	138.79	131.11	122.70	115.08	108.41	102.55	97.48	92.97	88.87
1988	376.37	353.62	302.73	267.02	240.15	218.61	201.02	185.86	172.91	161.58	151.89	142.95	134.94	127.97	121.74
1989	170.67	143.75	126.89	115.20	105.76	95.62	88.18	83.97	81.45	77.66	73.93	70.62	67.74	65.20	64.99
1990	415.35	412.12	342.42	299.29	268.18	245.85	227.45	211.53	198.05	186.51	176.32	166.57	157.45	149.22	141.78
1991	614.98	542.80	480.33	416.79	366.81	330.78	319.87	303.63	288.14	274.42	260.93	248.62	237.99	248.62	218.96
1992	128.34	126.12	119.49	114.42	108.34	100.42	94.53	88.61	86.66	87.41	86.61	84.34	81.94	79.33	77.84
1993	503.20	489.52	470.88	436.16	393.72	356.17	325.42	301.89	295.38	292.22	287.33	279.14	269.27	259.02	249.18
1994	115.19	110.17	104.26	101.16	96.75	90.73	86.16	82.09	81.34	80.61	79.02	77.33	74.78	72.11	69.86
1996	184.49	181.53	168.52	157.52	151.10	144.59	137.18	131.35	125.32	119.46	118.13	117.63	116.31	117.37	117.12
1997	275.79	240.57	203.28	179.52	161.67	147.66	135.90	125.40	117.10	109.38	102.57	96.52	91.91	87.81	83.95

Continúa Tabla 2.13

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
<b>1998</b>	161.08	157.40	150.38	141.25	134.47	127.38	120.86	115.15	110.07	105.09	103.76	102.11	101.12	101.55	100.67
<b>1999</b>	278.90	267.44	241.73	219.19	198.92	182.84	169.53	157.47	148.42	150.37	150.79	147.51	143.65	139.41	135.53

Tabla 2.14 Gastos promedio máximos anuales. Estación Las Adjuntas

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
<b>1956</b>	6182.76	6081.21	5989.60	5637.30	5377.99	5005.26	4688.62	4435.60	4224.92	4017.39	3819.47	3635.20	3477.13	3331.46	3204.97
<b>1957</b>	1276.43	1241.04	1162.10	1119.39	1041.21	964.61	920.47	898.25	872.59	850.93	826.14	800.51	774.60	747.81	721.99
<b>1958</b>	6640.92	6582.43	6452.96	6280.51	6033.00	5824.72	5586.11	5342.50	5125.09	4926.90	4723.25	4523.17	4331.96	4150.67	3979.94
<b>1959</b>	2188.04	2028.37	1838.52	1707.12	1555.99	1430.86	1328.99	1260.63	1217.87	1178.18	1141.35	1116.24	1094.40	1072.42	1049.21
<b>1960</b>	2013.79	1837.63	1730.42	1591.83	1460.36	1343.90	1243.06	1194.04	1173.56	1155.88	1136.60	1118.49	1089.64	1056.91	1027.02
<b>1961</b>	3179.17	3041.04	2956.68	2926.97	2856.41	2785.98	2650.06	2540.61	2408.37	2272.64	2143.13	2025.19	1923.15	1828.13	1741.14
<b>1962</b>	1682.98	1608.64	1560.11	1511.42	1427.36	1358.60	1278.08	1209.09	1141.62	1087.53	1039.67	998.17	958.71	924.60	891.51
<b>1963</b>	3882.94	3600.01	3140.15	2894.15	2616.89	2364.44	2150.72	1979.21	1838.41	1713.27	1606.26	1516.84	1442.94	1380.45	1321.74
<b>1964</b>	1902.38	1769.64	1640.60	1479.62	1334.23	1217.36	1118.93	1033.71	959.93	896.27	841.02	793.12	751.82	715.83	686.99
<b>1965</b>	2575.00	2476.88	2345.68	2244.02	2214.18	2192.37	2159.94	2084.05	2007.53	1940.17	1874.15	1812.91	1761.23	1726.76	1692.50
<b>1966</b>	5399.60	5345.79	5017.43	4654.78	4376.39	4136.10	3879.77	3631.91	3434.20	3267.33	3116.55	2982.94	2878.73	2780.31	2689.70
<b>1967</b>	5191.52	5130.69	4999.91	4904.90	4842.74	4789.45	4738.92	4636.97	4476.17	4313.46	4283.58	4289.90	4255.16	4191.61	4111.15
<b>1968</b>	2651.53	2521.78	2420.74	2280.12	2122.94	2082.66	2063.02	2037.42	1977.06	1909.33	1850.31	1847.43	1854.95	1831.31	1788.89
<b>1969</b>	4719.16	4687.51	4683.51	4670.16	4649.54	4625.95	4577.05	4527.52	4439.68	4321.80	4218.43	4152.07	4140.34	4111.53	4075.92
<b>1970</b>	4082.00	3875.95	3790.31	3648.72	3513.97	3386.14	3283.84	3157.49	3022.13	2889.28	2762.03	2651.74	2549.38	2451.58	2358.77
<b>1971</b>	3349.79	3214.55	3225.05	3200.03	3175.88	3066.31	2948.63	2828.44	2701.60	2596.08	2517.65	2487.99	2462.69	2428.72	2391.00
<b>1972</b>	3118.43	3054.86	3016.34	2978.36	2940.11	2875.60	2821.64	2725.13	2627.26	2532.14	2430.78	2338.92	2269.11	2215.94	2168.72
<b>1973</b>	3198.05	3195.25	3090.56	2966.90	2893.27	2869.90	2816.58	2726.68	2655.80	2566.57	2487.79	2466.76	2470.55	2472.42	2457.47
<b>1974</b>	5712.16	5701.38	5617.10	5437.36	5266.77	5101.37	4959.17	4826.85	4719.49	4622.89	4517.06	4399.23	4272.46	4140.00	4007.58
<b>1975</b>	6156.81	6111.41	6004.81	5912.29	5733.31	5612.91	5475.20	5359.16	5220.47	5067.66	4927.47	4788.14	4620.69	4468.60	4322.38
<b>1976</b>	5097.04	4985.21	4869.91	4809.62	4728.44	4622.44	4542.79	4459.33	4389.62	4321.72	4270.59	4214.86	4166.59	4109.69	4057.63
<b>1977</b>	1899.96	1776.08	1690.56	1601.78	1507.91	1412.63	1321.25	1250.26	1182.14	1118.45	1060.58	1008.89	966.26	935.51	908.85
<b>1978</b>	5162.51	5156.29	4972.68	4870.95	4665.78	4393.31	4141.43	3930.74	3726.54	3535.44	3357.86	3195.06	3051.54	2953.72	2918.06
<b>1979</b>	3534.92	3513.60	3294.75	3037.34	2861.26	2663.71	2480.03	2320.44	2185.34	2068.47	1979.28	1937.98	1914.50	1877.00	1828.29
<b>1980</b>	3213.92	3067.14	2861.30	2729.77	2547.92	2377.26	2223.10	2085.48	1964.01	1863.56	1768.73	1679.36	1596.27	1519.40	1448.59
<b>1981</b>	3517.93	3464.21	3413.02	3314.05	3186.34	3074.45	2937.36	2807.61	2817.64	2862.32	2879.55	2866.24	2851.57	2827.16	2791.25
<b>1982</b>	839.66	770.82	715.20	637.23	570.44	521.39	488.89	466.64	445.21	425.91	408.05	391.86	377.47	366.50	361.27
<b>1983</b>	2711.60	2707.51	2668.96	2604.54	2549.01	2491.31	2408.20	2344.92	2257.38	2166.35	2087.17	2007.70	1931.30	1857.68	1786.20
<b>1984</b>	4671.00	4613.50	4573.33	4494.17	4415.91	4360.73	4290.67	4216.15	4188.00	4190.51	4182.55	4165.06	4124.94	4084.36	4040.39
<b>1985</b>	2883.18	2859.97	2748.07	2679.63	2567.34	4360.73	2286.36	2151.61	2027.83	1928.94	1846.90	1779.23	1724.41	1669.48	1621.60
<b>1986</b>	104.00	160.57	160.71	160.89	161.47	161.04	160.44	159.87	159.47	158.95	158.41	157.68	157.02	156.25	155.37
<b>1987</b>	2862.56	2855.93	2754.99	2653.80	2550.88	2402.44	2260.22	2141.90	2023.29	1912.98	1814.15	1723.41	1639.92	1566.55	1499.46
<b>1988</b>	3835.93	3820.76	3732.80	3621.20	3432.15	3276.33	3135.06	2980.05	2822.27	2670.17	2528.67	2403.75	2295.14	2194.98	2105.60
<b>1989</b>	1458.86	1441.84	1361.05	1324.89	1340.44	1335.03	1315.67	1271.54	1229.67	1189.35	1164.83	1132.08	1101.75	1068.47	1031.97
<b>1990</b>	4577.65	4429.05	4192.44	4209.53	4094.11	3962.69	3815.09	3653.56	3481.39	3317.61	3180.84	3048.68	2920.19	2796.39	2679.31
<b>1991</b>	4808.05	4734.85	4682.97	4590.05	4491.14	4391.58	4268.06	4102.49	3971.77	3956.97	3949.67	3939.11	3918.70	3878.21	3828.56
<b>1992</b>	2822.09	2765.79	2686.76	2522.54	2369.72	2237.48	2097.23	1989.35	1953.75	1916.00	1879.56	1832.97	1788.57	1758.87	1772.08
<b>1993</b>	5377.49	5241.86	5183.48	5058.39	4900.19	4764.98	4670.06	4591.92	4519.63	4431.24	4350.44	4270.61	4195.24	4117.46	4029.89

Continúa Tabla 2.14

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1994	2303.21	2202.49	2072.57	1914.70	1771.49	1671.91	1572.39	1481.71	1417.69	1380.80	1343.93	1302.52	1267.34	1232.87	1202.29
1995	2000.32	1983.37	1980.51	1953.23	1871.93	1810.93	1794.11	1779.07	1752.40	1731.83	1711.05	1709.79	1707.02	1686.29	1665.61
1996	2764.59	2717.77	2697.99	2637.65	2563.82	2509.03	2435.13	2347.23	2252.93	2168.47	2107.18	2074.94	2052.90	2054.96	2069.19
1997	2622.07	2469.34	2368.96	2310.48	2218.94	2114.75	2020.69	1907.93	1793.48	1684.89	1585.12	1494.44	1412.50	1344.16	1286.90
1998	2909.62	2857.93	2815.69	2787.29	2742.61	2652.07	2584.09	2489.64	2471.38	2494.45	2500.76	2476.28	2453.19	2408.57	2353.39
1999	3063.11	3052.21	3014.76	2985.49	2951.47	2920.24	2838.93	2744.39	2646.63	2593.78	2601.44	2584.78	2566.81	2516.65	2445.26

Tabla 2.15 Gastos promedio máximos anuales. Estación Pánuco

	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días	13 días	14 días	15 días
1972	2830.43	2797.15	2712.37	2652.93	2610.11	2562.15	2517.67	2459.89	2409.00	2343.38	2269.43	2210.10	2167.68	2135.11	2098.64
1973	3179.69	3069.06	3014.25	2908.37	2788.17	2695.81	2672.83	2635.76	2598.05	2559.80	2527.43	2501.98	2504.52	2495.57	2487.61
1974	7270.81	7265.28	7229.06	7190.48	7162.49	7110.84	7072.08	7007.01	6941.69	6858.15	6744.56	6600.30	6466.89	6321.89	6160.49
1975	4104.31	4091.09	4057.69	3975.86	3926.38	3876.55	3815.71	3769.62	3733.28	3710.39	3702.84	3681.52	3641.03	3605.92	3566.60
1976	3849.00	3824.33	3810.06	3774.66	3723.26	3680.83	3642.09	3610.28	3592.80	3573.10	3555.63	3533.93	3518.58	3499.05	3477.45
1977	1925.06	1827.97	1716.09	1625.43	1551.84	1467.49	1382.18	1301.85	1228.27	1160.43	1100.71	1045.44	1001.90	969.66	939.62
1978	3403.71	3351.25	3353.98	3348.96	3321.58	3261.36	3169.74	3064.21	2957.82	2858.42	2763.17	2680.15	2603.60	2573.38	2567.53
1979	3397.16	3243.83	3032.23	2809.57	2616.97	2440.17	2292.36	2168.79	2054.83	1952.16	1861.23	1836.60	1814.33	1785.13	1752.80
1980	2673.60	2666.13	2556.30	2423.09	2282.97	2180.50	2082.80	1985.45	1887.05	1791.58	1702.47	1615.41	1530.64	1454.65	1386.69
1981	3217.03	3113.43	3044.43	3000.56	2920.24	2816.57	2707.94	2654.90	2688.66	2714.71	2732.14	2737.54	2727.10	2703.19	2669.45
1982	755.58	748.77	683.95	615.28	578.31	560.15	531.46	504.84	482.53	463.45	447.51	434.95	424.19	416.34	411.42
1983	2624.26	2593.80	2576.77	2515.48	2448.30	2395.72	2337.29	2263.23	2200.79	2140.30	2070.29	1998.11	1927.67	1866.44	1805.20
1984	4202.83	4182.29	4169.65	4154.10	4137.87	4125.67	4113.88	4101.91	4074.51	4042.64	4012.47	3985.83	3959.39	3940.34	3913.92
1985	2883.74	2875.94	2789.37	2655.95	2555.73	2451.04	2334.80	2223.12	2118.31	2019.19	1935.97	1867.73	1809.76	1758.98	1713.27
1986	1608.46	1591.78	1531.65	1468.48	1410.15	1338.30	1286.66	1237.02	1200.41	1166.34	1133.77	1100.02	1067.25	1032.42	999.24
1987	2764.39	2677.31	2641.49	2547.35	2433.47	2345.99	2253.82	2150.64	2044.69	1943.29	1854.92	1776.55	1701.92	1631.24	1564.85
1988	3165.74	3160.93	3147.33	3139.54	3114.23	3091.51	3045.88	2978.39	2892.59	2794.82	2711.07	2618.03	2524.30	2431.86	2339.20
1989	1511.49	1453.59	1370.05	1321.40	1241.41	1190.02	1146.97	1103.66	1062.78	1017.48	980.29	952.08	926.36	900.15	873.15
1990	3442.74	3437.73	3424.40	3408.30	3343.85	3288.53	3187.19	3079.60	2973.69	2874.91	2780.37	2688.01	2594.89	2502.35	2412.96
1991	3603.55	3537.64	3484.64	3422.23	3398.75	3372.82	3344.37	3318.06	3288.36	3236.08	3171.31	3100.66	3081.91	3062.84	3042.82
1992	2875.57	2779.35	2728.12	2588.06	2425.80	2266.44	2148.37	2047.08	2012.02	1973.71	1927.88	1885.38	1836.75	1814.36	1822.97
1993	5316.82	5218.58	5061.45	4970.68	4854.19	4733.32	4625.94	4536.39	4462.76	4385.04	4318.66	4256.38	4190.63	4119.79	4047.06
1994	2300.10	2097.63	2000.87	1875.18	1747.19	1623.84	1512.27	1424.57	1354.00	1313.44	1270.66	1230.50	1193.67	1161.78	1127.92
1995	1936.45	1878.53	1889.05	1862.20	1814.22	1751.03	1718.84	1719.57	1708.76	1698.13	1674.22	1668.40	1663.33	1651.07	1622.38
1996	2527.02	2514.74	2470.88	2440.07	2383.86	2310.95	2231.87	2169.52	2100.24	2033.17	1972.64	1963.61	1966.02	1980.13	1990.72
1997	2282.48	2227.78	2217.85	2186.89	2165.39	2104.64	2006.21	1889.42	1772.33	1670.10	1581.78	1500.30	1425.78	1357.79	1296.12
1998	2470.06	2445.79	2424.83	2410.58	2398.15	2367.96	2313.87	2261.82	2229.67	2243.49	2254.28	2251.18	2231.04	2196.48	2157.75
1999	2686.34	2678.06	2674.27	2671.44	2660.32	2638.41	2601.05	2552.35	2482.48	2420.00	2398.92	2391.64	2377.78	2345.33	2299.02

A continuación se definen algunos conceptos necesarios para el análisis de frecuencias. También se describen brevemente las funciones de distribución de probabilidad mayormente utilizadas en Hidrología.

### 2.2.1 Conceptos

La función de distribución de una variable aleatoria  $X$ , Figura 2.2, es la probabilidad de que dicha variable tome valores menores o iguales a un valor fijo  $x$  (Domínguez et al)

$$F_X(x) = Prob \{X \leq x\} ; X, x \in \mathbb{R}$$

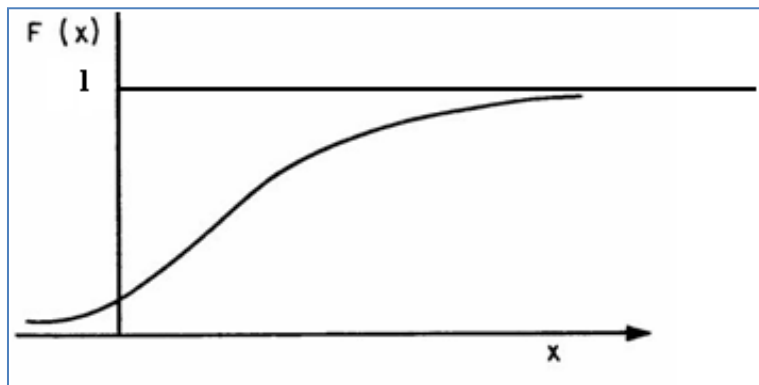


Figura 2.2 Función de distribución de probabilidad

De acuerdo con la definición, si se conoce la función de distribución de probabilidad de una variable aleatoria, la probabilidad de que la variable tome valores en un intervalo  $(a, b)$ , se calcula como:

$$Prob(a \leq u \leq b) = F_X(b) - F_X(a)$$

La función de densidad de probabilidad asociada a la variable aleatoria  $x$ , se define como la derivada parcial de la función de distribución de probabilidad:

$$f(x) = \frac{\partial F(x)}{\partial x}$$

La Figura 2.3 muestra la función de densidad, el área bajo la curva y entre las rectas  $a$  y  $b$  es la probabilidad de que la variable se encuentre entre  $a$  y  $b$ .

En este trabajo, la variable de interés son gastos máximos anuales. Cuando la variable aleatoria corresponde a eventos máximos anuales, su función de distribución de probabilidad  $F(x)$ , por definición es la probabilidad de que en un año cualquiera el evento  $q$  **no sea superado**, por lo que si se desea conocer la probabilidad de que sí sea superado, se calcula como el complemento a 1:

$$P(X > x) = 1 - P(X \leq x)$$

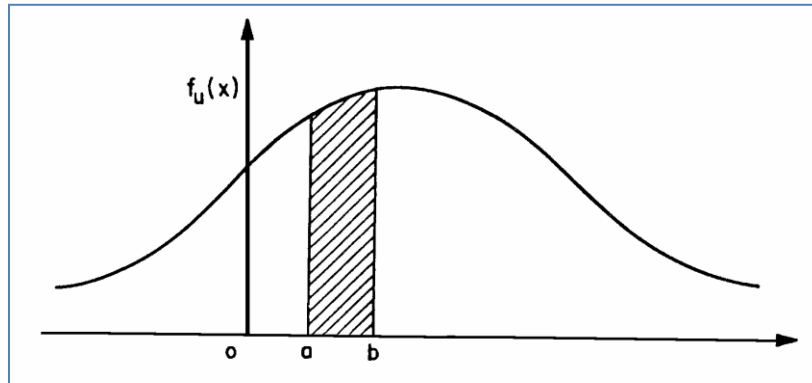


Figura 2.3 Función de densidad

El período de retorno es el tiempo promedio que se requiere para que  $x$  sea superado, está definición no involucra a la probabilidad, pero la relación entre ellos existe y es justificable (Cunnane, 1989). Un gasto dado  $x$ , con un período de retorno  $T$ , puede ser excedido una vez en  $T$  años, por lo que la probabilidad de excedencia es  $P(X > x) = 1/T$ , la probabilidad acumulada de no excedencia  $F(X)$  está dada por:

$$F(X) = P(X \leq x) = 1 - P(X > x) = 1 - \frac{1}{T}$$

La ecuación anterior es la base para la estimación de la magnitud de un gasto  $X$ , dado su período de retorno  $T$ , pues al sustituir  $F(X)=1-(1/T)$  en una función de distribución se puede obtener la magnitud de  $X$ .

A continuación se muestran algunas distribuciones de probabilidad empleadas en Hidrología, así como la obtención de sus parámetros por momentos y la estimación de eventos, obtenidos del texto de Carlos Escalante, *Técnicas Estadísticas*.

## 2.2.2 Funciones de distribución de probabilidad

### Normal

La función de distribución de probabilidad normal es  $F(X) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$ , sus parámetro de ubicación y de forma son  $\hat{\mu} = \bar{x}$  y  $\hat{\sigma} = S$ , respectivamente. Para estimar eventos se emplea la expresión siguiente  $\hat{X}_T = \hat{\mu} + \hat{\sigma}\hat{U}_T$



$$\hat{U}_T = V - \frac{b_0 + b_1V + b_2V^2}{1 + b_3V + b_4V^2 + b_5V^3}$$

$$b_0=2.515517 \quad b_3=1.432788$$

$$b_1=0.802853 \quad b_4=0.189269$$

$$F(X) = \frac{1}{T} \text{ por}$$

$$b_2=0.010328 \quad b_5=0.001308$$

$$V = \sqrt{\ln \frac{1}{[F(X)]^2}} \text{ Para } 0.5 < F(X) < 1, \text{ debe cambiarse}$$

$$[1 - F(X)], \text{ de igual modo el signo de } U_T.$$

La gráfica de la función de densidad Normal se presenta en la Figura 2.4.

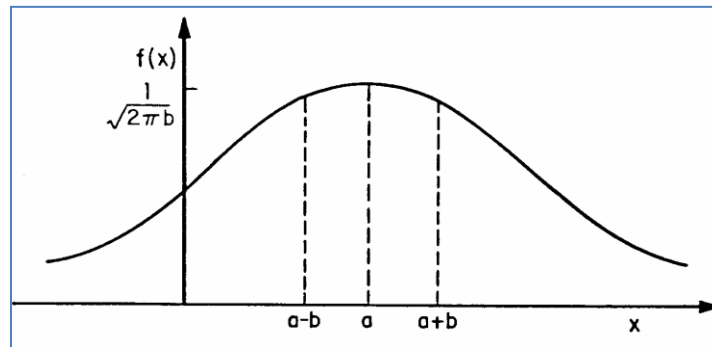


Figura 2.4 Función de densidad Normal

### Log-Normal 3

Función

$$f(x) = \frac{1}{(X - x_0)\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln(X - x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2}$$

$$\hat{x}_0 = \bar{x} \left( 1 - \frac{\hat{n}_x}{\hat{n}_z} \right)$$

Parámetros de ubicación

$$\hat{n}_x = \frac{S}{x} \quad \hat{n}_z = \frac{1 - w^{2/3}}{w^{1/3}}$$

$$w = \frac{(g^2 + 4)^{1/2} - g}{2}$$

Parámetro de forma  $\hat{\mu}_y = \ln\left(\frac{S}{\hat{n}_z}\right) - \frac{1}{2} \ln(\hat{n}_z^2 + 1)$

Parámetro de escala  $\hat{\sigma}_y = [\ln(\hat{n}_z + 1)]^{1/2}$

Estimación de eventos  $\hat{x}_T = \hat{x}_0 + \exp(\hat{\mu}_y + \hat{U}_T \hat{\sigma}_y)$

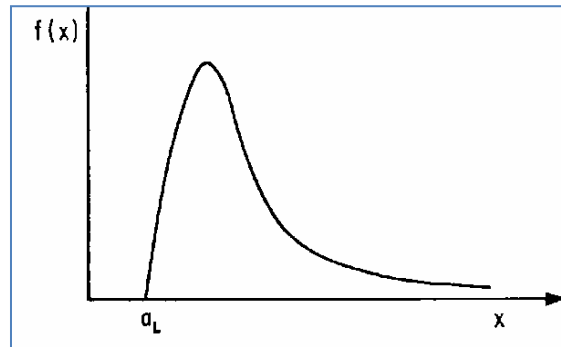


Figura 2.5. Función de densidad Lognormal

### Log- Normal 2

Cuando en la distribución Log-Normal 3 el parámetro de ubicación es cero, se emplea esta distribución, es decir no es una opción por sí misma.

Función 
$$f(x) = \frac{1}{X\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln(X) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2}$$

$$\hat{\mu}_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln X_i$$

Parámetro de forma

Parámetro de escala

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\ln X_i - \hat{\mu}_y}{n} \right)^2}$$

Estimación de eventos

$$\hat{x}_T = \exp(\hat{\mu}_y + \hat{U}_T \hat{\sigma}_y)$$

## Gamma 2

Función

$$F(x) = \int_0^x \frac{x^{\beta-1} e^{-\frac{x}{\alpha}}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)}$$

Parámetro de escala

$$\hat{\alpha} = \frac{S^2}{x}$$

Parámetro de forma

$$\hat{\beta} = \left( \frac{\bar{x}}{S} \right)^2$$

Estimación de eventos

$$\hat{x}_T = \hat{\alpha} \hat{\beta} \left\{ 1 - \frac{1}{9\beta} + \hat{U}_T \sqrt{\frac{1}{9\beta}} \right\}^3$$

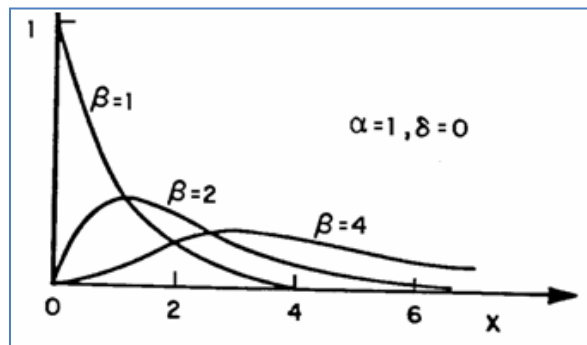


Figura 2.6 Función de densidad Gamma para 1 parámetro de forma igual a 1, 2 y 4

### **Gamma 3**

Función  $f(X) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \left( \frac{X - x_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{X-x_0}{\alpha}\right)}$

Parámetro de ubicación  $\hat{x}_0 = \bar{x} - S\sqrt{\hat{\beta}}$

Parámetro de escala  $\bar{\alpha} = \frac{S}{\sqrt{\hat{\beta}}}$

Parámetro de forma  $\hat{\beta} = \frac{4}{g^2}$

Estimación de eventos  $\hat{x}_T = \hat{x}_0 + \hat{\alpha}\hat{\beta} \left\{ 1 - \frac{1}{9\beta} + \hat{U}_T \sqrt{\frac{1}{9\beta}} \right\}^3$

### **Log-Pearson III**

Función  $f(X) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \left( \frac{\ln x - y_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{\ln x - y_0}{\alpha}\right)}$

Parámetro de ubicación  $\hat{y}_0 = \bar{y} - S_y \sqrt{\hat{\beta}}$

$$y_i = \ln(x_i)$$

Parámetro de escala  $\bar{\alpha} = \frac{S_y}{\sqrt{\hat{\beta}}}$

Parámetro de forma  $\hat{\beta} = \frac{4}{g_y^2}$

Estimación de eventos  $\hat{x}_T = \exp\left\{\hat{y}_0 + \hat{\alpha}\hat{\beta}\left[1 - \frac{1}{9\beta} + \hat{U}_T\sqrt{\frac{1}{9\beta}}\right]^3\right\}$

### **Gumbel**

Función  $F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}}$

Parámetro de escala  $\hat{\mu} = \bar{x} - 0,45S$

Parámetro de forma  $\hat{\alpha} = 0,78S$

Estimación de eventos  $\hat{x}_T = \hat{\mu} - \hat{\alpha} \ln[-\ln F(x)]$   
 $F(x) = 1 - \frac{1}{T}$

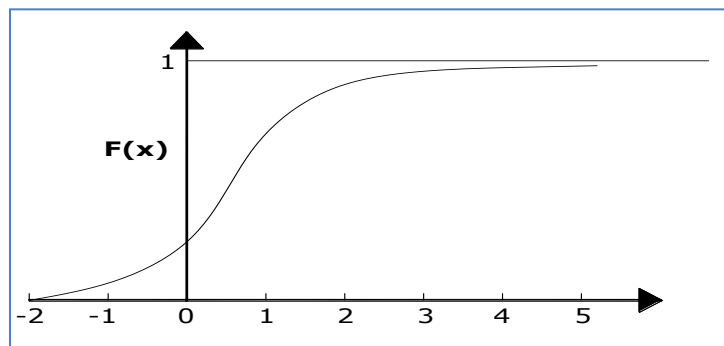


Figura 2.7 Función de distribución Gumbel

**General de valores extremos (GVE)**

Función

$$F(x) = e^{-\left[1 - \frac{x-\mu}{\alpha} \beta\right]^{1/\beta}}$$

*Para -11,35 < g < 1,1396*

Parámetro de

$$\hat{\beta} = 0,279434 - 0,333535g + 0,048304g^2 - 0,023314g^3 + 0,00376g^4 - 0,000263g^5$$

forma

*Para 1,14 < g < 18,95*

$$\hat{\beta} = 0,25031 - 0,29219g + 0,075357g^2 - 0,010883g^3 + 0,000904g^4 - 0,000043g^5$$

*Para  $\beta < 0$*

*Para  $\beta > 0$*

*Para  $\beta = 0$*

Parámetros de escala,  $\hat{\alpha}$ , y de ubicación,  $\hat{\mu}$

$$\hat{\alpha} = -\hat{\beta}\hat{B}$$

$$\hat{\alpha} = \hat{\beta}\hat{B}$$

$$\hat{\alpha} = 0,78S$$

$$\hat{\mu} = \hat{A} + \hat{B}$$

$$\hat{\mu} = \hat{A} - \hat{B}$$

$$\hat{\mu} = \bar{x} - 0,45S$$

$$\hat{A} = \bar{x} + \hat{B}E(y)$$

$$\hat{B} = \left[ \frac{Var(x)}{Var(y)} \right]^{1/2}$$

$$Var(x) = S_x^2$$

$$E(y) = \Gamma(1 + \hat{\beta})$$

$$Var(y) = \Gamma(1 + \hat{\beta}) - \Gamma^2(1 + 2\hat{\beta})$$

Estimación de eventos

$$\hat{x}_T = \hat{\nu} + \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\beta}} \left[ 1 - (-\ln F(x))^{\hat{\beta}} \right]$$

Regularmente, los datos se dibujan en papel de probabilidad para verificar si ellos siguen una distribución en particular, también para detectar errores y para identificar puntos que se encuentren fuera del patrón. Estos gráficos requieren de una estimación inicial de las probabilidades de excedencia, las cuales definirán las ordenadas.

Al ser variables los intervalos de ocurrencia entre gastos pico, es evidente que no existe patrón de tiempo o magnitud alguno, mediante el análisis de frecuencias se establece una relación entre probabilidad de ocurrencia de un evento (período de retorno) y su magnitud: los gastos grandes tendrán un período de retorno grande, o sea una probabilidad de ocurrencia pequeña (Ramachandra, 2000)

En este trabajo se realizaron gráficos en papel Gumbel, por ser una distribución de probabilidad desarrollada para el análisis de valores extremos como gastos máximos y mínimos (Aparicio, 2008). En el eje de las ordenadas se encuentran los gastos máximos anuales, mientras que para el eje de las abscisas, se utilizó la variable reducida  $z$ , la cual depende del período de retorno, mismo que es estimado mediante la expresión de Weibull: Período de retorno,  $T = \frac{N+1}{m}$

Donde  $m$  es la posición en orden descendente y  $N$  es el número de elementos. La variable reducida está definida por  $z = -\ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$

Se muestra a continuación el procedimiento de generación del papel Gumbel, para la estación Tempoal; la serie dibujada fue la correspondiente a los máximos anuales para duración de un día.

- i. La serie de máximos anuales con la duración de interés, se ordena de mayor a menor y se le asigna un orden a cada dato, 1 para el mayor y  $N$  para el menor

Año	Datos	Año (dato ordenado)	Datos ordenados	$m$
1954	<b>2070.33</b>	1993	5885.89	1
1955	<b>5579.69</b>	1955	5579.69	2
1956	<b>4113.79</b>	1974	4534.12	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1984	<b>3871.17</b>	1960	1031.11	31
1985	<b>1821.92</b>	1968	1013.47	32
1986	<b>455.83</b>	1972	947.76	33
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1996	<b>640.91</b>	1982	493.15	43
1997	<b>814.01</b>	1986	455.83	44
1998	<b>1221.38</b>	1957	409.93	45

Una vez ordenados los datos, se obtiene el período de retorno y la variable reducida  $z$  de cada elemento.

Datos ordenados	$m$	$Tr$	$Z$
5885.89	1	47.00	3.839413771
5579.69	2	23.50	3.135336654
4534.12	3	15.67	2.718737591
⋮	⋮	⋮	⋮
1031.11	31	1.52	-0.07469819
1013.47	32	1.47	-0.1328664
947.76	33	1.42	-0.19152101
⋮	⋮	⋮	⋮
493.15	43	1.09	-0.90172648
455.83	44	1.07	-1.01215905
409.93	45	1.04	-1.14962234

- ii. Al contarse con el período de retorno  $T$  y la variable reducida de cada elemento, se pueden dibujar los puntos, a los cuales se les agrega una línea de tendencia, en el caso de la función Gumbel debe ser una recta. A partir del gráfico puede determinarse fácilmente si los datos se ajustan o no a la distribución Gumbel.

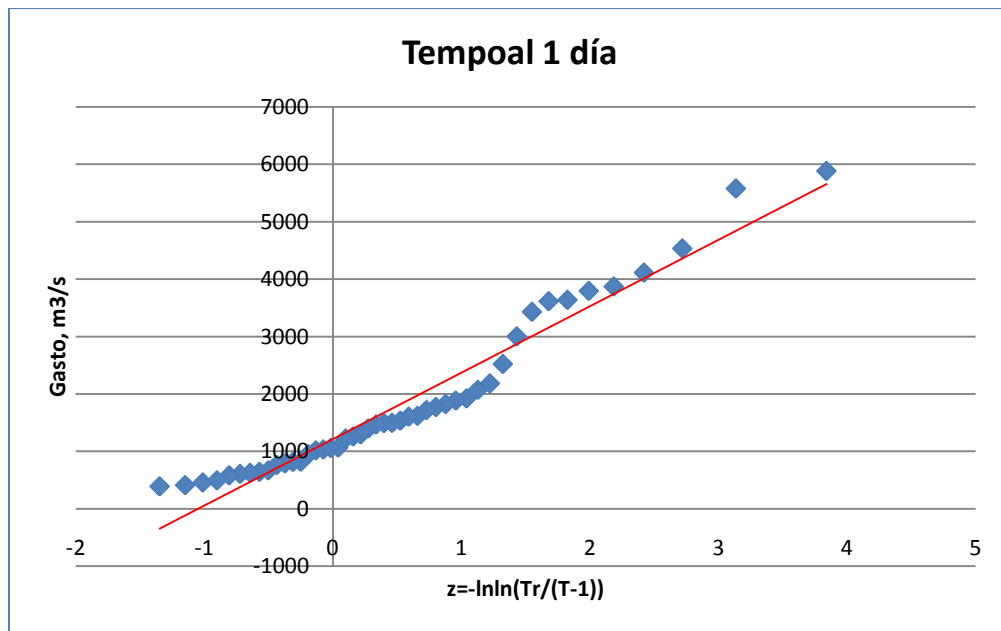


Figura 2.8 Tempoal en papel Gumbel

Se observó que el ajuste de siete de las nueve estaciones correspondía a Gumbel, las dos estaciones restantes mostraron la existencia de dos poblaciones Tabla 2.16. Las curvas, obtenidas a partir de graficar los datos en papel Gumbel, para cada estación se presentan en los Anexos A al I.



Tabla 2.16 Distribuciones para las diferentes estaciones

Estación	Distribución
Tempoal	Doble Gumbel
Pujal	Gumbel
Choy	Gumbel
El Olivo	Gumbel
San Vicente	Gumbel
Tamuin	Gumbel
Ballesmi	Gumbel
Las Adjuntas	Gumbel
Pánuco	Doble Gumbel

Una vez identificado el comportamiento de las muestras, se realizó el análisis de frecuencias con ayuda del programa AX (Martín Jiménez, CENAPRED). La función de densidad de probabilidad de la distribución Gumbel está dada por

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[ - \left( \frac{x - \beta}{\alpha} \right) - e^{-\left( \frac{x - \beta}{\alpha} \right)} \right]$$

donde  $x$  es un evento con período de retorno  $T$ .

La función de distribución de probabilidad de  $x$  está dada por  $F(x) = \exp \left( -e^{-\left( \frac{x - \beta}{\alpha} \right)} \right)$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de la función y se estiman como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S} \qquad \beta = \bar{x} - 0.45S$$

donde  $\bar{x}$  es la media de los datos y  $S$  su desviación estándar.

Los resultados de los ajustes se muestran en las Tablas 2.17-2.25. Cada columna representa un período de retorno, los eventos se obtuvieron para duraciones desde uno hasta quince días (filas).

Tabla 2.17 Resultados del ajuste. Estación Tempoal

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1349.07	3056.32	4254.49	5019.50	5902.90	6537.49	7160.19	7976.60	8587.42	9205.37	10022.97	10631.41
2	1171.94	2824.00	3865.81	4512.50	5258.50	5794.46	6320.13	7010.33	7527.98	8041.62	8713.82	9245.45
3	1092.42	2607.48	3534.81	4094.33	4728.75	5201.54	5655.66	6250.75	6696.63	7147.71	7744.53	8160.91
4	987.02	2349.86	3159.45	3645.70	4205.66	4607.82	5003.00	5518.85	5907.99	6300.16	6819.02	7205.15
5	902.81	2174.25	2877.00	3292.68	3771.29	4114.70	4451.99	4893.75	5226.52	5559.29	6002.99	6312.55
6	817.05	1926.89	2550.71	2933.73	3375.69	3693.29	4004.77	4412.53	4722.52	5027.74	5437.89	5743.11
7	769.70	1737.74	2302.59	2661.93	3077.66	3376.46	3669.65	4054.59	4344.13	4635.92	5013.00	5318.26
8	719.86	1583.01	2099.58	2433.29	2819.81	3097.84	3370.79	3727.76	3997.05	4266.34	4621.22	4888.43
9	675.64	1452.47	1924.05	2239.38	2605.81	2869.55	3128.71	3467.64	3723.32	3979.01	4319.92	4557.77
10	639.30	1362.35	1795.66	2086.99	2425.73	2669.58	2909.08	3223.53	3460.05	3694.74	4010.10	4244.79
11	609.68	1298.49	1694.42	1961.33	2271.90	2495.53	2715.17	3002.96	3220.07	3437.18	3723.29	3945.45
12	582.30	1233.63	1607.81	1861.05	2155.85	2368.19	2576.74	2850.41	3055.77	3263.52	3531.99	3749.33
13	558.71	1164.18	1526.04	1775.65	2066.79	2276.46	2482.89	2752.46	2957.70	3159.78	3425.01	3639.72
14	538.14	1108.10	1458.43	1703.87	1990.57	2197.26	2400.45	2666.44	2867.11	3066.21	3333.76	3532.87
15	520.57	1064.65	1394.92	1628.95	1902.80	2100.40	2294.56	2549.72	2740.16	2933.57	3189.47	3368.01

Tabla 2.18 Resultados del ajuste. Estación Pujal

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1555.06	2553.78	3215.03	3849.31	4670.32	5285.55	5898.54	6707.26	7318.47	7929.46	8736.99	9347.81
2	1463.36	2394.94	3011.72	3603.36	4369.16	4943.03	5514.80	6269.15	6839.26	7409.17	8162.40	8732.15
3	1402.13	2253.68	2817.48	3358.29	4058.31	4582.88	5105.54	5795.09	6316.23	6827.18	7525.71	8046.51
4	1266.49	2066.27	2595.80	3103.73	3761.19	4253.87	4744.75	5392.83	5881.93	6371.11	7017.78	7506.92
5	1184.74	1918.25	2403.89	2869.73	3472.71	3924.55	4374.76	4968.71	5417.61	5866.34	6459.42	6908.02
6	1116.41	1791.24	2238.04	2666.62	3221.37	3637.08	4051.27	4597.72	5010.71	5423.55	5969.19	6381.91
7	1055.06	1684.72	2101.60	2501.49	3019.10	3406.97	3793.43	4303.30	4688.64	5073.84	5582.95	5968.04
8	1001.05	1596.44	1990.64	2368.77	2858.22	3225.00	3590.43	4072.55	4436.93	4801.17	5282.58	5646.72
9	955.97	1520.29	1893.93	2252.33	2716.24	3063.87	3410.24	3867.21	4212.57	4557.81	5014.10	5359.24
10	917.77	1455.43	1811.41	2152.87	2594.85	2926.06	3256.06	3691.43	4020.47	4349.39	4784.12	5112.95
11	929.68	1481.36	1846.63	2196.99	2650.51	2990.36	3328.97	3775.69	4113.32	4450.82	4896.89	5234.30
12	903.26	1446.31	1805.85	2150.73	2597.15	2931.67	3264.98	3704.71	4037.05	4369.27	4808.35	5140.47
13	877.34	1411.39	1764.99	2104.16	2543.19	2872.17	3199.96	3632.42	3959.25	4285.97	4717.79	5044.42
14	853.00	1378.11	1725.78	2059.27	2490.95	2814.43	3136.72	3561.94	3883.30	4204.55	4629.13	4950.29
15	831.14	1346.32	1687.41	2014.59	2438.10	2755.46	3071.66	3488.82	3804.10	4119.27	4535.82	4805.90

Tabla 2.19 Resultados del ajuste. Estación Choy

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	73.90	108.25	130.99	152.81	181.05	202.21	223.29	251.10	272.13	293.14	320.91	341.92
2	67.38	100.75	122.85	144.04	171.47	192.03	212.51	239.54	259.96	280.38	307.36	327.77
3	61.17	91.95	112.32	131.87	157.17	176.13	195.02	219.94	238.77	257.60	282.48	301.31
4	55.85	84.71	103.81	122.13	145.85	163.63	181.34	204.70	222.36	240.01	263.34	280.98
5	51.07	78.21	96.17	113.41	135.71	152.43	169.08	191.05	207.66	224.26	246.20	262.80
6	47.68	73.81	91.11	107.71	129.19	145.28	161.32	182.48	198.47	214.46	235.59	251.57
7	44.55	69.66	86.28	102.23	122.87	138.34	153.76	174.09	189.46	204.82	225.12	240.48
8	41.90	66.24	82.36	97.82	117.83	132.83	147.77	167.48	182.38	197.27	216.96	231.84
9	39.28	62.83	78.43	93.39	112.76	127.27	141.72	160.80	175.22	189.63	208.68	223.08
10	37.05	59.74	74.76	89.17	107.82	121.80	135.73	154.10	167.99	181.87	200.22	214.09
11	34.14	56.33	71.02	85.11	103.34	117.01	130.63	148.59	162.17	175.74	193.68	207.25
12	33.81	54.62	68.40	81.61	98.72	111.54	124.31	141.16	153.89	166.62	183.45	196.17
13	32.42	52.48	65.76	78.50	95.00	107.35	119.67	135.91	148.19	160.47	176.69	188.96
14	31.22	50.56	63.36	75.64	91.54	103.46	115.33	130.99	142.82	154.66	170.29	182.12
15	30.17	48.83	61.19	73.04	88.38	99.88	111.33	126.44	137.87	149.28	164.37	175.79

Tabla 2.20 Resultados del ajuste. Estación Olivo

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2660.37	3900.87	4722.18	5510.01	6529.76	7293.93	8055.31	9059.80	9818.97	10577.87	11580.88	12339.56
2	2564.20	3805.53	4627.39	5415.75	6436.19	7200.87	7962.76	8967.92	9727.60	10487.01	11490.70	12249.88
3	2443.02	3647.25	4444.55	5209.35	6199.29	6941.12	7680.24	8655.36	9392.34	10129.05	11102.74	11839.24
4	2320.32	3488.59	4262.08	5004.04	5964.42	6684.10	7401.14	8347.15	9062.12	9776.83	10721.45	11435.95
5	2198.66	3328.22	4076.09	4793.46	5722.03	6417.86	7111.15	8025.82	8717.10	9408.14	10321.45	11012.29
6	2067.20	3146.87	3861.70	4547.39	5434.94	6100.04	6762.71	7636.98	8297.72	8958.24	9831.21	10491.53
7	1946.36	2963.86	3637.54	4283.74	5120.18	5746.98	6371.49	7195.42	7818.12	8440.60	9263.30	9885.60
8	1955.75	2967.26	3636.98	4279.38	5110.91	5734.02	6354.86	7173.94	7792.98	8411.80	9229.67	9848.31
9	1749.09	2670.86	3281.16	3866.57	4624.32	5192.15	5757.91	6504.32	7068.44	7632.35	8377.66	8941.42
10	1676.92	2565.48	3153.78	3718.10	4448.55	4995.92	5541.29	6260.80	6804.59	7348.19	8066.64	8610.08
11	1615.90	2480.03	3052.16	3600.97	4311.34	4843.66	5374.04	6073.78	6602.62	7131.28	7829.98	8358.48
12	1559.62	2401.28	2958.53	3493.07	4184.96	4703.44	5220.02	5901.56	6416.65	6931.56	7612.09	8126.84
13	1508.06	2327.49	2870.02	3390.43	4064.05	4568.83	5071.77	5735.30	6236.79	6738.09	7400.65	7901.80
14	1459.36	2254.39	2780.77	3285.68	3939.24	4428.99	4916.95	5560.73	6047.28	6533.65	7176.48	7662.71
15	1412.54	2179.90	2687.96	3175.31	3806.12	4278.81	4749.81	5371.19	5840.80	6310.25	6930.71	7400.02

Tabla 2.21 Resultados del ajuste. Estación San Vicente

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2189.10	3492.07	4354.75	5182.25	6253.37	7056.02	7855.02	8910.82	9708.23	10505.35	11558.88	12355.76
2	2062.79	3368.94	4233.72	5063.23	6136.96	6941.56	7743.23	8800.88	9600.23	10399.29	11455.38	12254.21
3	1898.71	3152.27	3982.24	4778.37	5808.87	6581.09	7350.49	8365.56	9132.73	9899.63	10913.21	11679.88
4	1754.54	2960.78	3759.41	4525.48	5517.08	6260.14	7000.49	7977.25	8715.46	9453.40	10428.71	11166.44
5	1637.83	2798.10	3566.30	4303.18	5256.99	5971.74	6683.87	7623.41	8333.48	9043.30	9981.45	10691.06
6	1533.97	2655.43	3397.94	4110.17	5032.09	5722.93	6411.25	7319.36	8005.69	8691.77	9598.54	10284.42
7	1446.10	2521.29	3233.16	3916.00	4799.87	5462.21	6122.13	6992.77	7650.77	8308.54	9177.90	9835.48
8	1366.58	2393.47	3073.37	3725.54	4569.71	5202.30	5832.58	6664.11	7292.57	7920.79	8751.10	9379.15
9	1299.10	2261.11	2898.05	3509.02	4299.85	4892.47	5482.92	6261.92	6850.66	7439.19	8217.04	8805.40
10	1244.55	2162.80	2770.76	3353.94	4108.79	4674.45	5238.05	5981.60	6543.57	7105.33	7847.79	8409.38
11	1201.81	2091.00	2679.72	3244.44	3975.41	4523.16	5068.92	5788.95	6333.13	6877.11	7596.07	8139.90
12	1167.95	2045.22	2626.05	3183.20	3904.37	4444.78	4983.23	5693.60	6230.48	6767.17	7476.50	8013.03
13	1133.56	1998.90	2571.83	3121.39	3832.75	4365.81	4896.93	5597.64	6127.22	6656.60	7356.28	7885.51
14	1100.51	1952.88	2517.23	3058.56	3759.27	4284.34	4807.51	5497.72	6019.37	6540.82	7230.02	7751.33
15	1070.52	1910.13	2466.02	2999.25	3689.45	4206.66	4721.99	5401.86	5915.69	6429.34	7108.21	7621.71

Tabla 2.22. Resultados del ajuste. Estación Tamuin

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1233.10	2035.03	2565.97	3075.27	3734.50	4228.50	4720.70	5370.06	5860.83	6351.43	6999.83	7490.28
2	1263.54	2031.71	2540.31	3028.17	3659.66	4132.87	4604.35	5226.38	5696.50	6166.45	6787.56	7257.37
3	1226.60	1974.21	2469.20	2944.00	3558.58	4019.12	4477.99	5083.37	5540.90	5998.27	6602.76	7059.99
4	1189.98	1915.29	2395.50	2856.14	3452.38	3899.18	4344.35	4931.66	5375.54	5819.26	6405.71	6849.31
5	1096.66	1814.43	2289.65	2745.49	3335.53	3777.69	4218.23	4799.44	5238.70	5677.81	6258.16	6697.14
6	1057.90	1751.41	2210.58	2651.02	3221.13	3648.35	4074.00	4635.58	5060.00	5484.27	6045.02	6469.17
7	1022.30	1697.52	2144.57	2573.39	3128.46	3544.40	3958.83	4505.59	4918.81	53331.89	5877.84	6290.80
8	990.70	1648.03	2083.23	2500.59	3041.05	3445.98	3849.42	4381.69	4783.97	5186.10	5717.59	6119.61
9	960.40	1602.79	2028.11	2436.09	2964.17	3359.89	3754.17	4274.35	4667.49	5060.48	5579.89	5972.78
10	977.85	1586.98	1991.27	2377.12	2877.85	3253.08	3626.94	4120.18	4492.96	4865.61	5358.12	5730.65
11	948.76	1541.60	1934.12	2310.62	2797.98	3163.18	3527.05	4007.10	4369.92	4732.60	5211.95	5574.53
12	878.80	1471.24	1863.49	2239.74	2726.76	3091.72	3455.34	3935.07	4297.64	4660.08	5139.10	5501.43
13	894.48	1455.23	1826.50	2182.63	2643.60	2989.04	3333.21	3787.28	4130.46	4473.51	4926.91	5269.86
14	869.34	1413.83	1774.33	2120.13	2567.73	2903.15	3237.34	3678.24	4011.46	4344.57	4784.82	5117.82
15	845.81	1375.09	1725.51	2061.65	2496.75	2822.79	3147.65	3576.23	3900.14	4223.94	4651.89	4975.59

Tabla 2.23. Resultados del ajuste. Estación Ballesmi

Duración, días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	207.56	310.32	378.36	443.62	528.10	591.41	654.48	737.69	800.58	863.45	946.54	1009.39
2	184.81	292.51	363.81	432.21	520.74	587.05	653.18	740.38	806.29	872.18	959.25	1025.12
3	175.53	276.78	343.81	408.11	491.34	553.71	615.85	697.84	759.80	821.74	903.60	965.52
4	162.40	258.10	321.47	382.25	460.93	519.89	578.63	656.13	714.70	773.25	850.64	909.17
5	152.14	243.73	304.37	362.54	437.84	494.26	550.47	624.64	680.69	736.73	810.78	866.80
6	143.61	232.22	290.88	347.16	420.00	474.58	528.97	600.72	654.94	709.15	780.80	834.99
7	136.03	222.39	279.56	334.41	405.40	458.60	511.60	581.53	634.38	687.22	757.04	809.86
8	126.79	211.34	267.32	321.01	390.52	442.60	494.49	562.96	614.70	666.43	734.79	786.50
9	123.29	206.89	262.25	315.34	384.07	435.57	486.88	554.58	605.74	656.89	724.49	775.62
10	118.60	201.61	256.57	309.29	377.53	428.67	479.62	546.84	597.64	648.42	715.54	766.31
11	116.33	198.83	253.46	305.85	373.59	424.50	475.14	541.95	592.44	642.91	709.62	760.08
12	112.61	194.52	248.76	300.78	368.12	418.58	468.86	535.19	585.32	635.43	701.67	751.77
13	109.19	190.49	244.32	295.96	362.79	412.88	462.78	528.61	578.37	628.11	693.85	743.57
14	105.92	186.69	240.16	291.46	357.85	407.61	457.18	522.58	572.01	621.42	686.72	736.12
15	102.91	183.25	236.45	287.47	353.52	403.01	452.32	517.37	566.54	615.69	680.65	729.79

Tabla 2.24 Resultados del ajuste. Estación Adjuntas

Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	3161.73	4508.09	5399.50	6254.57	7361.57	8190.74	9017.10	10107.32	10931.28	11754.95	12843.56	13666.99
2	3085.08	4428.97	5318.74	6172.23	7276.99	8104.85	8929.69	10017.10	10840.36	11662.51	12749.12	13571.04
3	2984.36	4312.65	5192.09	6035.67	7127.61	7945.85	8761.12	9836.70	10649.60	11462.21	12536.21	13348.58
4	2883.46	4187.47	5050.84	5879.00	6950.98	7754.27	8554.63	9610.56	10408.60	11206.36	12260.72	13058.25
5	2773.50	4049.93	4895.04	5705.70	6755.00	7541.31	8324.74	9358.34	10139.51	10920.40	11952.47	12733.13
6	2709.00	3969.28	4803.70	5604.10	6640.13	7416.48	8190.01	9210.53	9981.81	10752.82	11771.83	12542.62
7	2563.64	3781.57	4587.40	5361.43	6362.63	7112.89	7860.42	8846.63	9591.99	10337.08	11321.84	12066.72
8	2463.13	3650.68	4436.95	5191.15	6167.39	6898.94	7627.83	8589.45	9316.23	10042.74	11002.95	11729.25
9	2373.45	3531.76	4298.66	5034.29	5986.49	6700.03	7410.97	8348.91	9057.79	9766.41	10702.97	11411.39
10	2294.06	3425.71	4174.97	4893.67	5823.95	6521.07	7215.65	8132.01	8824.57	9516.88	10431.89	11124.00
11	2224.52	3335.24	4070.64	4776.05	5689.13	6373.35	7055.08	7954.50	8634.25	9313.76	10211.84	10891.16
12	2163.55	3254.87	3977.41	4670.49	5567.61	6239.88	6909.69	7793.39	8461.26	9128.89	10011.28	10678.72
13	2108.60	3180.09	3889.52	4570.01	5450.84	6110.90	6768.55	7636.19	8291.94	8947.45	9813.81	10469.13
14	2054.38	3105.31	3801.12	4468.55	5332.48	5979.87	6624.90	7475.89	8119.06	8761.98	9611.72	10254.47
15	2002.98	3033.05	3715.05	4369.24	5216.01	5850.56	6482.78	7316.88	7947.28	8577.45	9410.32	10040.30

Tabla 2.25. Resultados del ajuste. Estación Pánuco

Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2738.10	3771.83	4796.22	6191.06	8147.23	9565.51	10947.32	12752.41	14096.46	15450.92	17242.99	18659.97
2	2682.08	3712.40	4753.33	6189.92	8179.70	9614.97	11013.41	12831.51	14204.95	15552.08	17362.29	18709.42
3	2630.77	3671.75	4699.15	6101.39	8079.77	9516.32	10915.92	12741.61	14113.51	15474.87	17290.00	18725.22
4	2563.36	3610.85	4645.96	6053.22	8030.01	9465.10	10863.96	12689.60	14048.95	15418.84	17231.30	18664.41
5	2492.11	3545.80	4588.36	6006.10	7995.34	9439.41	10846.39	12679.96	14063.09	15419.72	17242.69	18684.11
6	2421.96	3482.88	4528.88	5934.34	7897.31	9322.25	10713.80	12525.57	13887.02	15258.94	17060.23	18316.95
7	2335.12	3409.14	4469.24	5885.45	7853.74	9281.58	10674.66	12490.13	13859.61	15223.83	16986.83	18414.02
8	2268.39	3344.81	4409.42	5823.27	7775.68	9190.82	10571.52	12370.84	13717.74	15069.83	16879.55	18127.64
9	2211.31	3296.36	4375.27	5788.05	7710.94	9101.69	10459.85	12230.70	13549.25	14878.02	16615.65	18005.75
10	2156.49	3242.79	4320.00	5718.48	7616.03	8988.96	10329.08	12075.52	13387.88	14700.23	16436.58	17728.75
11	2106.74	3197.66	4270.90	5637.54	7481.24	8818.36	10121.68	11823.36	13102.09	14370.97	16062.82	17361.22
12	2064.95	3158.25	4220.03	5528.25	7274.69	8542.27	9782.96	11403.70	12619.83	13835.96	15445.00	16642.43
13	2010.85	3109.79	4164.88	5423.99	7085.12	8292.61	9474.44	11016.72	12177.34	13329.03	14864.62	16007.38
14	1973.09	3072.95	4127.41	5345.32	6921.35	8064.67	9184.53	10648.19	11739.59	12839.45	14260.81	15411.44
15	1943.13	3055.66	4090.94	5236.81	6707.49	7777.85	8828.81	10204.20	11231.27	12266.30	13635.72	14654.82

A partir de los eventos obtenidos de los diferentes ajustes, se dibujaron las curvas Q-d-T, las cuales son de gran utilidad para fines de diseño. Las curvas de cada estación se encuentran en los Anexos A al I.

Con los eventos estimados para las duraciones de uno a quince días, es posible definir las avenidas de diseño para períodos de retorno desde 2 hasta 10000 años. Además, se obtuvieron los hidrogramas para 50, 100 y 200 años de período de retorno.

A continuación se describe el procedimiento seguido para la obtención de la avenida de diseño para un período de retorno de 50 años de la estación Tempoal; de manera análoga se obtuvieron las avenidas para 100 y 200 años, y las de las ocho estaciones restantes para todos los períodos de retorno. Los resultados se presentan en los Anexos A al I.

### 2.3 Estimación de las avenidas de diseño

Para ejemplificar la generación de una avenida de diseño, se describe a continuación el procedimiento seguido en este trabajo.

- i. A partir de los resultados de los ajustes de las series a la distribución Gumbel, se aísla la columna correspondiente al período de retorno de interés.

Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1349.07	3056.32	4254.49	5019.50	<b>5902.90</b>	6537.49	7160.19	7976.60	8587.42	9205.37	10022.97	10631.41
2	1171.94	2824.00	3865.81	4512.50	<b>5258.50</b>	5794.46	6320.13	7010.33	7527.98	8041.62	8713.82	9245.45
3	1092.42	2607.48	3534.81	4094.33	<b>4728.75</b>	5201.54	5655.66	6250.75	6696.63	7147.71	7744.53	8160.91
4	987.02	2349.86	3159.45	3645.70	<b>4205.66</b>	4607.82	5003.00	5518.85	5907.99	6300.16	6819.02	7205.15
5	902.81	2174.25	2877.00	3292.68	<b>3771.29</b>	4114.70	4451.99	4893.75	5226.52	5559.29	6002.99	6312.55
6	817.05	1926.89	2550.71	2933.73	<b>3375.69</b>	3693.29	4004.77	4412.53	4722.52	5027.74	5437.89	5743.11
7	769.70	1737.74	2302.59	2661.93	<b>3077.66</b>	3376.46	3669.65	4054.59	4344.13	4635.92	5013.00	5318.26
8	719.86	1583.01	2099.58	2433.29	<b>2819.81</b>	3097.84	3370.79	3727.76	3997.05	4266.34	4621.22	4888.43
9	675.64	1452.47	1924.05	2239.38	<b>2605.81</b>	2869.55	3128.71	3467.64	3723.32	3979.01	4319.92	4557.77
10	639.30	1362.35	1795.66	2086.99	<b>2425.73</b>	2669.58	2909.08	3223.53	3460.05	3694.74	4010.10	4244.79
11	609.68	1298.49	1694.42	1961.33	<b>2271.90</b>	2495.53	2715.17	3002.96	3220.07	3437.18	3723.29	3945.45
12	582.30	1233.63	1607.81	1861.05	<b>2155.85</b>	2368.19	2576.74	2850.41	3055.77	3263.52	3531.99	3749.33
13	558.71	1164.18	1526.04	1775.65	<b>2066.79</b>	2276.46	2482.89	2752.46	2957.70	3159.78	3425.01	3639.72
14	538.14	1108.10	1458.43	1703.87	<b>1990.57</b>	2197.26	2400.45	2666.44	2867.11	3066.21	3333.76	3532.87
15	520.57	1064.65	1394.92	1628.95	<b>1902.80</b>	2100.40	2294.56	2549.72	2740.16	2933.57	3189.47	3368.01

- ii. Se considera a cada evento como gasto promedio ( $Q_{\text{medio}}$ ) de cada duración. A partir de los gastos promedio, se obtienen los gastos de cada día ( $Q_{\text{individual}}$ ). Tomando en cuenta que el primer gasto "individual" será igual al gasto promedio de un día, los gastos individuales se obtienen con ayuda de la expresión siguiente

$$Q_{ind} = nQ_{\text{medio}} - \left( \sum_{i=1}^{n-1} Q_{\text{individual } i} \right)$$

Donde  $n$  es el número del gasto individual a obtener e  $i$  es el contador de los gastos individuales. Tabla 2.26.

Cada gasto individual, será el gasto medio de un día cualquiera, por lo tanto la duración del hidrograma de la avenida de diseño será de 15 días.

Tabla 2.26 Obtención de los gastos individuales

$N$	$Q_{\text{medio}}$	$nQ_{\text{medio } n}$	$\Sigma Q_{\text{individual } i}$	$Q_{\text{individual}}$
1	5902.90	5902.90	0	5902.90
2	5258.50	10517.00	5902.90	4614.1
3	4728.75	14186.25	10517.00	3669.25
4	4205.66	16822.64	14186.25	2636.39
5	3771.29	18856.45	16822.64	2033.81
6	3375.69	20254.14	18856.45	1397.69
7	3077.66	21543.62	20254.14	1289.48
8	2819.81	22558.48	21543.62	1014.86
9	2605.81	23452.29	22558.48	893.81
10	2425.73	24257.30	23452.29	805.01
11	2271.90	24990.90	24257.30	733.6
12	2155.85	25870.20	24990.90	879.3
13	2066.79	26868.27	25870.20	998.07
14	1990.57	27867.98	26868.27	999.71
15	1902.80	28542.00	27867.98	674.02

- iii. El hidrograma de la avenida de diseño se genera a partir de los gastos individuales obtenidos anteriormente. Al centro se coloca el gasto de mayor magnitud, que corresponde al gasto de pico del hidrograma, y a los lados se alternan los gastos individuales ordenados.

$n$	$Q_{\text{indiv}}$	Avenida diseño
1	<b>5902.90</b>	674.02
2	4614.1	998.07
3	3669.25	733.6
4	2636.39	893.81
5	2033.81	1289.48
6	1397.69	2033.81
7	1289.48	3669.25
8	1014.86	<b>5902.90</b>
9	893.81	4614.1
10	805.01	2636.39
11	733.6	1397.69
12	879.3	1014.86
13	998.07	805.01
14	999.71	879.3
15	674.02	999.71



A partir de los gastos ordenados alternadamente, se dibuja el hidrograma de la avenida de diseño (Figura 2.9).

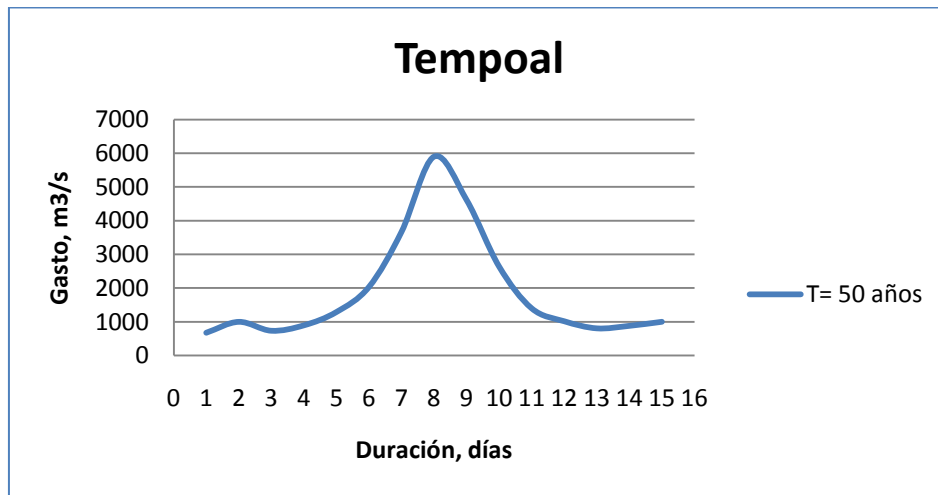


Figura 2.9 Avenida de diseño Tempoal T=50 años

Los hidrogramas de las avenidas de diseño para todas las estaciones y períodos de retorno, se presentan en los Anexos A al I.

En el capítulo siguiente se seguirá el procedimiento de obtención de avenidas previamente explicado, pero con muestras regionalizadas. En el Capítulo 4 se compararán los volúmenes resultantes de ambos ejercicios y se considerará la pertinencia de emplear métodos regionales para la generación de eventos de diseño.

## 2.4 Estación Pánuco

Una vez estimadas las avenidas de diseño para duración de 15 días, se notó en que el hidrograma correspondiente a la estación Pánuco la rama descendente no bajaba por completo (Figura 2.10).

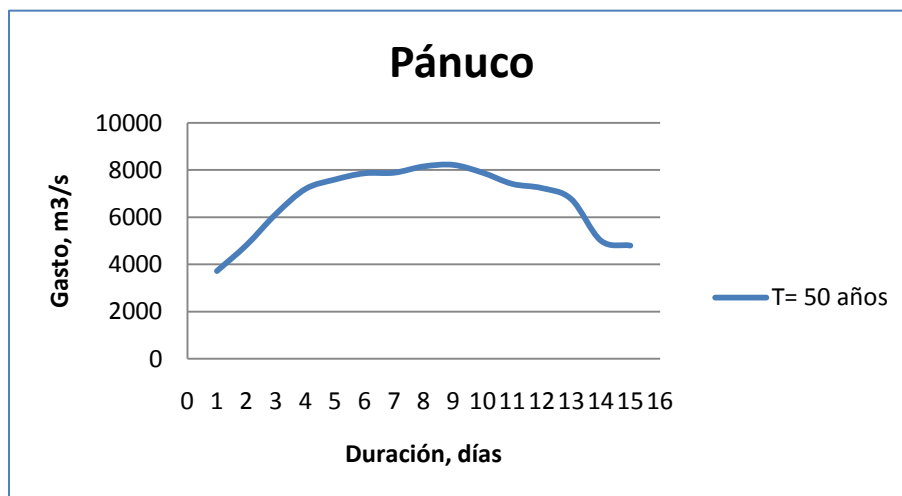


Figura 2.10 Avenida de diseño Pánuco T=50 años

Como puede observarse, el hidrograma no queda del todo completo, esto se debe a que Pánuco es la última estación y la respuesta no es tan rápida como pudiera ser en las otras estaciones.

Con el objetivo de asegurar que el hidrograma quedara completo, se realizaron corridas para duraciones de hasta 25 días, duración que se creyó suficiente para completar el hidrograma.

Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2738.10	3771.83	4796.22	6191.06	8147.23	9565.51	10947.32	12752.41	14096.46	15450.92	17242.99	18659.97
2	2682.08	3712.40	4753.33	6189.92	8179.70	9614.97	11013.41	12831.51	14204.95	15552.08	17362.29	18709.42
3	2630.77	3671.75	4699.15	6101.39	8079.77	9516.32	10915.92	12741.61	14113.51	15474.87	17290.00	18725.22
4	2563.36	3610.85	4645.96	6053.22	8030.01	9465.10	10863.96	12689.60	14048.95	15418.84	17231.30	18664.41
5	2492.11	3545.80	4588.36	6006.10	7995.34	9439.41	10846.39	12679.96	14063.09	15419.72	17242.69	18684.11
6	2421.96	3482.88	4528.88	5934.34	7897.31	9322.25	10713.80	12525.57	13887.02	15258.94	17060.23	18316.95
7	2335.12	3409.14	4469.24	5885.45	7853.74	9281.58	10674.66	12490.13	13859.61	15223.83	16986.83	18414.02
8	2268.39	3344.81	4409.42	5823.27	7775.68	9190.82	10571.52	12370.84	13717.74	15069.83	16879.55	18127.64
9	2211.31	3296.36	4375.27	5788.05	7710.94	9101.69	10459.85	12230.70	13549.25	14878.02	16615.65	18005.75
10	2156.49	3242.79	4320.00	5718.48	7616.03	8988.96	10329.08	12075.52	13387.88	14700.23	16436.58	17728.75
11	2106.74	3197.66	4270.90	5637.54	7481.24	8818.36	10121.68	11823.36	13102.09	14370.97	16062.82	17361.22
12	2064.95	3158.25	4220.03	5528.25	7274.69	8542.27	9782.96	11403.70	12619.83	13835.96	15445.00	16642.43
13	2010.85	3109.79	4164.88	5423.99	7085.12	8292.61	9474.44	11016.72	12177.34	13329.03	14864.62	16007.38
14	1973.09	3072.95	4127.41	5345.32	6921.35	8064.67	9184.53	10648.19	11739.59	12839.45	14260.81	15411.44
15	1943.13	3055.66	4090.94	5236.81	6707.49	7777.85	8828.81	10204.20	11231.27	12266.30	13635.72	14654.82
16	1908.93	3026.31	4038.07	5107.98	6462.60	7449.29	8419.37	9690.08	10645.41	11597.06	12880.67	13824.94
17	1875.47	2992.76	3979.69	4984.70	6243.03	7159.51	8062.22	9246.33	10134.41	11029.38	12199.72	13080.91
18	1841.72	2959.00	3921.28	4862.99	6026.47	6873.30	7707.35	8800.80	9624.48	10454.54	11527.24	12395.61
19	1805.84	2911.07	3850.88	4742.55	5831.08	6620.82	7398.98	8419.63	9186.60	9962.53	10977.21	11741.20
20	1774.41	2875.08	3787.24	4620.91	5626.91	6355.57	7072.84	8014.46	8726.89	9428.28	10378.19	11085.10
21	1734.82	2835.39	3724.70	4516.40	5464.16	6149.53	6823.86	7710.81	8376.68	9047.75	9911.30	10577.17
22	1703.73	2788.77	3658.39	4406.30	5292.06	5930.46	6558.55	7383.08	8003.90	8624.72	9458.95	10040.97
23	1677.42	2753.54	3596.95	4297.47	5119.62	5710.58	6291.15	7051.39	7626.35	8201.31	8946.95	9521.91
24	1652.29	2714.46	3535.55	4204.56	4986.46	5547.37	6098.68	6820.60	7364.44	7910.42	8627.01	9207.11
25	1627.13	2674.59	3472.36	4109.85	4851.57	5383.33	5905.49	6589.26	7106.37	7615.41	8294.12	8811.24

Una vez obtenidos los eventos para duraciones y períodos de retorno, se estimaron las avenidas de diseño para 50, 100 y 200 años. En la Figura 2.11 se muestra el hidrograma correspondiente a un período de retorno de 50 años, puede observarse que la rama descendente queda completa.

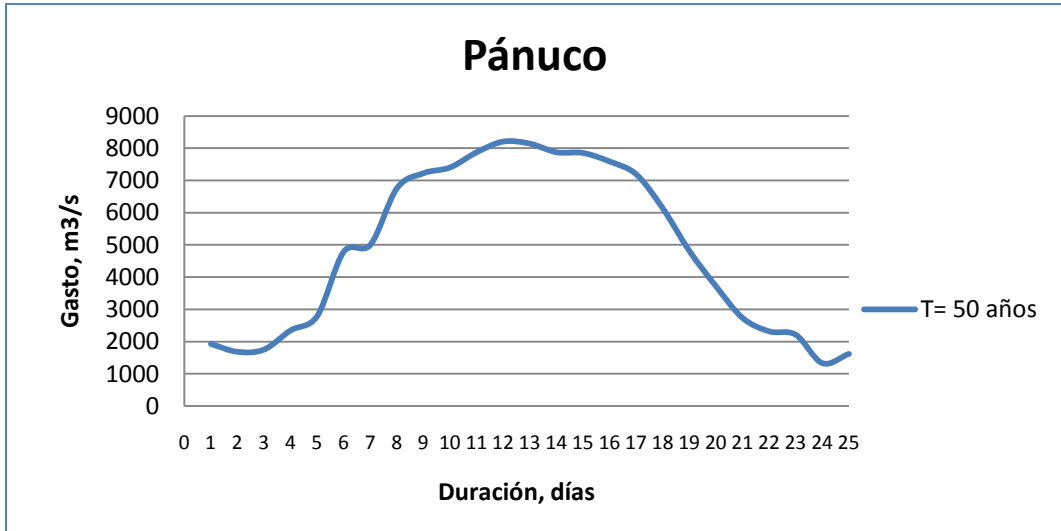


Figura 2.11 Avenida de diseño Pánuco T=50 años. Duración 25 días

Las avenidas de diseño correspondientes a 100 y 200 años se presentan en el Anexo E.

## Capítulo 3

# Estimación de avenidas de diseño a partir de una muestra regional

---

Exhaustivamente se ha mencionado que las inundaciones son mundialmente conocidas como generadoras de daños, a propiedades y a la vida misma. Para prevenir desastres es necesario establecer ciertas medidas de control, la determinación de la magnitud y frecuencia de estos eventos hidrológicos extremos es necesaria en el diseño de diversas estructuras de control como presas, puentes, diques, bordos y alcantarillas.

El análisis de frecuencias ha sido utilizado por mucho tiempo para relacionar la magnitud de los escurrimientos con su frecuencia de ocurrencia. Para realizar el análisis de frecuencias se requiere de información del sitio, en la forma de series anuales de gastos máximos, para estimar el posible flujo potencial en el sitio de interés.

Sin embargo, debido a que no siempre se cuenta con registros ininterrumpidos suficientemente largos, el análisis de frecuencias realizado para cada sitio por separado puede llevar a estimaciones poco confiables, sobre todo para periodos de retorno grandes. Para lidiar con esta situación, los hidrólogos se apoyan en métodos regionales de análisis de frecuencias, los cuales se basan en unificar información de varios sitios con características similares al punto objetivo.

La disponibilidad de información es un aspecto muy relevante en el análisis de frecuencias. La estimación de la probabilidad de ocurrencia de gastos extremos es una extrapolación basada en los datos, por lo que mientras más larga sea la base de datos, las estimaciones serán más certeras.

Desde un punto de vista estadístico, las muestras pequeñas pueden arrojar resultados no razonables o físicamente irrealistas, desafortunadamente, no se cuenta con registros muy largos, ya que la cantidad de datos existentes puede ser limitada y en algunos casos inexistente. En tales casos, el análisis regional es muy útil.

### *3.1 Identificación de regiones*

Los análisis regionales están basados en el concepto de homogeneidad regional, el cual supone que las “poblaciones” de gastos máximos en varios sitios de la región tienen características similares y no dependen del área de captación.

El grupo de sitios con suficiente homogeneidad en los mecanismos de generación de gastos, constituyen una *región homogénea* y el procedimiento para identificar las regiones homogéneas es tradicionalmente conocido como regionalización.

Un método para asignar regiones homogéneas es la cercanía geográfica, límites políticos, administrativos o fisiográficos. Sin embargo, esta práctica es fuertemente criticada debido a que la delimitación de la región usando los factores anteriores, no garantiza homogeneidad hidrológica. Las regiones similares a nivel geográfico pueden no ser similares desde el punto de vista de generación de flujos, por otro lado dos sitios en diferentes regiones pueden ser similares respecto a la frecuencia de los gastos, sin importar que geográficamente sean diferentes.

Un método de identificación de regiones homogéneas es la prueba de Fisher, la cual define si dos conjuntos forman parte de la misma población por medio de sus varianzas. Para realizar la comparación se utiliza su cociente, siendo el numerador la mayor de ellas. Si el cociente se encuentra dentro del valor límite de la distribución de probabilidad de Fisher o F de Fisher, se acepta. En la Tabla 2.1, se muestran los límites de la función F correspondientes a una probabilidad de excedencia del 10%.

Tabla 3.1 Puntos porcentuales de la distribución F de Fisher. Valores de F en función de la probabilidad  $P(F|v_1, v_2)$

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	60	100	$\infty$
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.71	61.22	61.74	62.26	62.79	63.01	63.33
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.41	9.42	9.44	9.46	9.47	9.48	9.49
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.20	5.18	5.17	5.15	5.14	5.13
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.90	3.87	3.84	3.82	3.79	3.78	3.76
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.17	3.14	3.13	3.10
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.90	2.87	2.84	2.80	2.76	2.75	2.72
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.63	2.59	2.56	2.51	2.50	2.47
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.50	2.46	2.42	2.38	2.34	2.32	2.29
9	3.33	3.01	2.81	2.64	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	2.19	2.16
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.09	2.06
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.21	2.17	2.12	2.08	2.03	2.01	1.97
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	1.94	1.90
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.10	2.05	2.01	1.96	1.90	1.88	1.85
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.83	1.80
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.02	1.97	1.92	1.87	1.82	1.79	1.76
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.84	1.78	1.76	1.72
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.96	1.91	1.86	1.81	1.75	1.73	1.69
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.93	1.89	1.84	1.78	1.72	1.70	1.66
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76	1.70	1.67	1.63
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.65	1.61
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.87	1.83	1.78	1.72	1.66	1.63	1.59
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.86	1.81	1.76	1.70	1.64	1.61	1.57
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.84	1.80	1.74	1.69	1.62	1.59	1.55
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.83	1.78	1.73	1.67	1.61	1.58	1.53
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.82	1.77	1.72	1.66	1.59	1.56	1.52
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.81	1.76	1.71	1.65	1.58	1.55	1.50
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.80	1.75	1.70	1.64	1.57	1.54	1.49
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.79	1.74	1.69	1.63	1.56	1.53	1.48
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.78	1.73	1.68	1.62	1.55	1.52	1.47
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.77	1.72	1.67	1.61	1.54	1.51	1.46
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.71	1.66	1.61	1.54	1.47	1.43	1.38
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.66	1.60	1.54	1.48	1.40	1.36	1.29
80	2.77	2.37	2.15	2.02	1.92	1.85	1.79	1.75	1.71	1.68	1.63	1.57	1.51	1.44	1.36	1.32	1.24
100	2.76	2.36	2.14	2.00	1.91	1.83	1.78	1.73	1.69	1.66	1.61	1.56	1.49	1.42	1.34	1.29	1.21
$\infty$	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.55	1.49	1.42	1.34	1.24	1.18	1.00

Para el caso de las estaciones del Pánuco se consideró que si los máximos anuales de cada estación se dividen entre su promedio, la variancia de la nueva muestra es igual al cuadrado del coeficiente de variación, por lo que se elaboró la Tabla 3.2 en la que se muestran los coeficientes de variación de todas las estaciones, así como los cocientes  $(Cv_1/Cv_2)^2$ , siendo  $Cv_1$  el mayor. Adicionalmente se construyó la Figura 3.1 en la que se ubican los valores de los coeficientes de variación. A continuación se muestra el procedimiento para las estaciones Tempoal y Pujal, para ejemplificar el procedimiento.

- Se obtienen los coeficientes de variación de las muestras de las estaciones  
*Estación Tempoal:  $Cv_{Tempoal}=0.75118$*   
*Estación Pujal:  $Cv_{Pujal}=0.64906$*
- Se comparan los coeficientes de variación para definir a cuál corresponde el subíndice 1 y a cuál el 2  
 $Cv_{Tempoal} > Cv_{Pujal} \rightarrow Cv_{Tempoal} = Cv_1$  y  $Cv_{Pujal} = Cv_2$
- Se realiza el cociente  

$$\left(\frac{Cv_1}{Cv_2}\right)^2 = \left(\frac{0.75118}{0.64906}\right)^2 = 1.3394$$

Tabla 3.2 Coeficientes de variación y cocientes  $(Cv_1/Cv_2)^2$

	Tempoal	Pujal	Choy	Olivo	Ballesmi	San Vicente	Tamuín	Adjuntas	Pánuco
<b>Cv</b>	<b>0.75118</b>	<b>0.64906</b>	<b>0.48413</b>	<b>0.48554</b>	<b>0.54027</b>	<b>0.60626</b>	<b>0.51233</b>	<b>0.44645</b>	<b>0.40884</b>
<b>Tempoal</b>	1.0000	1.3394	2.4075	2.3935	1.9332	1.5352	2.1498	2.8310	3.3758
<b>Pujal</b>		1.0000	1.7974	1.7869	1.4433	1.1462	1.6050	2.1136	2.5203
<b>Choy</b>			1.0000	1.0059	1.2454	1.5682	1.1199	1.1759	1.4022
<b>Olivo</b>				1.0000	1.2381	1.5590	1.1134	1.1828	1.4104
<b>Ballesmi</b>					1.0000	1.2592	1.1120	1.4644	1.7462
<b>San Vicente</b>						1.0000	1.4003	1.8440	2.1989
<b>Tamuín</b>							1.0000	1.3169	1.5703
<b>Adjuntas</b>								1.0000	1.1924
<b>Pánuco</b>									1.0000

De la tabla anterior se pueden deducir varios escenarios de regionalización, tomando en cuenta la cercanía de los valores de los coeficientes de variación de cada estación. Puede notarse que las estaciones Tempoal y Pánuco, debido a sus características geográficas, poseen los coeficientes de variación extremos, por lo que sus gastos máximos anuales, aún divididos por su promedio, difícilmente pueden pertenecer a la misma población.

A partir de los cocientes de la Tabla 3.2, el número de datos existentes en cada estación y los puntos porcentuales de la Tabla 3.1 se obtuvieron los valores límite siguientes:

Tabla 3.3 Valores límite de los cocientes  $(Cv_1/Cv_2)^2$

	Tempoal	Pujal	Choy	Olivo	Ballesmi	San Vicente	Tamuín	Adjuntas	Pánuco
<b>Tempoal</b>	1.483	1.480	1.512	1.515	1.486	1.535	1.569	1.488	1.535
<b>Pujal</b>		1.477	1.509	1.512	1.482	1.532	1.566	1.485	1.532
<b>Choy</b>			1.573	1.575	1.515	1.595	1.627	1.518	1.595
<b>Olivo</b>				1.582	1.518	1.602	1.633	1.521	1.602
<b>Ballesmi</b>					1.489	1.539	1.572	1.491	1.539
<b>San Vicente</b>						1.642	1.672	1.542	1.642
<b>Tamuín</b>							1.725	1.576	1.672
<b>Adjuntas</b>								1.494	1.542
<b>Pánuco</b>									1.642

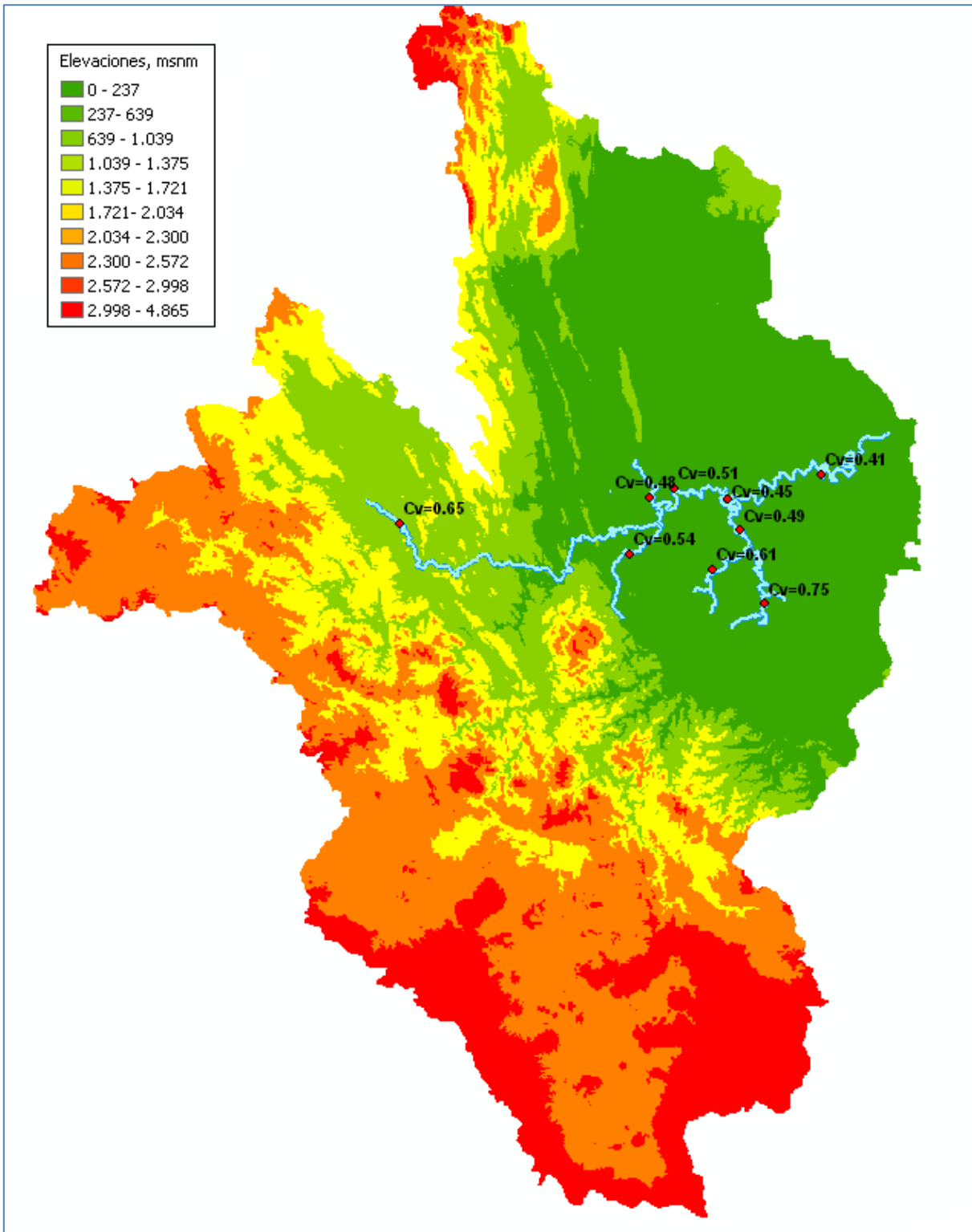


Figura 3.1 Coeficientes de variación de las estaciones

Como se mencionó anteriormente, si los cocientes  $(Cv_1/Cv_2)^2$ , se encuentran dentro de los límites de la distribución F, se puede afirmar que *no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis de pertenencia a una región y se le acepta* (Domínguez Ramón et al) los resultados de la prueba de Fisher se muestran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Resultados de la prueba de Fisher

	Tempoal	Pujal	Choy	Olivo	Ballesmi	San Vicente	Tamuín	Adjuntas	Pánuco
Tempoal	X	X				X			
Pujal		X			X	X			
Choy			X	X	X	X	X	X	X
Olivo				X	X	X	X	X	X
Ballesmi					X	X	X	X	
San Vicente						X	X		
Tamuín							X	X	X
Adjuntas								X	X
Pánuco									X

Las celdas marcadas con “X” señalan las combinaciones de estaciones que pasan la prueba, se aprecia que Pánuco no pertenece a la región y que pueden generarse dos regiones:

- Región 1: Choy, Olivo, Ballesmi, Tamuín y Adjuntas

	Choy	Olivo	Ballesmi	Tamuín	Adjuntas
Choy	X	X	X	X	X
Olivo		X	X	X	X
Ballesmi			X	X	X
Tamuín				X	X
Adjuntas					X

- Región 2: Tempoal, Pujal y San Vicente

	Tempoal	Pujal	San Vicente
Tempoal	X	X	X
Pujal		X	X
San Vicente			X

Los resultados de la prueba de Fisher muestran que la estación Pánuco no pertenece a ninguna de las dos regiones propuestas, lo cual parece congruente con las características de su cuenca cuyo tamaño es bastante mayor que el de las demás.



Con el criterio relativo a las características de las cuencas, puede apreciarse que las estaciones por donde drenan cuencas relativamente menores y de respuesta rápida, forman una región (Pujal, San Vicente y Tempoal), por lo que en este caso una regionalización con un criterio meramente geográfico pudiera haber sido correcta.

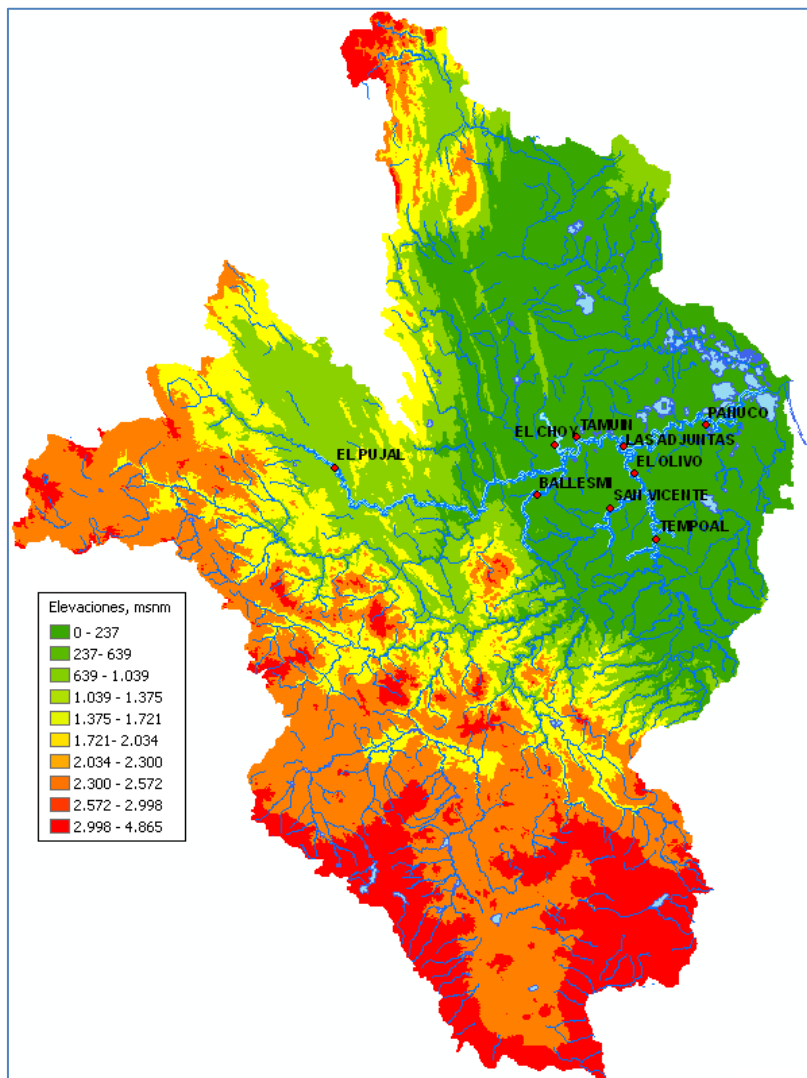


Figura 3.2 Ubicación geográfica de las estaciones

### 3.2 Generación de la muestra regional

Definidas las regiones homogéneas, puede realizarse el proceso de regionalización. En este trabajo se empleó el método *estación-año*, en el cual se toman los datos existentes de las estaciones y se les integra en una muestra única.

Para generar la muestra *grande* o única, se dividen todos los datos de cada estación por la media de los mismos, se ilustrará el procedimiento para la Región 2 y duración de un día.

Gastos máximos anuales duración 1 día			
	Pujal	San Vicente	Tempoal
1953	317.14		
1954	2855.50		2070.33
1955	5078.75		5579.69
1956	2286.50		4113.79
1957	464.71		409.93
1958	2466.87		3614.99
1959	405.70		1294.67
1960	731.49		1031.11
1961	1352.79		788.58
1962	450.51		623.88
1963	1016.56		1616.45
⋮	⋮		⋮
1970	2509.52		1397.49
1971	1378.74		1466.61
1972	1429.96	1246.83	947.76
1973	1945.80	1926.98	1490.42
1974	3845.50	4587.72	4534.12
1975	2846.37	4333.24	3794.53
1976	4307.62	1936.82	1257.24
1977	2309.26	597.89	388.45
1978	2921.69	3753.05	3638.58
1979	1231.36	2768.85	1603.00
1980	1019.55	2454.23	1063.10
1981	1510.90	3235.15	1920.83
1982	301.41	482.76	493.15
1983	1676.94	2065.66	816.70
1984	1961.33	4173.66	3871.17
1985	1250.20	2087.46	1821.92
1986	771.40	922.78	455.83
1987	875.08	1441.63	1533.25
1988	1515.54	3612.07	3002.14
1989	523.50	1055.85	605.28
⋮	⋮	⋮	⋮
1997	986.65	2113.32	814.01
1998	1110.44	2641.44	1221.38
1999	1139.75	2469.27	2521.02
$\bar{x}$	<b>1741.18</b>	<b>2431.76</b>	<b>1845.29</b>

Al dividir cada elemento por la media correspondiente se obtiene →

Generación de muestra grande			
	Pujal	San Vicente	Tempoal
1953	0.18		
1954	1.64		1.12
1955	2.92		3.02
1956	1.31		2.23
1957	0.27		0.22
1958	1.42		1.96
1959	0.23		0.70
1960	0.42		0.56
1961	0.78		0.43
1962	0.26		0.34
1963	0.58		0.88
⋮	⋮		⋮
1970	1.44		0.76
1971	0.79		0.79
1972	0.82	0.51	0.51
1973	1.12	0.79	0.81
1974	2.21	1.89	2.46
1975	1.63	1.78	2.06
1976	2.47	0.80	0.68
1977	1.33	0.25	0.21
1978	1.68	1.54	1.97
1979	0.71	1.14	0.87
1980	0.59	1.01	0.58
1981	0.87	1.33	1.04
1982	0.17	0.20	0.27
1983	0.96	0.85	0.44
1984	1.13	1.72	2.10
1985	0.72	0.86	0.99
1986	0.44	0.38	0.25
1987	0.50	0.59	0.83
1988	0.87	1.49	1.63
1989	0.30	0.43	0.33
⋮	⋮	⋮	⋮
1997	0.57	0.87	0.44
1998	0.64	1.09	0.66
1999	0.65	1.02	1.37
$\bar{x}$	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Una vez divididos los datos por su media, puede crearse la muestra *grande* uniendo todos los datos en un mismo “registro”.

Dato	$x_{\text{muestra regional}}$	Dato	$x_{\text{muestra regional}}$	Dato	$x_{\text{muestra regional}}$	Dato	$x_{\text{muestra regional}}$
1	0.18	32	1.13	63	0.59	94	0.51
2	1.64	33	0.72	64	1.49	95	0.81
3	2.92	34	0.44	65	0.43	96	2.46
4	1.31	35	0.50	66	0.21	97	2.06
5	0.27	36	0.87	67	1.82	98	0.68
6	1.42	37	0.30	68	0.90	99	0.21
7	0.23	38	1.36	69	2.76	100	1.97
8	0.42	39	1.28	70	0.57	101	0.87
9	0.78	40	1.11	71	0.68	102	0.58
10	0.26	41	2.61	72	0.55	103	1.04
11	0.58	42	0.58	73	0.87	104	0.27
12	0.22	43	0.74	74	1.09	105	0.44
13	0.57	44	1.17	75	1.02	106	2.10
14	1.20	45	0.57	76	1.12	107	0.99
15	1.52	46	0.64	77	3.02	108	0.25
16	0.52	47	0.65	78	2.23	109	0.83
17	1.51	48	0.51	79	0.22	110	1.63
18	1.44	49	0.79	80	1.96	111	0.33
19	0.79	50	1.89	81	0.70	112	0.81
20	0.82	51	1.78	82	0.56	113	1.86
21	1.12	52	0.80	83	0.43	114	1.18
22	2.21	53	0.25	84	0.34	115	3.19
23	1.63	54	1.54	85	0.88	116	0.57
24	2.47	55	1.14	86	0.31	117	0.36
25	1.33	56	1.01	87	0.41	118	0.35
26	1.68	57	1.33	88	0.93	119	0.44
27	0.71	58	0.20	89	1.02	120	0.66
28	0.59	59	0.85	90	0.55	121	1.37
29	0.87	60	1.72	91	0.96		
30	0.17	61	0.86	92	0.76		
31	0.96	62	0.38	93	0.79		

La muestra regional se ordena de mayor a menor y se dibuja en papel Gumbel, para identificar su comportamiento, en la Figura 3.3 se muestra el gráfico correspondiente a la Región 2 para duración de un día. Las curvas para todas las duraciones de la Región 1 se presentan en el Anexo J, las correspondientes a la Región 2 se encuentran en el Anexo K.

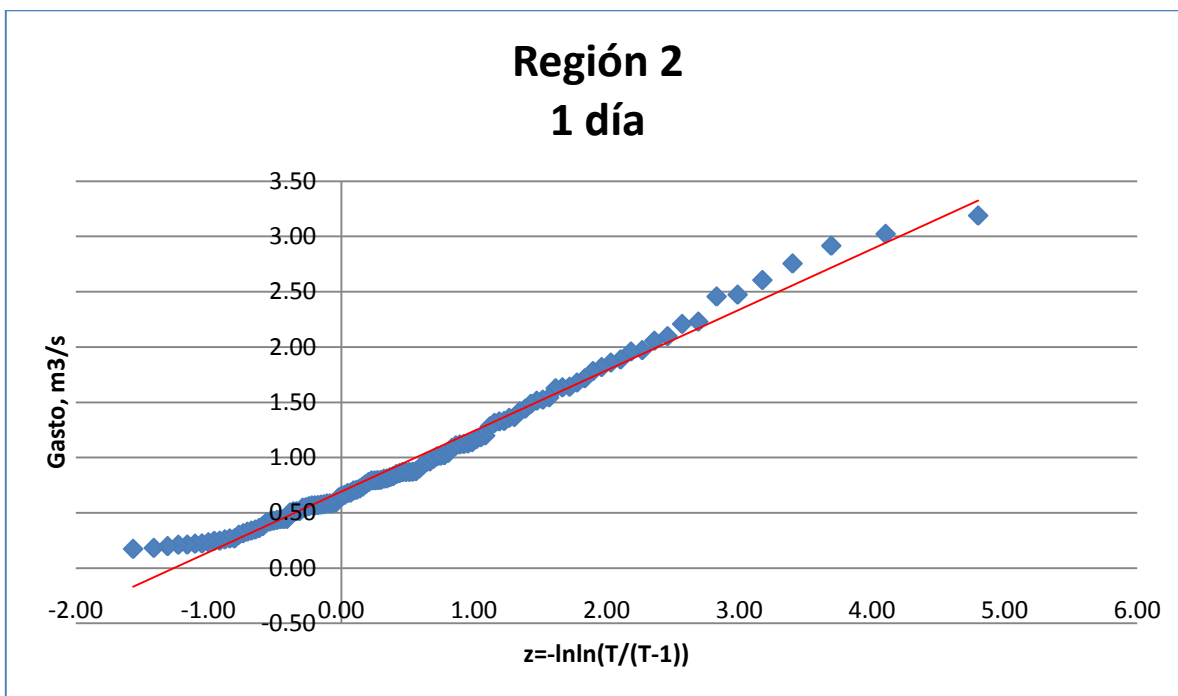


Figura 3.3 Región 2 en papel Gumbel

### 3.3 Análisis de frecuencias

Identificado el comportamiento de los datos en una distribución Gumbel, se realizaron las corridas en el software AX, a partir de las cuales se obtuvieron los eventos para los diferentes períodos de retorno. El procedimiento anteriormente descrito se repitió para todas las duraciones, los eventos obtenidos para los diferentes períodos de retorno y duraciones se muestran en la Tabla 3.5.

A partir de los eventos extrapolados de la región pueden obtenerse los eventos para cada estación, multiplicando los eventos regionales por la media de los datos de la estación de interés. Como ejemplo, en la Tabla 3.6 se muestran los resultados de la estación Pujal. Adicionalmente se obtuvieron las curvas Q-d-T para cada estación; éstas se muestran en los Anexos J para la Región 1 y para la Región 2 en el Anexo K.

Tabla 3.5. Resultados del ajuste. Región 2

Duración	Período de retorno, años											
	días	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000
1	0.89	1.49	1.88	2.26	2.75	3.12	3.49	3.97	4.33	4.70	5.18	5.55
2	0.89	1.49	1.89	2.27	2.76	3.13	3.50	3.99	4.36	4.72	5.21	5.58
3	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.53	4.03	4.40	4.77	5.27	5.64
4	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.54	4.03	4.41	4.78	5.27	5.65
5	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.54	4.03	4.40	4.77	5.27	5.64
6	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.54	4.03	4.40	4.77	5.27	5.64
7	0.89	1.49	1.88	2.26	2.75	3.12	3.49	3.97	4.34	4.70	5.19	5.55
8	0.89	1.48	1.88	2.25	2.74	3.11	3.47	3.95	4.32	4.68	5.16	5.52
9	0.89	1.48	1.87	2.24	2.72	3.08	3.44	3.92	4.28	4.63	5.11	5.47
10	0.89	1.47	1.86	2.23	2.71	3.07	3.42	3.90	4.25	4.61	5.08	5.44
11	0.89	1.47	1.86	2.23	2.70	3.06	3.42	3.89	4.24	4.60	5.07	5.42
12	0.89	1.47	1.86	2.23	2.71	3.07	3.42	3.89	4.25	4.61	5.08	5.43
13	0.89	1.48	1.87	2.24	2.72	3.08	3.44	3.92	4.28	4.64	5.11	5.47
14	0.89	1.48	1.87	2.25	2.73	3.10	3.46	3.94	4.30	4.66	5.14	5.50
15	0.89	1.48	1.87	2.25	2.74	3.1	3.47	3.95	4.31	4.67	5.15	5.51

Tabla 3.6 Resultados de la regionalización. Estación Tempoal

Duración	Media	Gastos en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos de retorno en años											
		días	m <sup>3</sup> /s	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
1	1845.29	1642.30	2749.48	3469.14	4170.35	5074.54	5757.29	6440.05	7325.78	7990.09	8672.84	9558.58	10241.34
2	1676.36	1491.96	2497.77	3168.31	3805.33	4626.74	5247.00	5867.25	6688.66	7308.91	7912.40	8733.82	9354.07
3	1512.37	1346.01	2268.55	2873.50	3463.32	4219.50	4779.08	5338.66	6094.84	6654.41	7213.99	7970.17	8529.75
4	1360.54	1210.88	2040.80	2585.02	3115.63	3795.89	4299.29	4816.30	5482.96	5999.96	6503.36	7170.02	7687.03
5	1243.20	1106.45	1864.80	2362.08	2846.93	3468.53	3928.51	4400.93	5010.10	5470.08	5930.07	6551.67	7011.65
6	1112.54	990.16	1668.81	2113.83	2547.72	3103.99	3515.63	3938.39	4483.54	4895.18	5306.82	5863.09	6274.73
7	1029.32	916.09	1533.68	1935.12	2326.26	2830.62	3211.47	3592.32	4086.39	4467.24	4837.79	5342.16	5712.71
8	948.95	844.56	1404.44	1784.02	2135.13	2600.11	2951.22	3292.84	3748.34	4099.45	4441.07	4896.56	5238.19
9	885.49	788.09	1310.52	1655.87	1983.50	2408.53	2727.31	3046.08	3471.12	3789.90	4099.82	4524.85	4843.63
10	833.36	741.69	1225.04	1550.05	1858.39	2258.40	2558.41	2850.09	3250.10	3541.77	3841.78	4233.46	4533.47
11	789.61	702.75	1160.73	1468.68	1760.83	2131.95	2416.21	2700.47	3071.59	3347.95	3632.21	4003.33	4279.69
12	752.32	669.57	1105.91	1399.32	1677.68	2038.79	2309.62	2572.94	2926.53	3197.36	3468.20	3821.79	4085.10
13	718.74	639.68	1063.74	1344.05	1609.99	1954.99	2213.73	2472.48	2817.48	3076.23	3334.98	3672.79	3931.53
14	689.88	613.99	1021.03	1290.08	1552.23	1883.38	2138.63	2386.99	2718.13	2966.49	3214.85	3545.99	3794.35
15	662.60	589.71	980.65	1239.06	1490.85	1815.52	2054.06	2299.22	2617.27	2855.81	3094.34	3412.39	3650.93

### 3.4 Estimación de las avenidas de diseño

Conocidos los eventos para las diferentes duraciones y períodos de retorno, pueden generarse las avenidas de diseño con el método de bloques alternos, como se describió en el capítulo anterior. A continuación se muestra la avenida de diseño con período de retorno de 50 años para Tempoal, una de las estaciones de la Región 2. Los hidrogramas de la Región 1 se presentan en el Anexo L y en el Anexo M se encuentran los correspondientes a la Región 2.

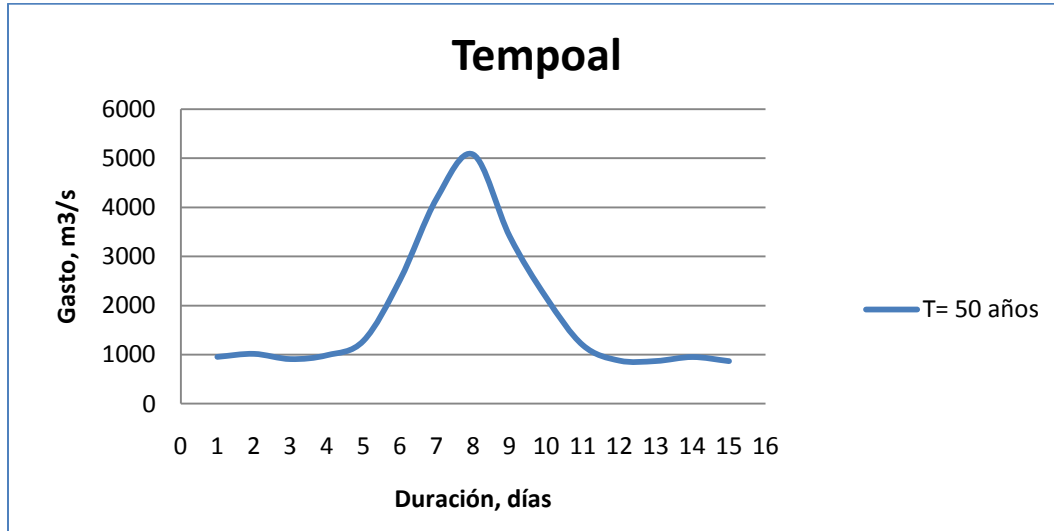


Figura 3.4 Avenida de diseño. Estación Tempoal T=50 años

Obtenidas las avenidas con el método regional es posible realizar una comparación contra los eventos generados a partir de la muestra original, los resultados se encuentran en el Capítulo 4.

Por la sencillez y rapidez de la “creación de registros” mediante la técnica regional, se recomienda ampliamente su uso para la generación de las avenidas de diseño, pues al hacer intervenir gran cantidad de información se puede tener mayor certeza de que los resultados serán correctos.

## Capítulo 4. Análisis de resultados

---

Como se planteó en la introducción, uno de los objetivos de este trabajo es demostrar la conveniencia del empleo de las técnicas regionales. Se ha mencionado también que, en gran parte de los casos, la falta de registros históricos de longitud más bien grande, conduce a resultados poco confiables, frecuentemente excesivos. En este capítulo se compararán los eventos resultantes del procedimiento regional contra los obtenidos con la muestra original, es decir analizando individualmente la muestra correspondiente a cada estación.

Una vez obtenidos los hidrogramas para ambos casos (registros original y regional), se obtuvo la diferencia entre las áreas bajo las curvas con ayuda de la paquetería computacional AutoCAD, dicha área representa la diferencia entre los volúmenes escurridos. En la Figura 4.1 se muestra la diferencia de volúmenes para la estación Tempoal, para un período de retorno de 50 años. Las comparaciones para el resto de las estaciones y períodos de retorno se muestran en el Anexo N.

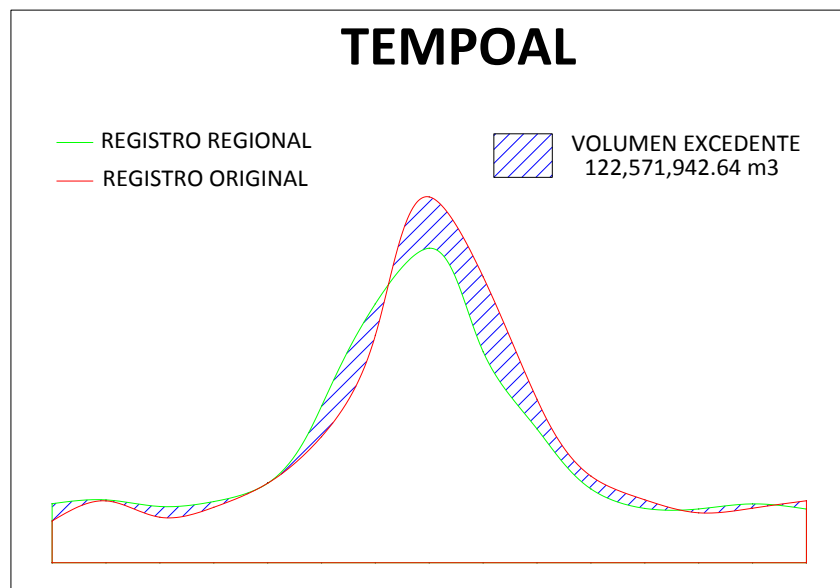


Figura 4.1 Comparación volúmenes. Estación Tempoal T=50 años

Además, con la finalidad de hacer la comparación más evidente, se calculó qué porcentaje representan dichas diferencias, dividiendo la diferencia entre los volúmenes, es decir el volumen excedente y el volumen obtenido del registro regional:

$$\% \text{ excedente} = \left( \frac{Vol_{\text{excedente}}}{Vol_{\text{regional}}} \right) \times 100.$$

Para el caso de Tempoal, se obtiene:

$$\% \text{ excedente} = \left( \frac{122,571,942.64}{2,279,591,421.03} \right) \times 100 = 5.38\%$$

A excepción de las estaciones Adjuntas, Ballesmi y Pujal, las avenidas de diseño obtenidas con el registro original representan volúmenes mayores a los correspondientes a los obtenidos regionalmente. Las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3 presentan los resultados para los períodos de retorno de 50, 100 y 200 años, respectivamente.

Tabla 4.1 Resultados comparaciones. T= 50 años

Estación	Volumen, m <sup>3</sup>			% excedente
	Original	Regional	Excedente	
<b>Adjuntas</b>	6,447,551,839.98	6,503,245,189.54	-55,693,349.56	-0.86%
<b>Ballesmi</b>	311,783,797.40	337,596,406.40	-25,812,609.00	-7.65%
<b>Choy</b>	110,101,238.50	100,684,275.30	9,416,963.20	9.35%
<b>Olivo</b>	4,750,566,044.95	4,647,556,740.65	103,009,304.30	2.22%
<b>Pujal</b>	2,972,880,759.92	3,116,841,951.20	-143,961,191.28	-4.62%
<b>San Vicente</b>	4,536,010,088.55	4,169,119,618.20	366,890,470.35	8.80%
<b>Tamuin</b>	3,110,815,631.83	2,938,300,767.87	172,514,863.96	5.87%
<b>Tempoal</b>	2,402,163,363.67	2,279,591,421.03	122,571,942.64	5.38%

Tabla 4.2 Resultados comparaciones. T= 100 años

Estación	Volumen, m <sup>3</sup>			% excedente
	Original	Regional	Excedente	
<b>Adjuntas</b>	7,228,703,972.19	7,307,300,706.59	-78,596,734.40	-1.08%
<b>Ballesmi</b>	349,075,009.00	379,124,479.00	-30,049,469.70	-7.93%
<b>Choy</b>	124,964,923.00	113,079,790.90	11,885,132.10	10.51%
<b>Olivo</b>	5,346,942,980.09	5,222,405,514.22	124,537,465.87	2.38%
<b>Pujal</b>	3,368,151,728.42	3,516,187,339.39	-148,035,610.97	-4.21%
<b>San Vicente</b>	5,169,529,778.69	4,721,429,313.14	448,100,465.55	9.49%
<b>Tamuin</b>	3,513,011,177.87	3,299,825,333.77	213,185,844.10	6.46%
<b>Tempoal</b>	2,663,186,911.58	2,580,862,943.69	82,323,967.89	3.19%



Tabla 4.3 Resultados comparaciones. T= 200 años

Estación	Volumen, m <sup>3</sup>			% excedente
	Original	Regional	Excedente	
<b>Adjuntas</b>	8,010,036,740.78	8,089,801,001.04	-79,764,260.26	-0.99%
<b>Ballesmi</b>	386,399,674.90	420,178,717.60	-33,779,042.70	-8.04%
<b>Choy</b>	139,315,828.90	125,291,531.00	14,024,297.90	11.19%
<b>Olivo</b>	5,946,518,725.33	5,787,089,181.30	159,429,544.03	2.75%
<b>Pujal</b>	3,753,363,258.79	3,916,935,336.06	-163,572,077.27	-4.18%
<b>San Vicente</b>	5,801,646,348.54	5,278,487,220.66	523,159,127.88	9.91%
<b>Tamuin</b>	3,917,592,147.42	3,655,924,225.26	261,667,922.16	7.16%
<b>Tempoal</b>	2,889,461,446.61	2,884,432,508.42	5,028,938.19	0.17%

Como puede apreciarse en las tablas anteriores, en la mayoría de los casos el volumen correspondiente a las avenidas de diseño generadas a partir de la muestra original son mayores a los obtenidos por la técnica regional. Las excepciones las constituyen las estaciones Pujal, Ballesmi y Adjuntas.

Los resultados que se presentan en las tablas anteriores se cotejan al comparar los ajustes de las muestras original y regional. Estas diferencias se ilustran en las Figuras 4.2, 4.3 y 4.4, ellas muestran los comportamientos de los ajustes para las duraciones de 1, 7 y 15 días, respectivamente, de la estación Tempoal. En los gráficos se presentan, además, los valores de los máximos anuales medidos.

En el Anexo O, se presentan los gráficos comparativos del resto de las estaciones que entraron en el proceso de regionalización.

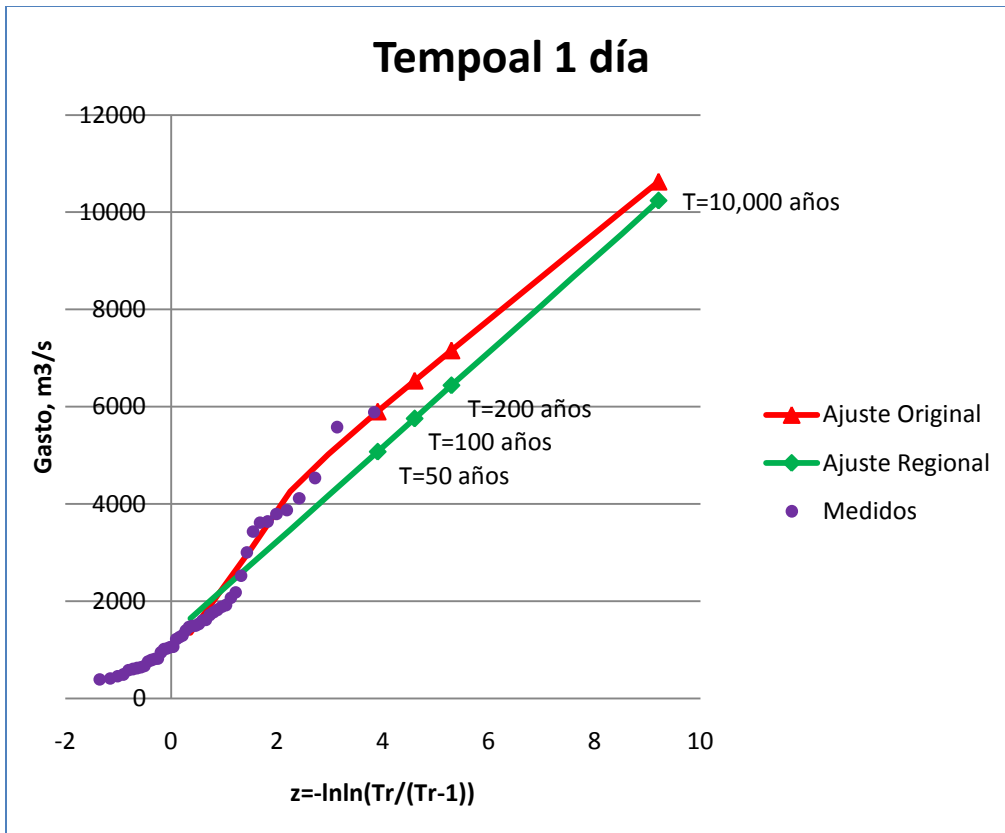


Figura 4.2 Comparación entre ajustes. Estación Tempoal, duración 1 día

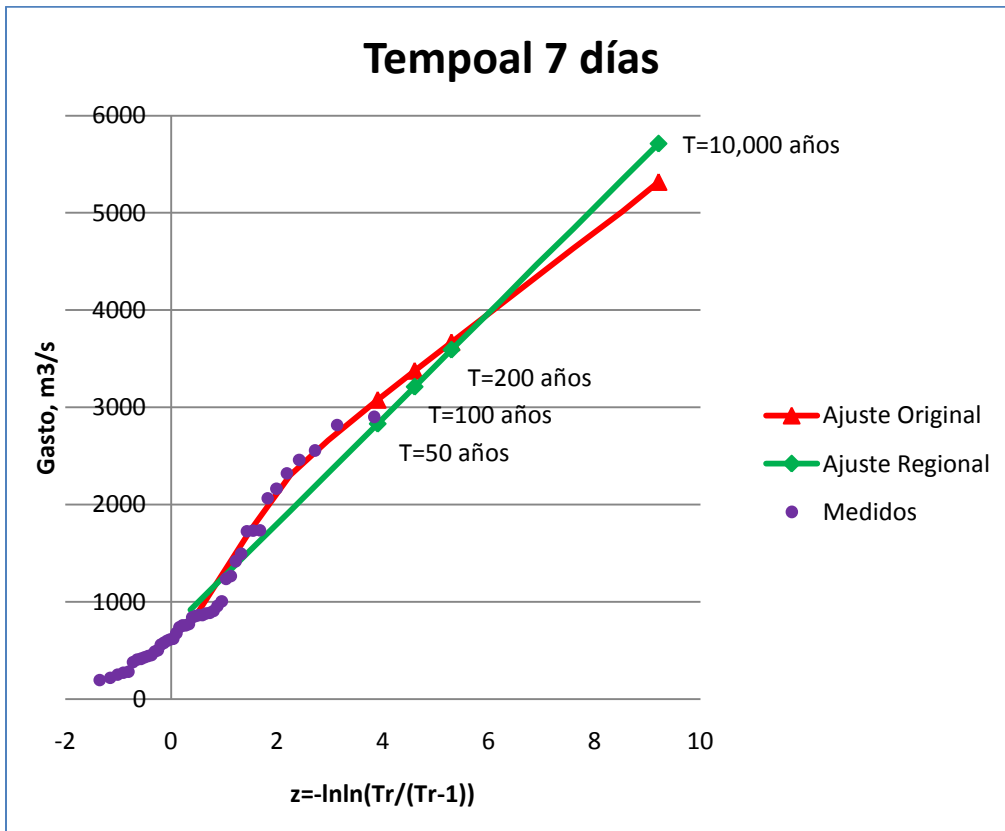


Figura 4.3 Comparación entre ajustes. Estación Tempoal, duración 7 días

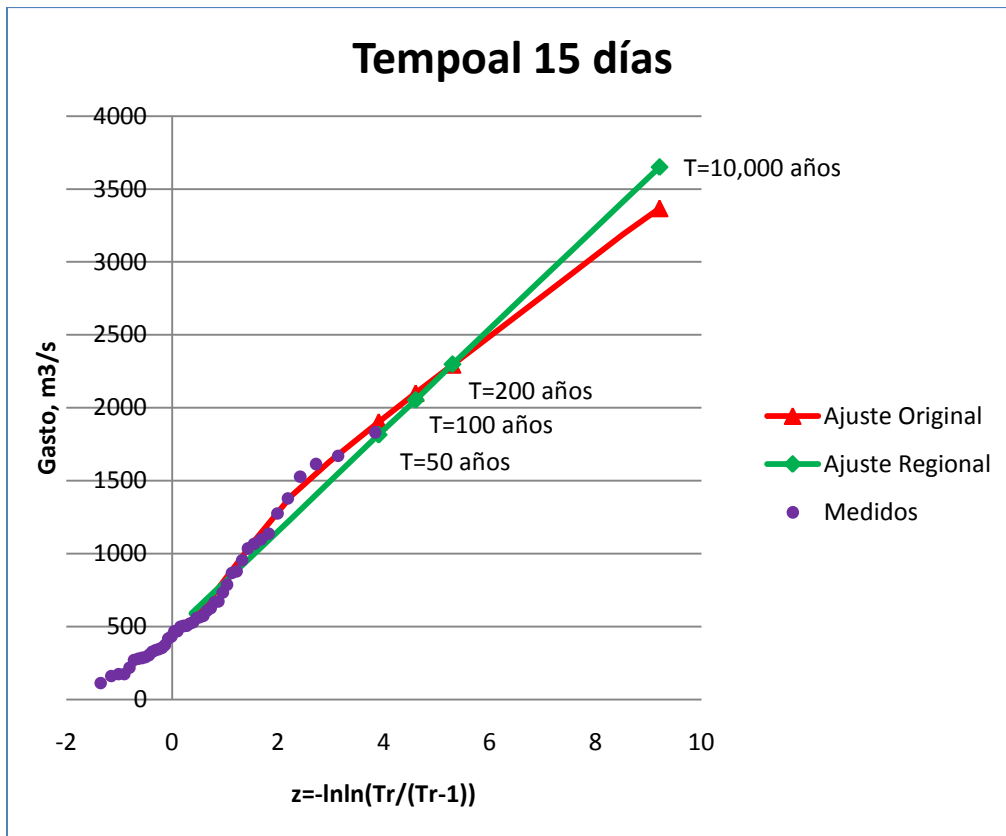


Figura 4.4 Comparación entre ajustes. Estación Tempoal, duración 15 días

Como puede comprobarse en las Figuras del Anexo O, los ajustes de las muestras originales de las estaciones Pujal, Ballesmi y Adjuntas, se encuentran por abajo de los correspondientes a los ajustes regionales, es por ello que los volúmenes producidos por las avenidas de diseño “originales” fueron menores a los resultantes de los hidrogramas “regionales”

Finalmente, las avenidas de diseño para la zona en estudio corresponden a los eventos generados a partir de la regionalización, pues debido a la naturaleza del procedimiento, toma en cuenta mucha más información que la metodología tradicional. Además de que la mayoría de los ajustes obtenidos para la regionalización están por abajo de los correspondientes a las muestras originales.

## Capítulo 5.

# Conclusiones y Recomendaciones

---

Los asentamientos humanos se dan en lugares que beneficien a la población, las zonas cercanas a los ríos son preferidas, pues el abastecimiento de agua es asegurado y los terrenos proveen características buscadas para las actividades agropecuarias. Esta preferencia significa también grandes riesgos a daños por inundaciones.

Si bien las crecidas en los ríos no pueden prevenirse, un buen diseño de estructuras de control puede reducir en gran medida los daños posibles a la población, para ello es necesaria la estimación de eventos con ayuda del análisis de frecuencias de gastos máximos.

A pesar de contar con más de 500 estaciones hidrométricas en la República Mexicana, los registros no siempre cumplen con las características de longitud y continuidad deseadas para un correcto análisis de frecuencias. Sumado a esto, frecuentemente los datos en las zonas de estudios son inexistentes, haciendo necesaria la generación de muestras con ayuda de técnicas regionales.

La topografía plana de la zona baja de la cuenca del Pánuco se encuentra expuesta a los embates de fenómenos meteorológicos como los ciclones tropicales, esta misma característica representa un factor favorable para las inundaciones. En 44 años, se han registrado 255 inundaciones en la zona, por lo que es necesario implantar medidas de protección a la población contra este catastrófico desastre natural.

Al definirse una región únicamente como un conjunto de sitios con características similares, la selección de éstos puede realizarse bajo varios enfoques, siendo el más aceptado y recomendado aquel que toma en cuenta las características estadísticas.

Para definir si los registros de las estaciones hidrométricas pertenecen a una misma región, se utilizó la prueba F de Fisher la cual define si dos conjuntos pertenecen a una misma población por medio de sus varianzas.

La generación de registros regionales es un procedimiento sencillo que permite generar muestras de gran longitud, lo cual llevará a que los eventos resultantes de ella tengan un grado de confiabilidad mayor al de aquéllos provenientes de muestras de corta longitud.

Se estimaron las avenidas de diseño de nueve estaciones hidrométricas a partir de los registros históricos de cada sitio. De las nueve estaciones, ocho cumplieron con los requisitos para llevar a cabo la regionalización. Se definieron dos regiones, la Región 1 comprendida por las estaciones Adjuntas, Ballesmi, Choy, Olivo y Tamuin que son las más cercanas a la descarga, mientras que las pertenecientes a la Región 2 son las de Pujal, San Vicente y Tempoal, que se encuentran más adentradas en el territorio nacional, a pesar de no haberse definido las regiones bajo un criterio geográfico muestran una tendencia de este tipo.

Se trabajó con dos muestras: la “original”, conformada por los registros individuales de cada estación, y la “regional”; a partir de éstas se llevaron a cabo dos procesos de análisis de frecuencia por estación, los cuales permitieron estimar las avenidas de diseño para cada uno de los sitios.

A partir de dichas avenidas de diseño, se compararon los volúmenes resultantes de cada hidrograma, estimado como el área bajo la curva del mismo. Se obtuvo que en tres estaciones los volúmenes “originales” resultaron menores que los “regionales” hasta en un 8%, y para las cinco estaciones restantes, los volúmenes fueron mayores hasta en un 11%. Estos resultados son consecuencia de las diferencias entre los ajustes de las funciones de distribución de probabilidades obtenidas en cada caso; la diferencia entre los volúmenes tendrá el mismo comportamiento que la posición relativa entre los ajustes, es decir si el volumen original es menor al regional la curva del ajuste original pasará por abajo de la regional.

La magnitud de los volúmenes de diseño evidentemente repercutirá en el tamaño de la obra de prevención, por lo que, en general, para esta zona los diseños provenientes de las avenidas “regionales” serán menores y por lo tanto menos costosos, que los de las avenidas “originales”.

Para esta zona, fue muy importante tomar en cuenta los gastos máximos para varias duraciones, ya que debido a sus características topográficas, las mayores afectaciones se deben a crecidas de varios días y no sólo a un pico.

Se recomienda realizar el estudio del río Guayalejo y considerar la simultaneidad de sus avenidas con las del río Pánuco.

La metodología aplicada en este trabajo podría ser utilizada en otras cuencas del golfo de México, debido a que por ser principalmente planas, los riesgos de inundación son los mismos que los de la zona estudiada en este trabajo. Las cuencas que se recomienda estudiar son las de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos e incluso la del río Bravo.

## Referencias Bibliográficas

---

- Aparicio Mijares Francisco Javier; *Fundamentos de hidrología de superficie*; Limusa; México, 2008
- Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Características del Impacto Socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período 1980-1999*; México, 2001
- Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en la República en el año 2003*; México, 2004
- Centro Nacional de Prevención de Desastres; *Inundaciones, Serie de Fascículos*; México, 2007
- Comisión Nacional del Agua; *Atlas del Agua en México 2009*; México, 2009
- Comisión Nacional del Agua; *Estadísticas del Agua en México, Edición 2010*; México, 2010
- Cunnane C; *Statistical distributions for flood frequency analysis*; Secretariat of the World Meteorological Organization; Suiza, 1989.
- Domínguez Mora Ramón et al; *Manual de diseño de obras civiles de la CFE*; México
- Domínguez Ramón et al; *Manual de CFE, Capítulo de Estadística, Primera y Segunda Partes*; México
- Escalante A. y Reyes L.; *Técnicas estadísticas en Hidrología, 2ª. Ed.*; Facultad de Ingeniería; México 2008
- Goytre Martínez, Juan et al; *Avenidas e Inundaciones*; Madrid, Ministerio de obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicaciones, 1987
- Guichard Romero Delva; *Regionalización de lluvias y escurrimientos en la cuenca del Grijalva*; Tesis de Maestría, División de estudios de Posgrado, UNAM 1998
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística; *Cuaderno Estadístico Municipal de Pánuco, Veracruz de Ignacio de la Llave*; México, 2005

- López Espinosa Gabriel; *Estimación de tormentas y avenidas para el diseño de las obras de protección del río El Sabinal*, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, UNAM 2006
- Mancilla Elizabeth; *Desbordes, Inundaciones y Diluvios*, Artículo en Revista Desastres y Sociedad No.3 Año 2; Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina
- Maza Álvarez José Antonio, Franco Víctor; *Obras de protección para control de inundaciones*, Capítulo 15 del Manual de Ingeniería de Ríos; Series del Instituto de Ingeniería; México, 1997
- Miller E. Willard, Miller Ruby M; *Natural disasters. Floods: A reference Handbook, Serie Contemporary World Issues*; ABC-Clio, Santa Bárbara California, 2000
- Ramachandra Rao A., Srinivas V.V; *Regionalization of watersheds. An approach based on cluster analysis*; Springer, Estados Unidos, 2008
- Ramachandra Rao A.; *Flood Frequency Analysis*; CRC Press; Estados Unidos, 2000
- Reiss R. D., Thomas M; *Statistical analysis on extreme values with applications to Insurance, Finance, Hydrology and other fields*; Tercera edición, Alemania, 2007
- Rosbjerg Dan; *Regional Flood Frequency Analysis*; Springer; Estados Unidos, 2007
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; *Actualización al boletín hidrológico Núm. 32: Región Hidrológica Núm. 26 (Parcial), Cuenca del Bajo Río Pánuco, Tomo III*; México, 1974
- Tejeda Martínez Adalberto; *Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz*; Universidad Veracruzana; México, 2006
- Domínguez Mora et al; *Estudio Hidrológico de la Cuenca Baja de los Ríos Grijalva y Usumacinta del estado de Tabasco*; Instituto de Ingeniería; México, 200
- Viessman Warren Lewis, Gary L.; *Introduction to Hydrology*; Fifth edition, Pearson Education; Estados Unidos, 2003

## Lista de Figuras

---

<b>Figura 1.1</b> Ubicación de la cuenca en el país .....	4
<b>Figura 1.2</b> Esquema de la zona de estudio .....	5
<b>Figura 1.3</b> Ubicación del municipio en la cuenca .....	7
<b>Figura 1. 4</b> Hidrografía .....	9
<b>Figura2.1</b> Estaciones y corrientes .....	12
<b>Figura 2.2</b> Función de distribución de probabilidad .....	26
<b>Figura 2.3</b> Función de densidad .....	27
<b>Figura 2.4</b> Función de densidad Normal .....	28
<b>Figura 2.5</b> Función de densidad Lognormal .....	29
<b>Figura 2.6</b> Función de densidad Gamma de 1, 2 y 4 parámetros .....	30
<b>Figura 2.7</b> Función de distribución Gumbel .....	31
<b>Figura 2.8</b> Tempoal en papel Gumbel .....	35
<b>Figura 2.9</b> Avenida de diseño Tempoal T=50 años .....	44
<b>Figura 2.10</b> Avenida de diseño Pánuco T=50 años .....	44
<b>Figura 2.11</b> Avenida de diseño Pánuco T=50 años. Duración 25 días .....	46
<b>Figura 3.1</b> Coeficientes de variación de las estaciones .....	50
<b>Figura 3.2</b> Ubicación geográfica de las estaciones .....	52
<b>Figura 3.3</b> Región 2 en papel Gumbel .....	55
<b>Figura 3.4</b> Avenida de diseño. Estación Tempoal T=50 años .....	57
<b>Figura 4.1</b> Comparación volúmenes. Estación Tempoal T=50 años .....	58
<b>Figura 4.2</b> Comparación entre ajustes. Estación Tempoal, duración 1 día .....	61
<b>Figura 4.3</b> Comparación entre ajustes. Estación Tempoal, duración 7 días .....	61
<b>Figura 4.4</b> Comparación entre ajustes. Estación Tempoal, duración 15 días .....	62



## Lista de Tablas

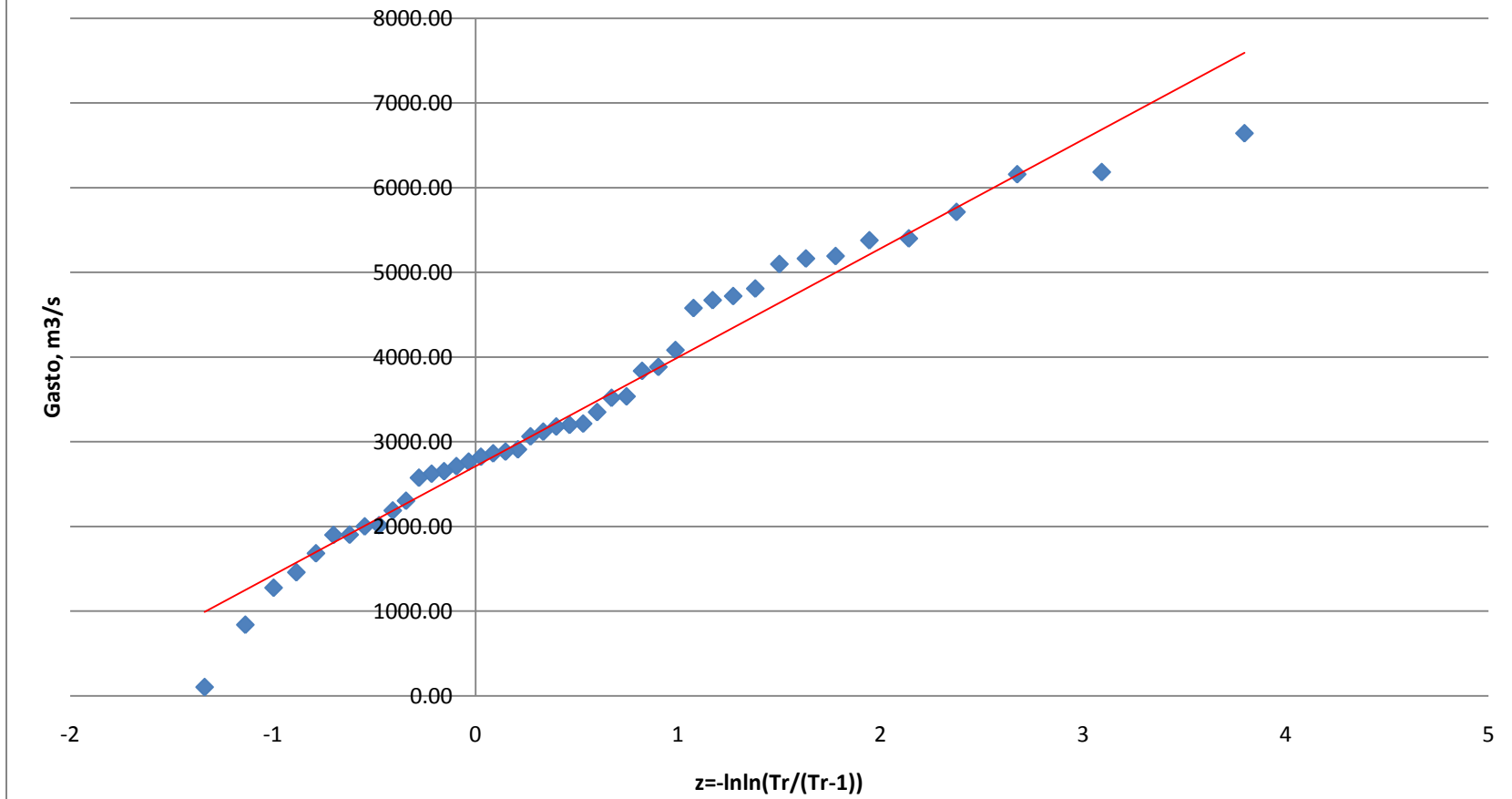
---

<b>Tabla 1.1</b> Fisiografía .....	8
<b>Tabla 1.2</b> Elevaciones principales .....	8
<b>Tabla 1.3</b> Suelos dominantes .....	8
<b>Tabla 1.4</b> Actividades agropecuarias .....	9
<b>Tabla 1.5</b> Lagunas .....	10
<b>Tabla 2.1</b> Estaciones hidrométricas .....	11
<b>Tabla 2.2</b> Existencia de datos .....	13
<b>Tabla 2.3</b> Comparación. Salida: Tamuin .....	14
<b>Tabla 2.4</b> Comparación. Salida: Olivo .....	15
<b>Tabla 2.5</b> Comparación. Salida: Adjuntas .....	15
<b>Tabla 2.6</b> Comparación. Salida: Pánuco .....	16
<b>Tabla 2.7</b> Gastos máximos anuales. Estación Tempoal .....	17
<b>Tabla 2.8</b> Gastos máximos anuales. Estación Tamuin .....	18
<b>Tabla 2.9</b> Gastos máximos anuales. Estación Pujal .....	19
<b>Tabla 2.10</b> Gastos máximos anuales. Estación Choy .....	20
<b>Tabla 2.11</b> Gastos máximos anuales. Estación El Olivo .....	21
<b>Tabla 2.12</b> Gastos máximos anuales. Estación San Vicente .....	22
<b>Tabla 2.13</b> Gastos máximos anuales. Estación Ballesmi .....	23
<b>Tabla 2.14</b> Gastos máximos anuales. Estación Las Adjuntas .....	24
<b>Tabla 2.15</b> Gastos máximos anuales. Estación Pánuco .....	25
<b>Tabla 2.16</b> Distribuciones para las diferentes estaciones .....	26
<b>Tabla 2.17</b> Resultados del ajuste. Estación Tempoal .....	37
<b>Tabla 2.18</b> Resultados del ajuste. Estación Pujal .....	37
<b>Tabla 2.19</b> Resultados del ajuste. Estación Choy .....	38
<b>Tabla 2.20</b> Resultados del ajuste. Estación Olivo .....	39

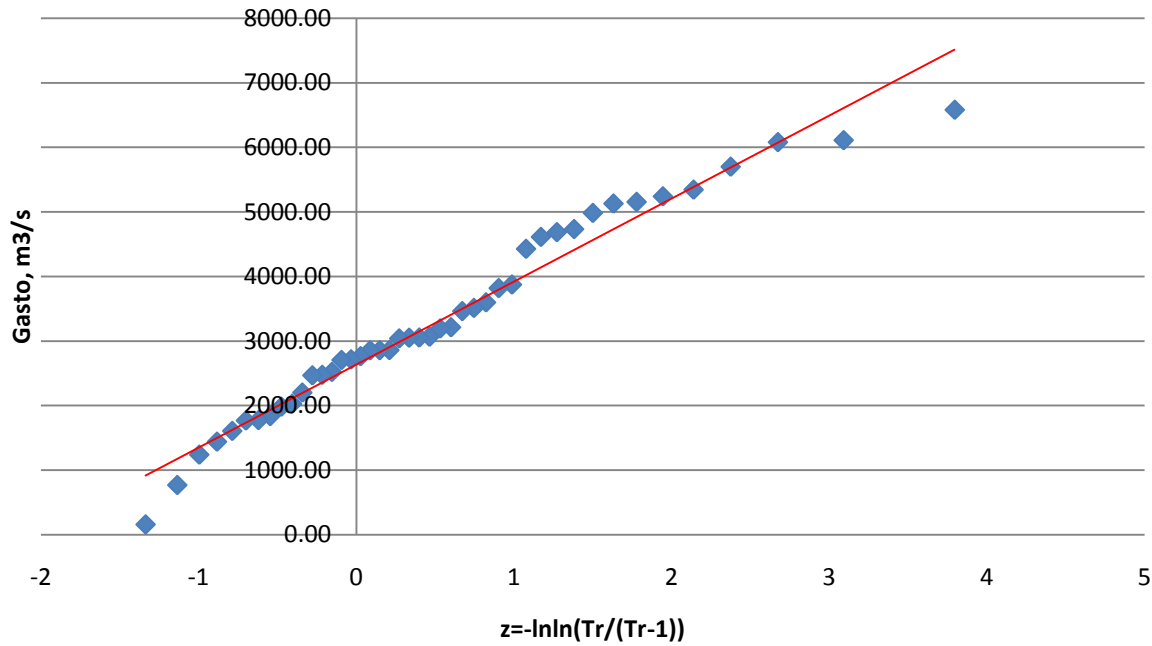
<b>Tabla 2.21</b> Resultados del ajuste. Estación San Vicente .....	38
<b>Tabla 2.22</b> Resultados del ajuste. Estación Tamuin .....	39
<b>Tabla 2.23</b> Resultados del ajuste. Estación Ballesmi .....	40
<b>Tabla 2.24</b> Resultados del ajuste. Estación Adjuntas .....	40
<b>Tabla 2.25</b> Resultados del ajuste. Estación Pánuco .....	41
<b>Tabla 2.26</b> Obtención de los gastos individuales .....	43
<b>Tabla 3.1</b> Puntos porcentuales de la distribución F de Fisher. Valores de F en función de la probabilidad $P(F v_1, v_2)$ .....	48
<b>Tabla 3.2</b> Coeficientes de variación y cocientes $(CV_1/CV_2)^2$ .....	49
<b>Tabla 3.3</b> Valores límite de los cocientes $(CV_1/CV_2)^2$ .....	49
<b>Tabla 3.4</b> Resultados de la prueba de Fisher .....	52
<b>Tabla 3.5</b> Resultados del ajuste. Región 2 .....	56
<b>Tabla 3.6</b> Resultados de la regionalización. Estación Tempoal .....	56
<b>Tabla 4.1</b> Resultados comparaciones. T= 50 años .....	59
<b>Tabla 4.2</b> Resultados comparaciones. T= 100 años .....	59
<b>Tabla 4.3</b> Resultados comparaciones. T= 200 años .....	60

# **Anexo A. Estación Hidrométrica Las Adjuntas**

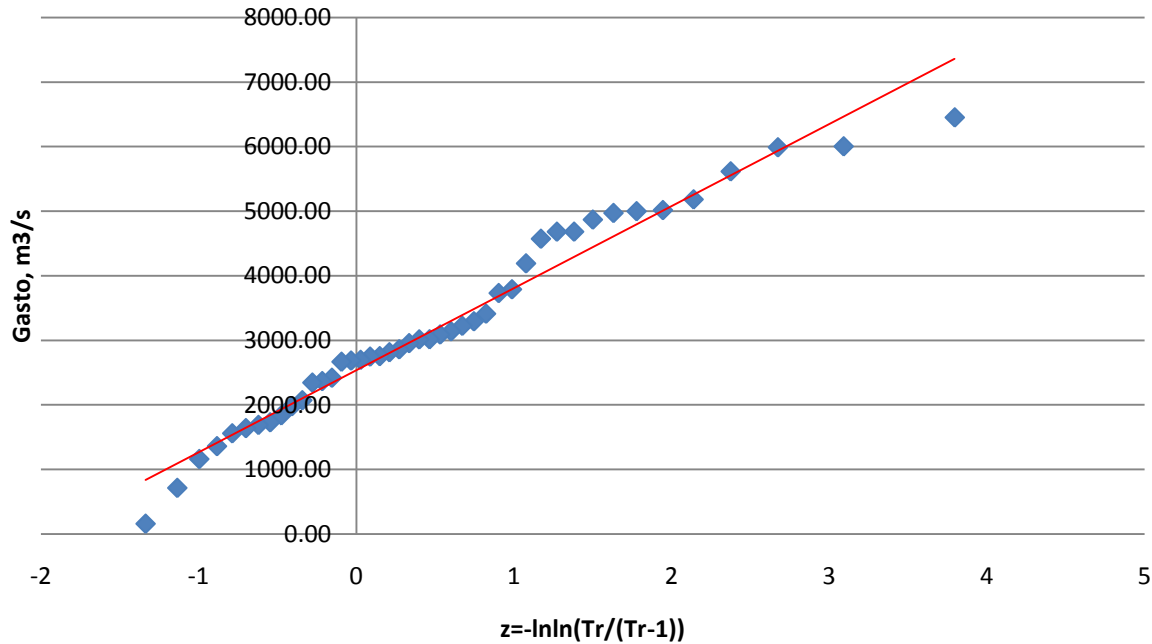
## Adjuntas 1 día



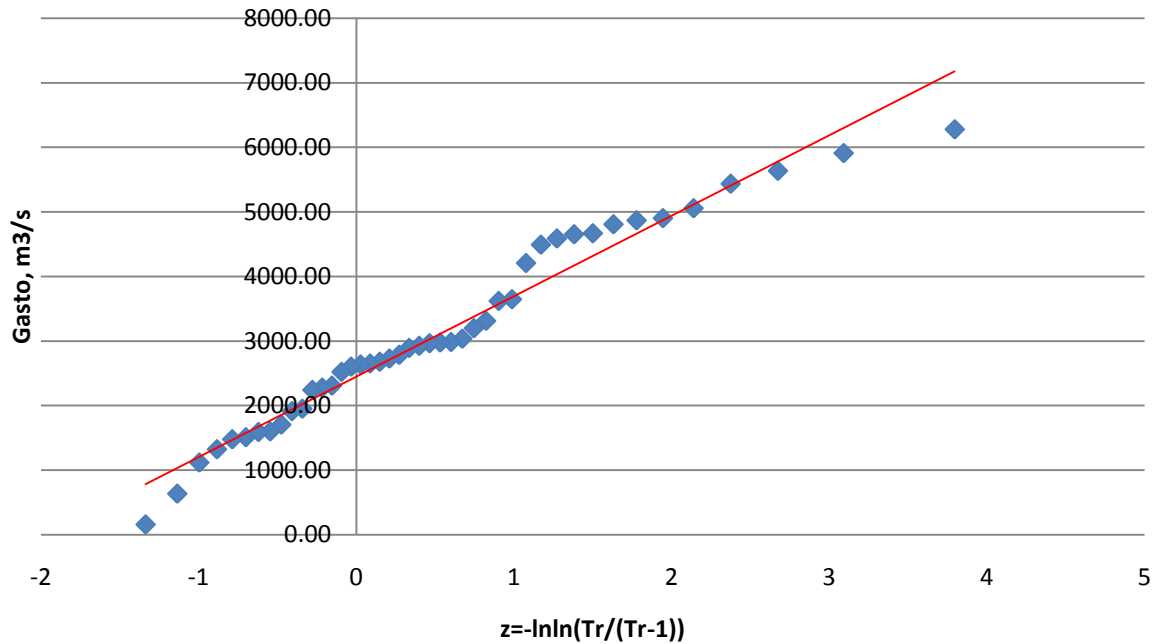
### Adjuntas 2 días



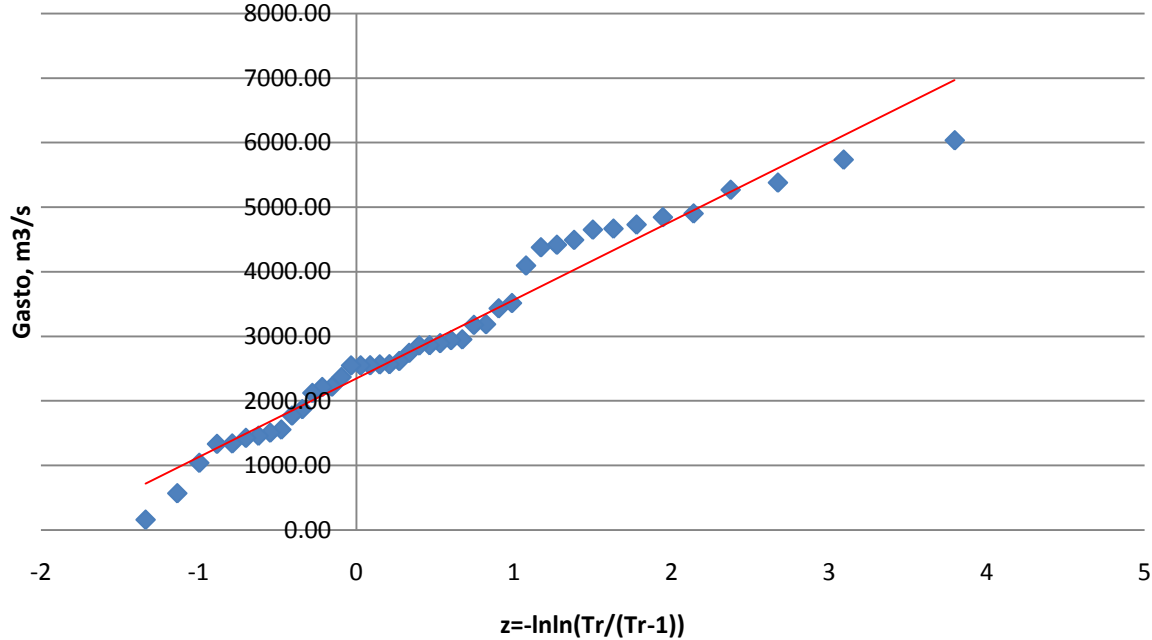
### Adjuntas 3 días



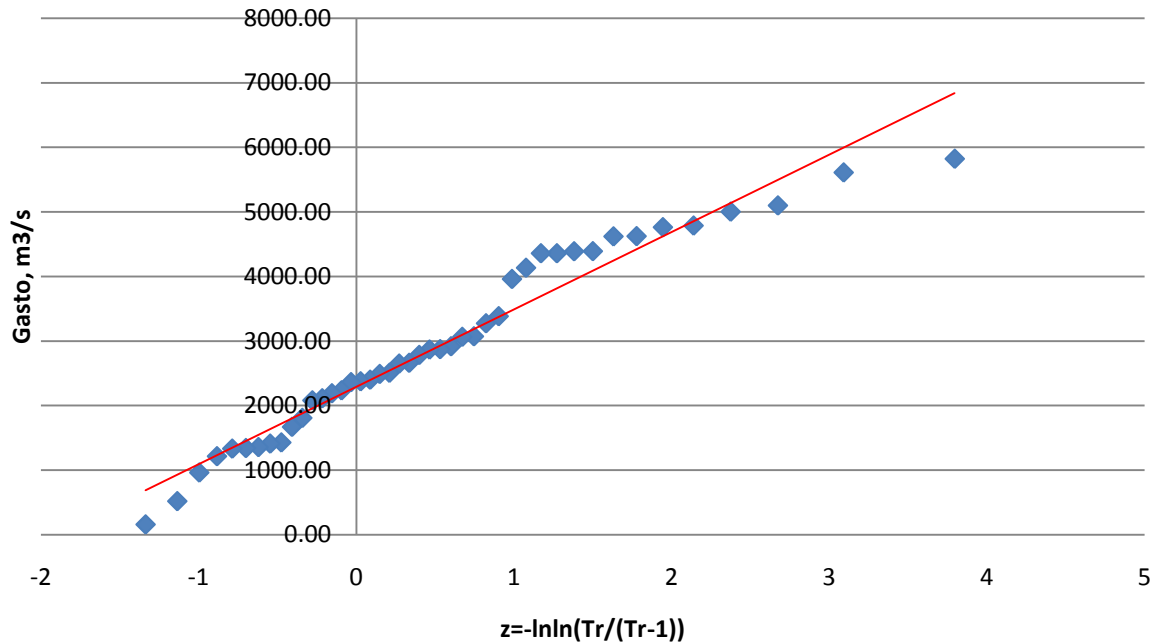
### Adjuntas 4 días



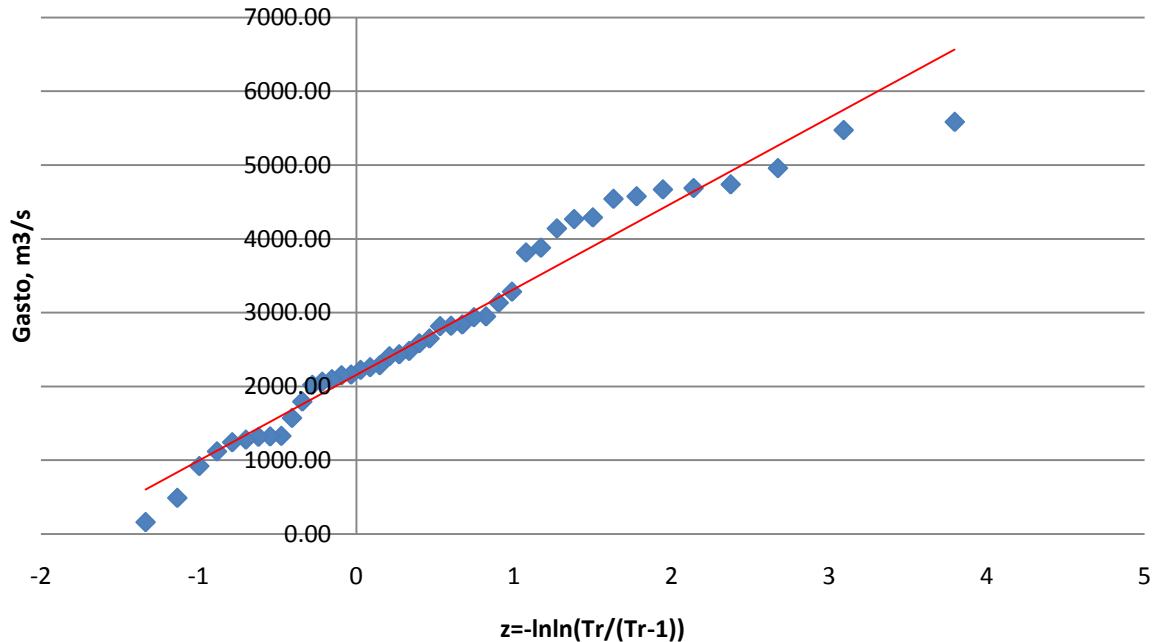
### Adjuntas 5 días



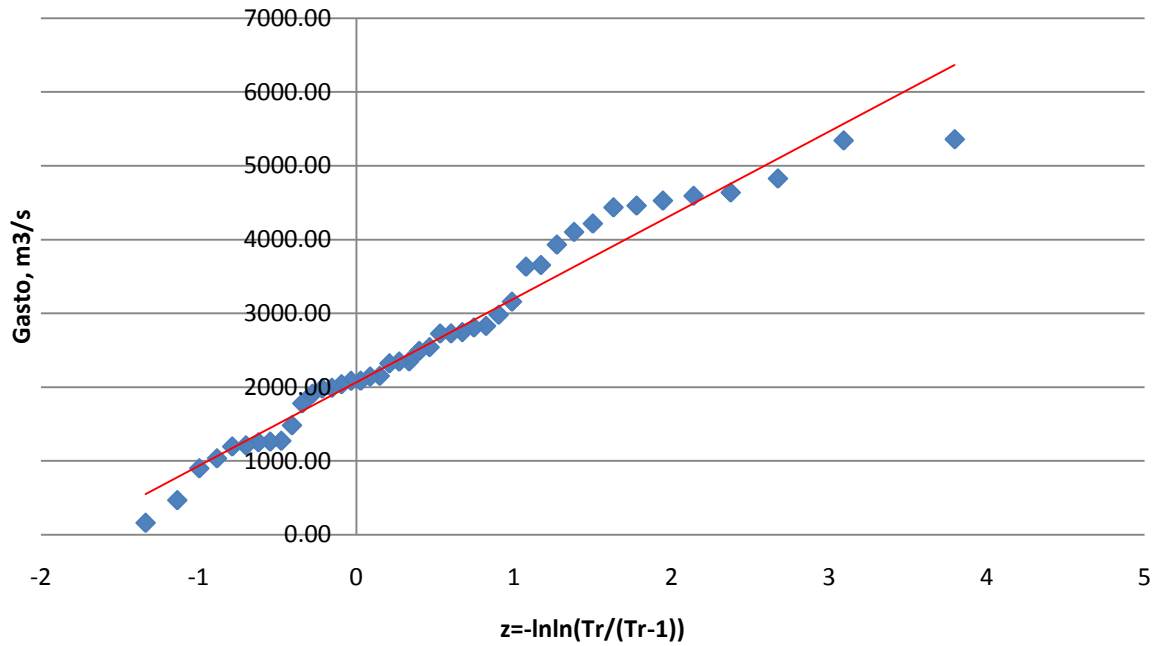
### Adjuntas 6 días



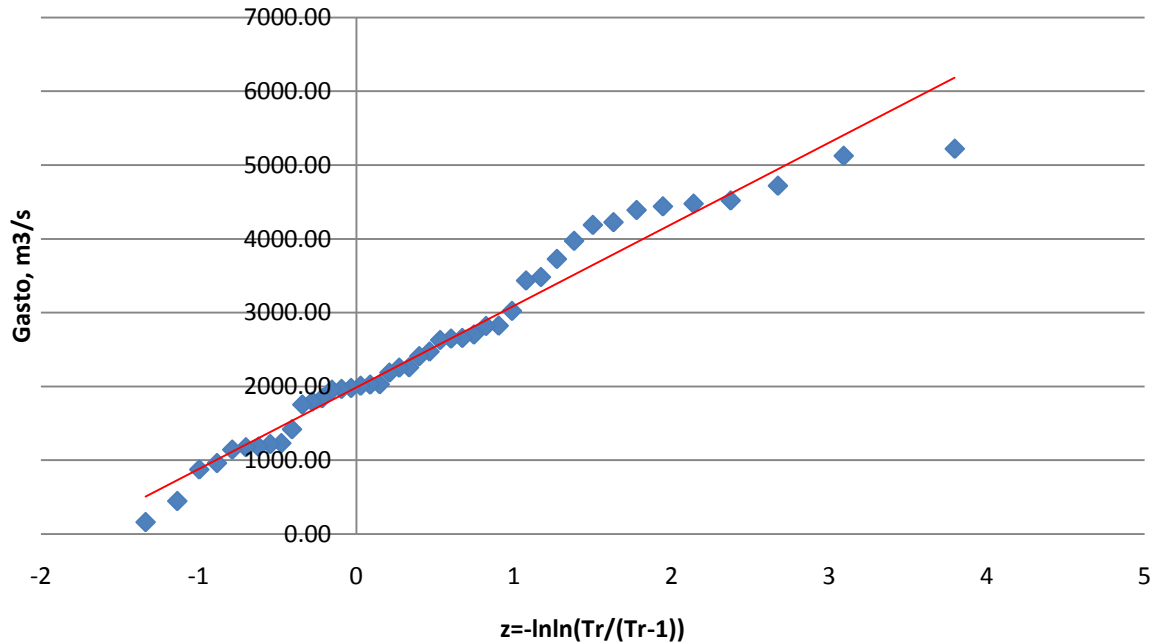
### Adjuntas 7 días



### Adjuntas 8 días

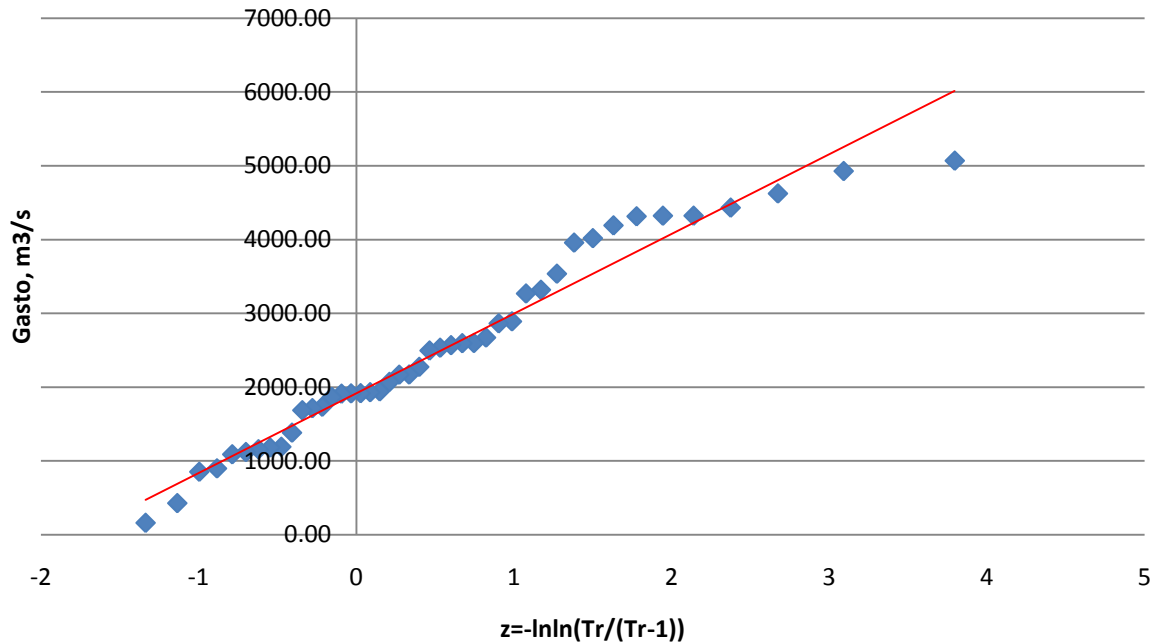


### Adjuntas 9 días

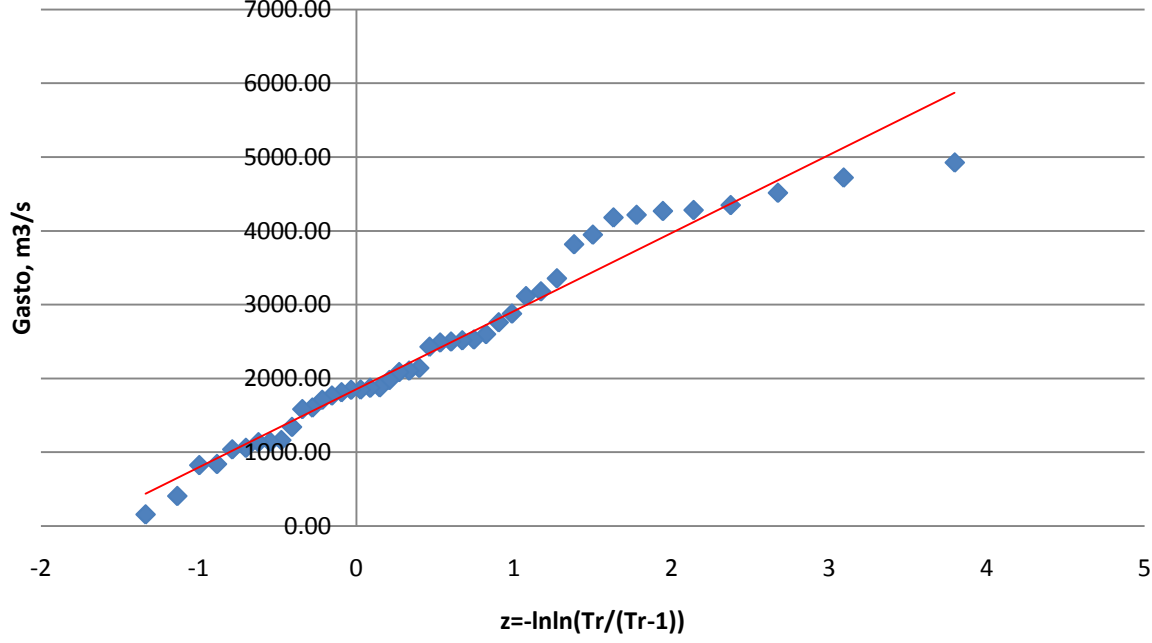




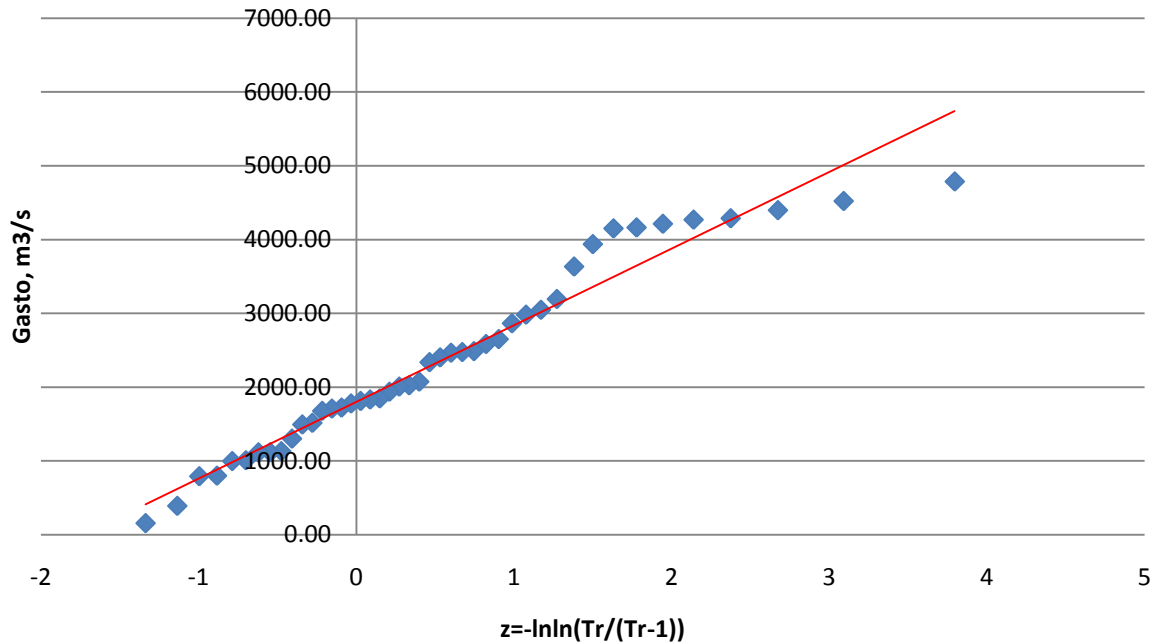
### Adjuntas 10 días



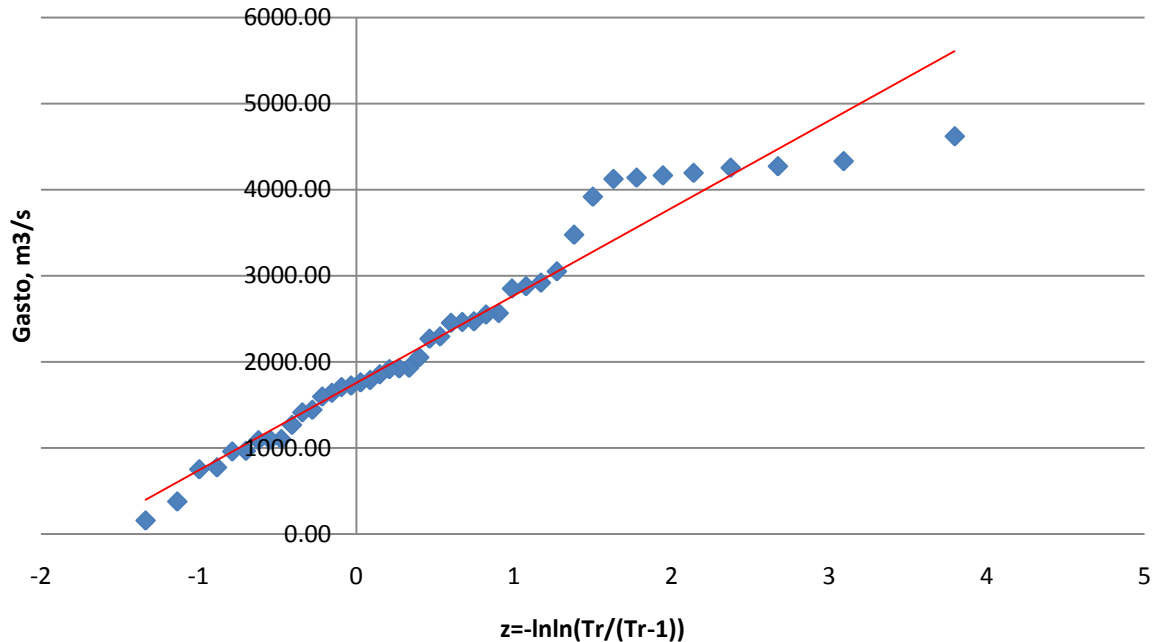
### Adjuntas 11 días



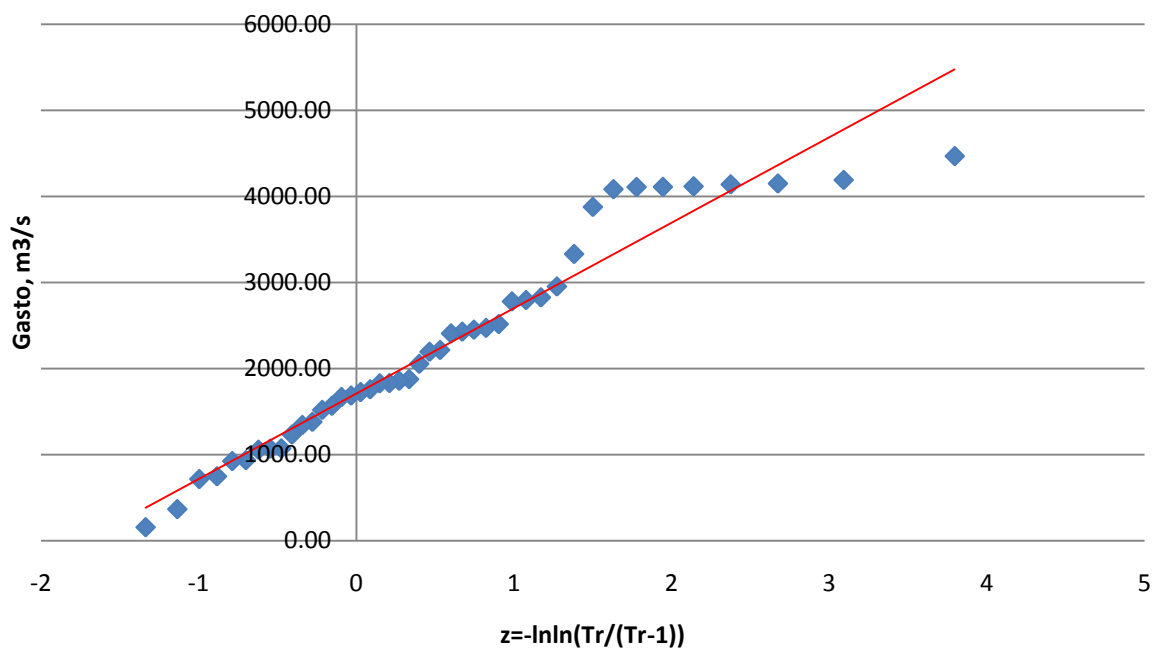
### Adjuntas 12 días



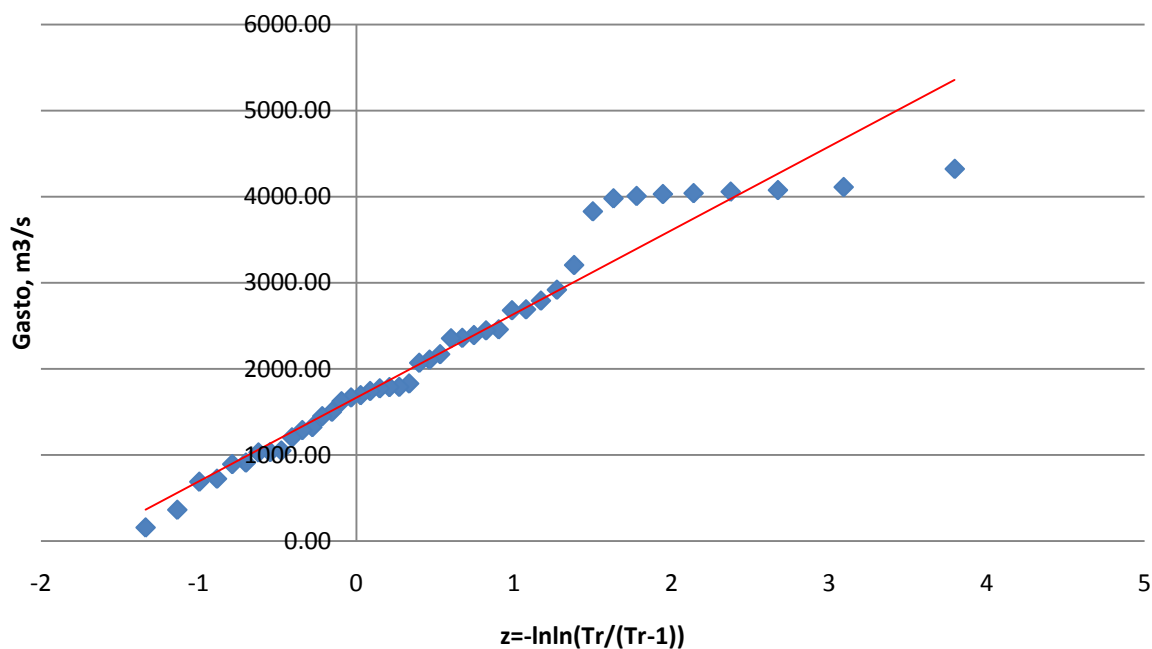
### Adjuntas 13 días



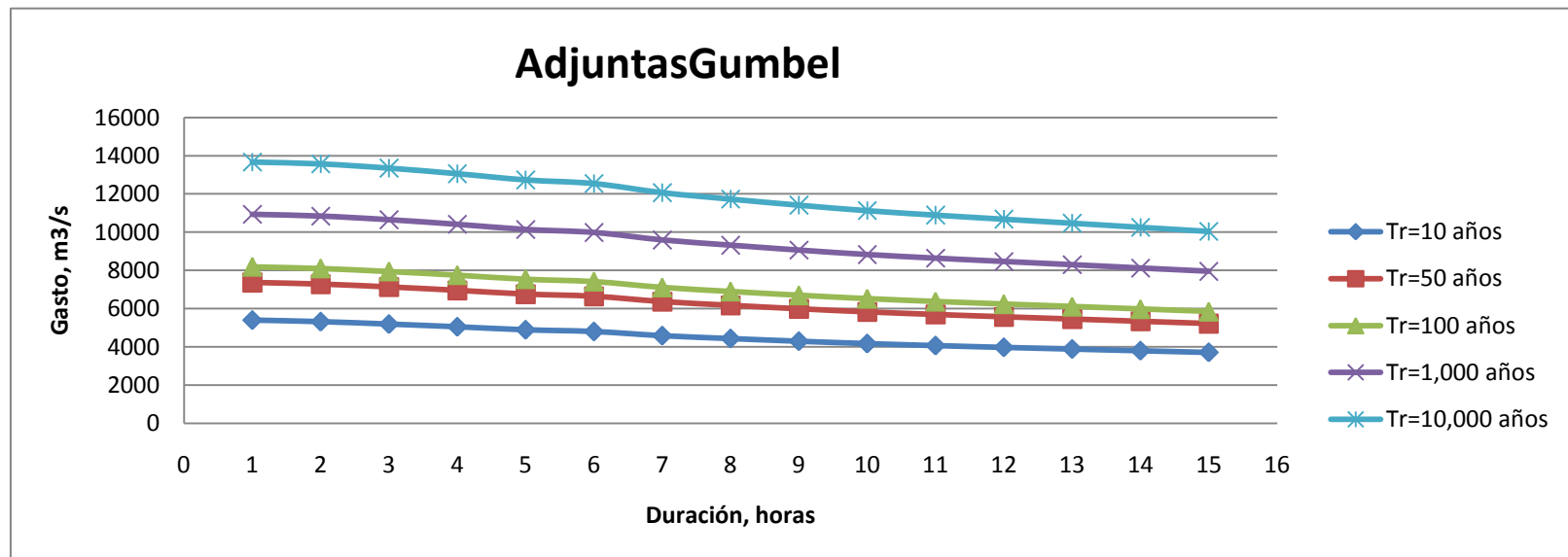
### Adjuntas 14 días



### Adjuntas 15 días



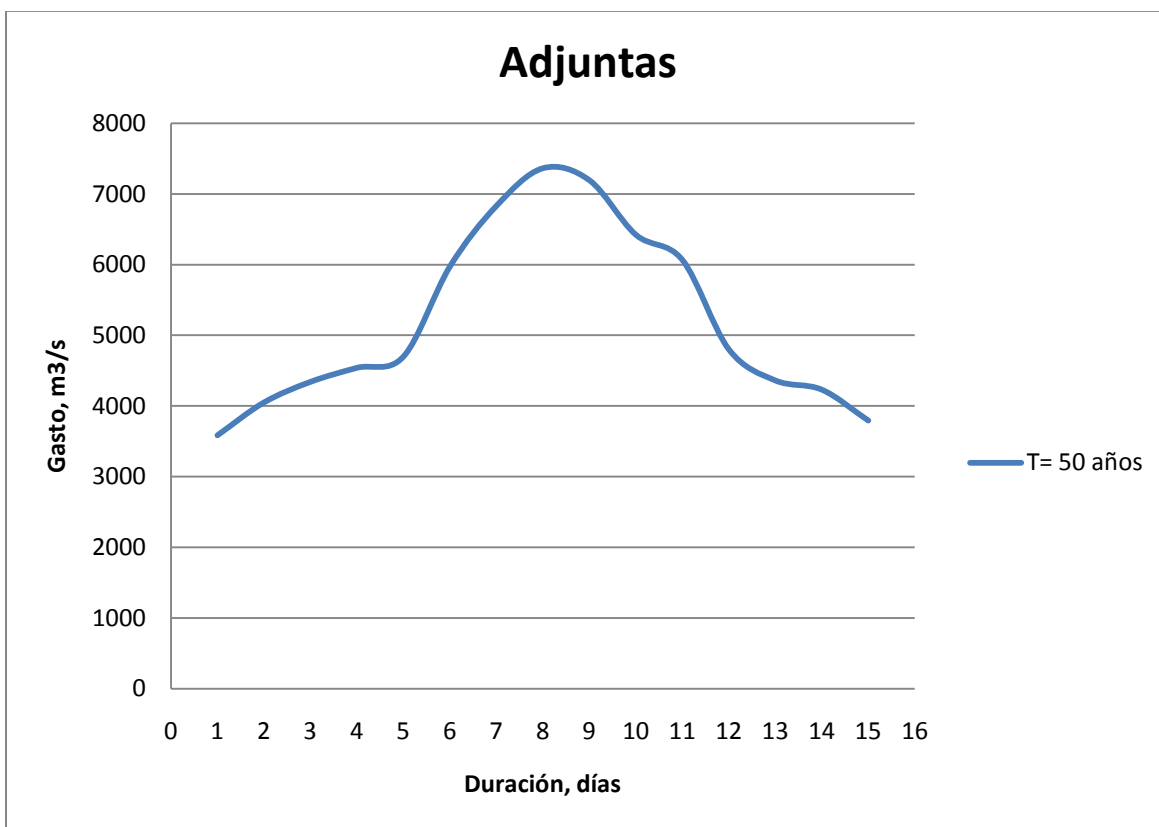
Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	3161.73	4508.09	5399.50	6254.57	7361.57	8190.74	9017.10	10107.32	10931.28	11754.95	12843.56	13666.99
2	3085.08	4428.97	5318.74	6172.23	7276.99	8104.85	8929.69	10017.10	10840.36	11662.51	12749.12	13571.04
3	2984.36	4312.65	5192.09	6035.67	7127.61	7945.85	8761.12	9836.70	10649.60	11462.21	12536.21	13348.58
4	2883.46	4187.47	5050.84	5879.00	6950.98	7754.27	8554.63	9610.56	10408.60	11206.36	12260.72	13058.25
5	2773.50	4049.93	4895.04	5705.70	6755.00	7541.31	8324.74	9358.34	10139.51	10920.40	11952.47	12733.13
6	2709.00	3969.28	4803.70	5604.10	6640.13	7416.48	8190.01	9210.53	9981.81	10752.82	11771.83	12542.62
7	2563.64	3781.57	4587.40	5361.43	6362.63	7112.89	7860.42	8846.63	9591.99	10337.08	11321.84	12066.72
8	2463.13	3650.68	4436.95	5191.15	6167.39	6898.94	7627.83	8589.45	9316.23	10042.74	11002.95	11729.25
9	2373.45	3531.76	4298.66	5034.29	5986.49	6700.03	7410.97	8348.91	9057.79	9766.41	10702.97	11411.39
10	2294.06	3425.71	4174.97	4893.67	5823.95	6521.07	7215.65	8132.01	8824.57	9516.88	10431.89	11124.00
11	2224.52	3335.24	4070.64	4776.05	5689.13	6373.35	7055.08	7954.50	8634.25	9313.76	10211.84	10891.16
12	2163.55	3254.87	3977.41	4670.49	5567.61	6239.88	6909.69	7793.39	8461.26	9128.89	10011.28	10678.72
13	2108.60	3180.09	3889.52	4570.01	5450.84	6110.90	6768.55	7636.19	8291.94	8947.45	9813.81	10469.13
14	2054.38	3105.31	3801.12	4468.55	5332.48	5979.87	6624.90	7475.89	8119.06	8761.98	9611.72	10254.47
15	2002.98	3033.05	3715.05	4369.24	5216.01	5850.56	6482.78	7316.88	7947.28	8577.45	9410.32	10040.30



## **Avenidas de diseño, muestra original**

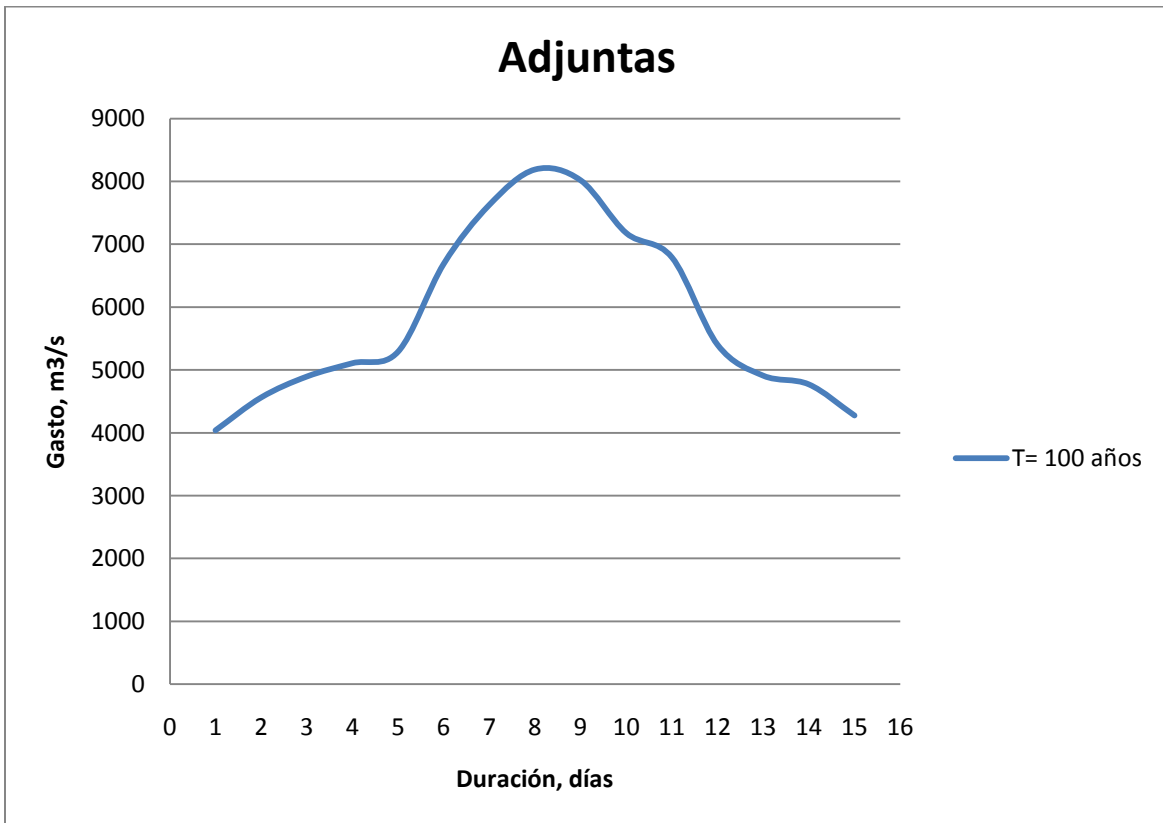
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	7361.57	7361.57	3585.43
2	7276.99	7192.41	4049.60
3	7127.61	6828.85	4340.93
4	6950.98	6421.09	4539.29
5	6755.00	5971.08	4697.63
6	6640.13	6065.78	5971.08
7	6362.63	4697.63	6828.85
8	6167.39	4800.71	7361.57
9	5986.49	4539.29	7192.41
10	5823.95	4361.09	6421.09
11	5689.13	4340.93	6065.78
12	5567.61	4230.89	4800.71
13	5450.84	4049.60	4361.09
14	5332.48	3793.80	4230.89
15	5216.01	3585.43	3793.80



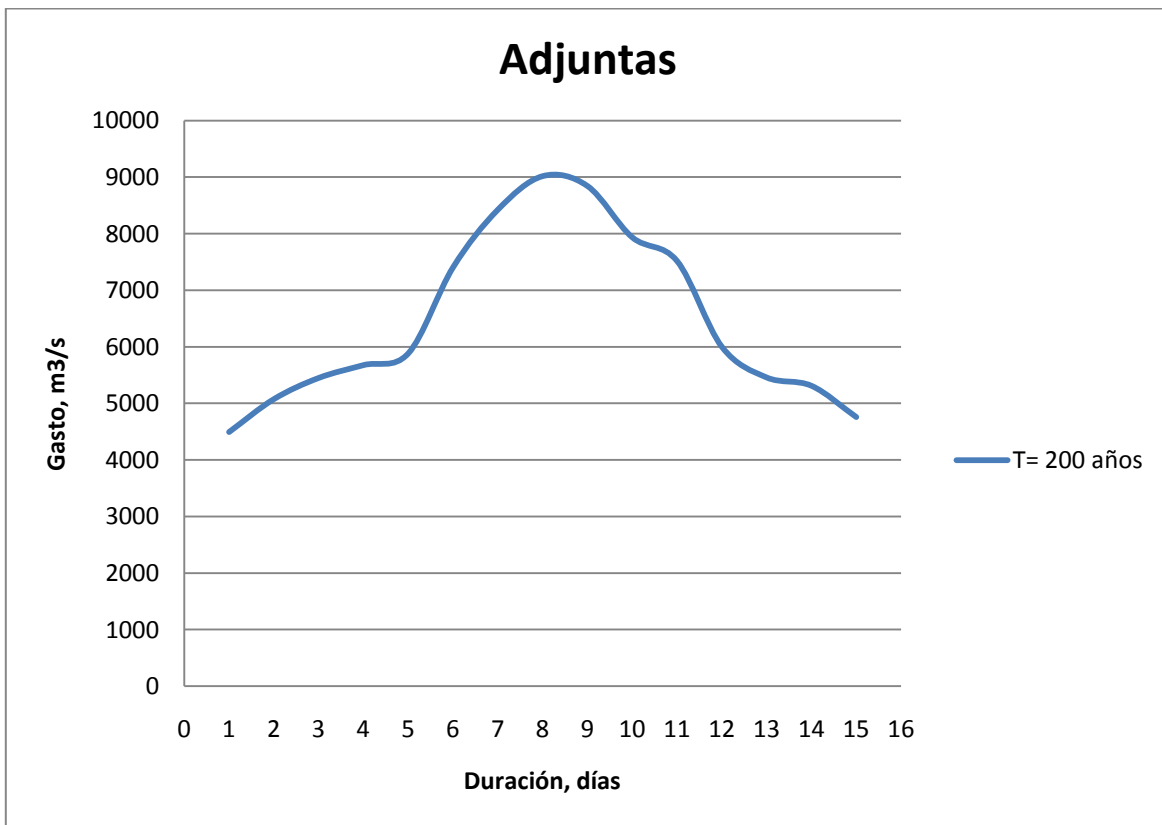
# 100 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	8190.74	8190.74	4040.22
2	8104.85	8018.96	4563.14
3	7945.85	7627.85	4896.15
4	7754.27	7179.53	5108.75
5	7541.31	6689.47	5291.35
6	7416.48	6792.33	6689.47
7	7112.89	5291.35	7627.85
8	6898.94	5401.29	8190.74
9	6700.03	5108.75	8018.96
10	6521.07	4910.43	7179.53
11	6373.35	4896.15	6792.33
12	6239.88	4771.71	5401.29
13	6110.90	4563.14	4910.43
14	5979.87	4276.48	4771.71
15	5850.56	4040.22	4276.48



## 200 años

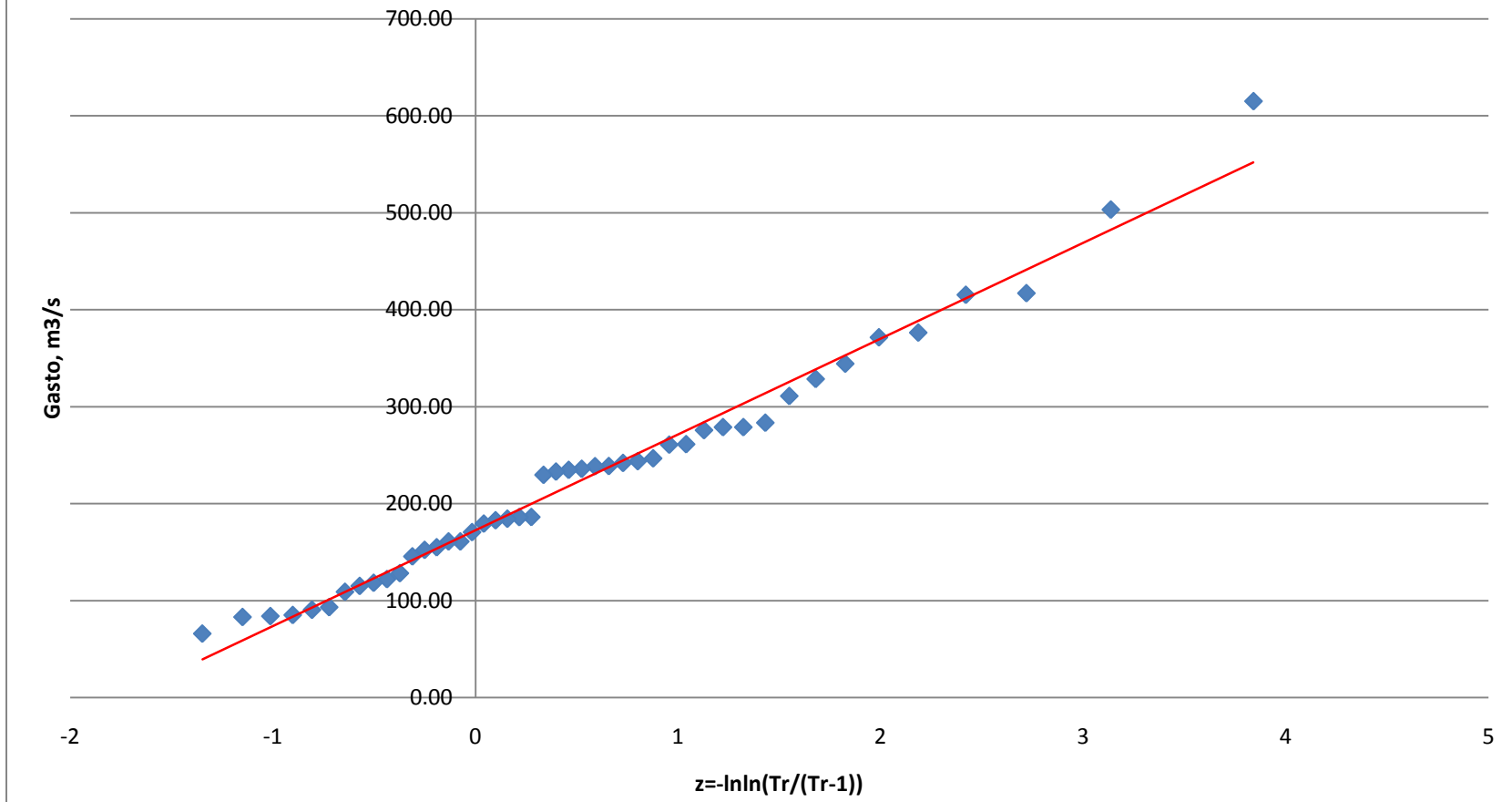
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	9017.10	9017.10	4493.10
2	8929.69	8842.28	5074.87
3	8761.12	8423.98	5449.38
4	8554.63	7935.16	5676.09
5	8324.74	7405.18	5882.88
6	8190.01	7516.36	7405.18
7	7860.42	5882.88	8423.98
8	7627.83	5999.70	9017.10
9	7410.97	5676.09	8842.28
10	7215.65	5457.77	7935.16
11	7055.08	5449.38	7516.36
12	6909.69	5310.40	5999.70
13	6768.55	5074.87	5457.77
14	6624.90	4757.45	5310.40
15	6482.78	4493.10	4757.45



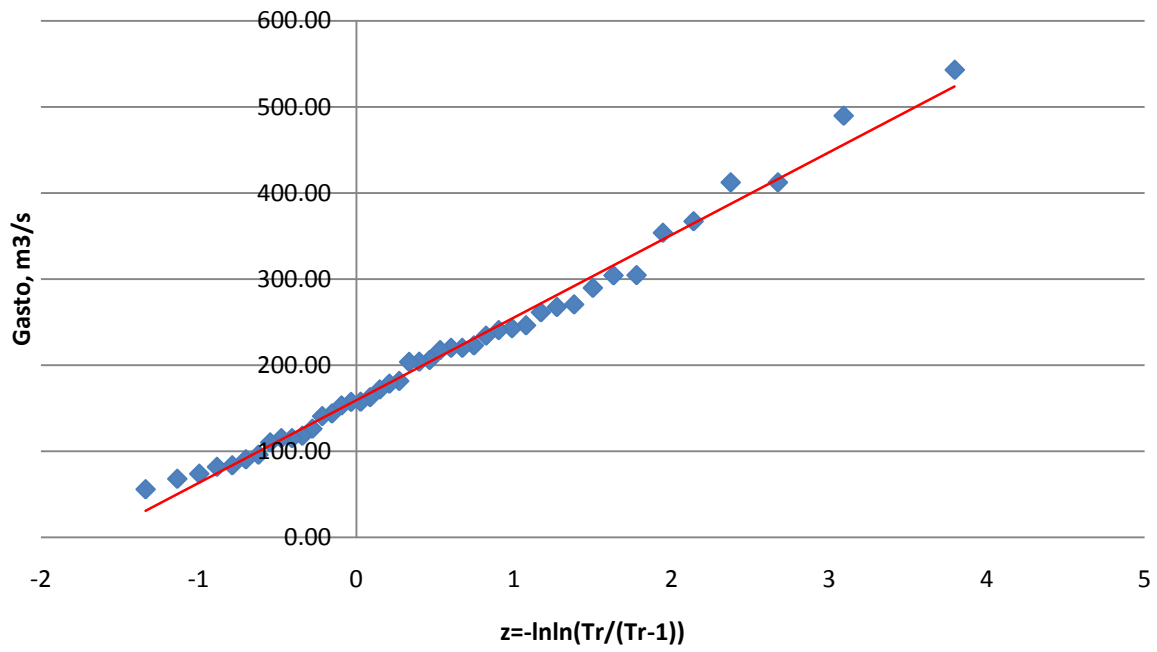


# **Anexo B. Estación Hidrométrica Ballesmi**

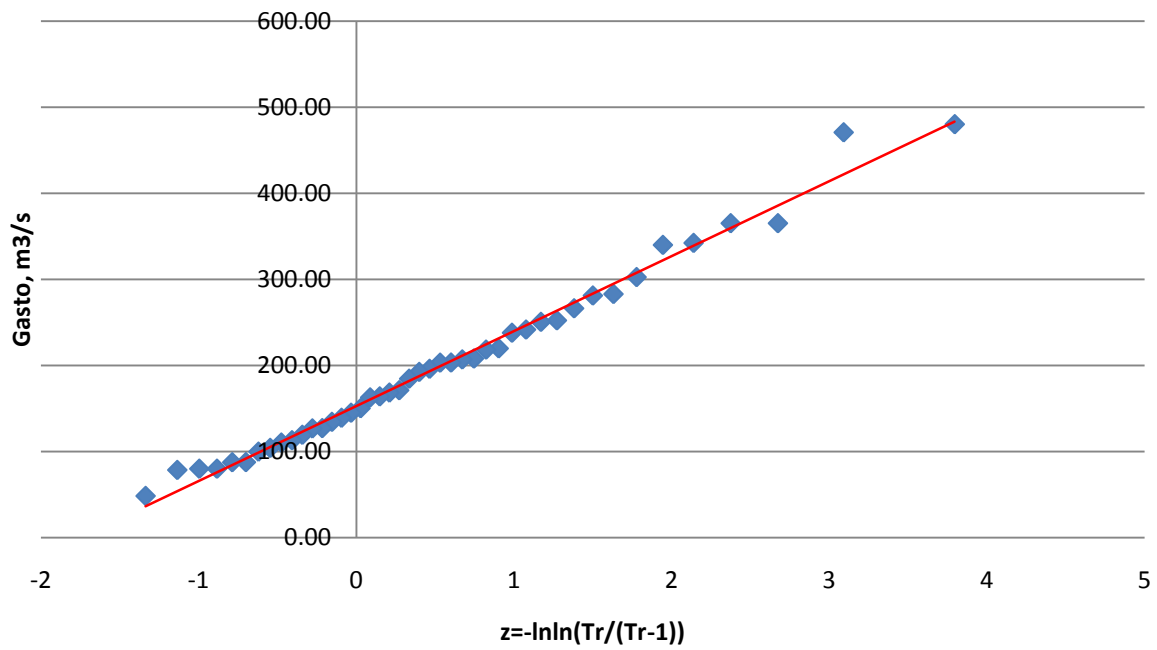
# Ballesmi 1 día



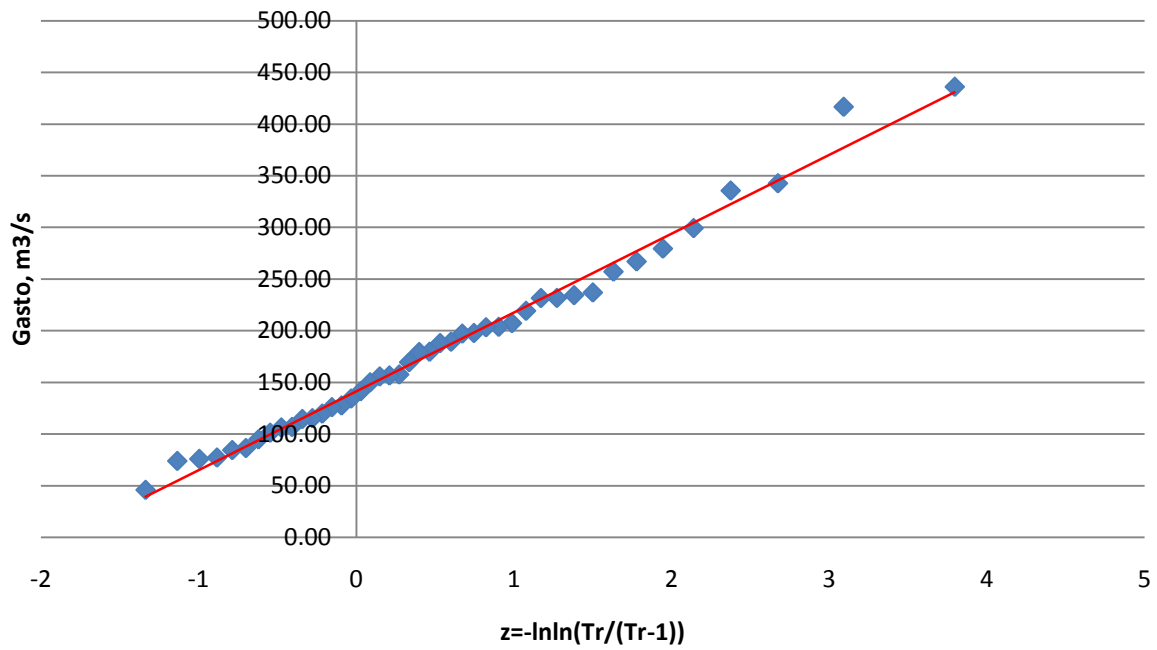
## Ballesmi 2 días



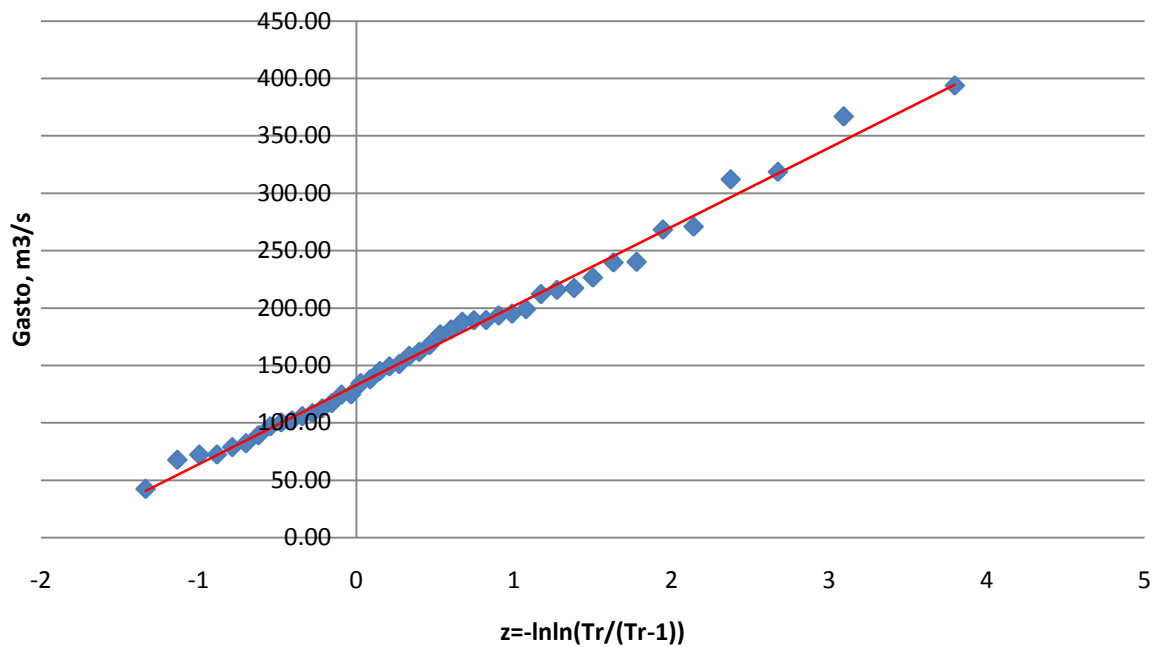
## Ballesmi 3 días



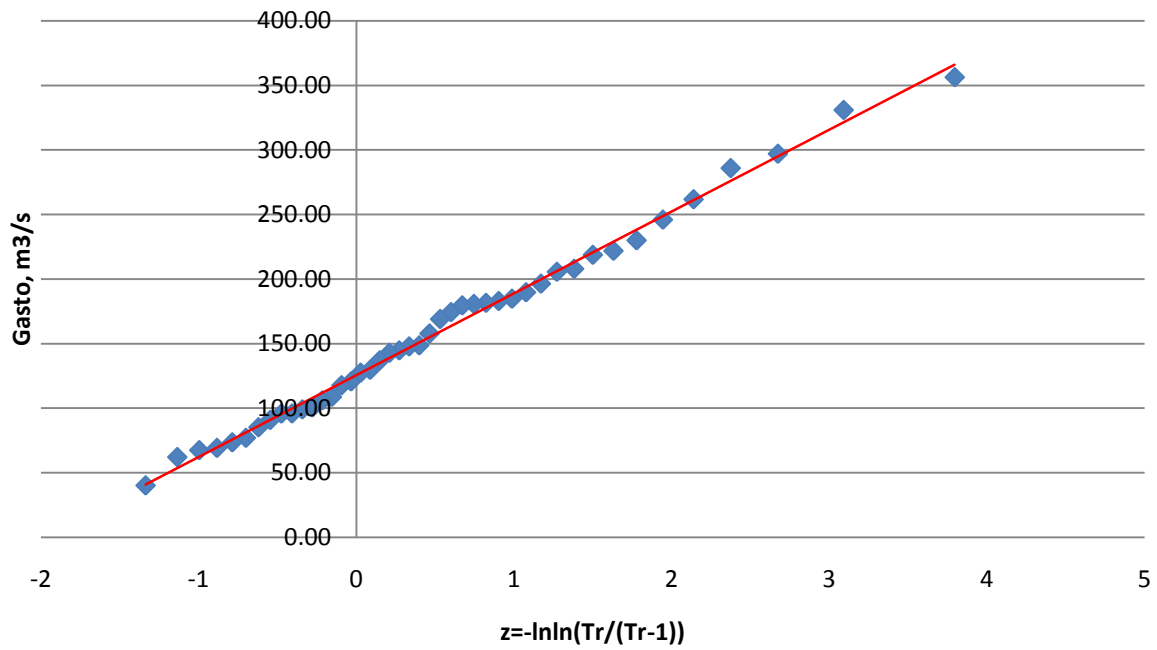
## Ballesmi 4 días



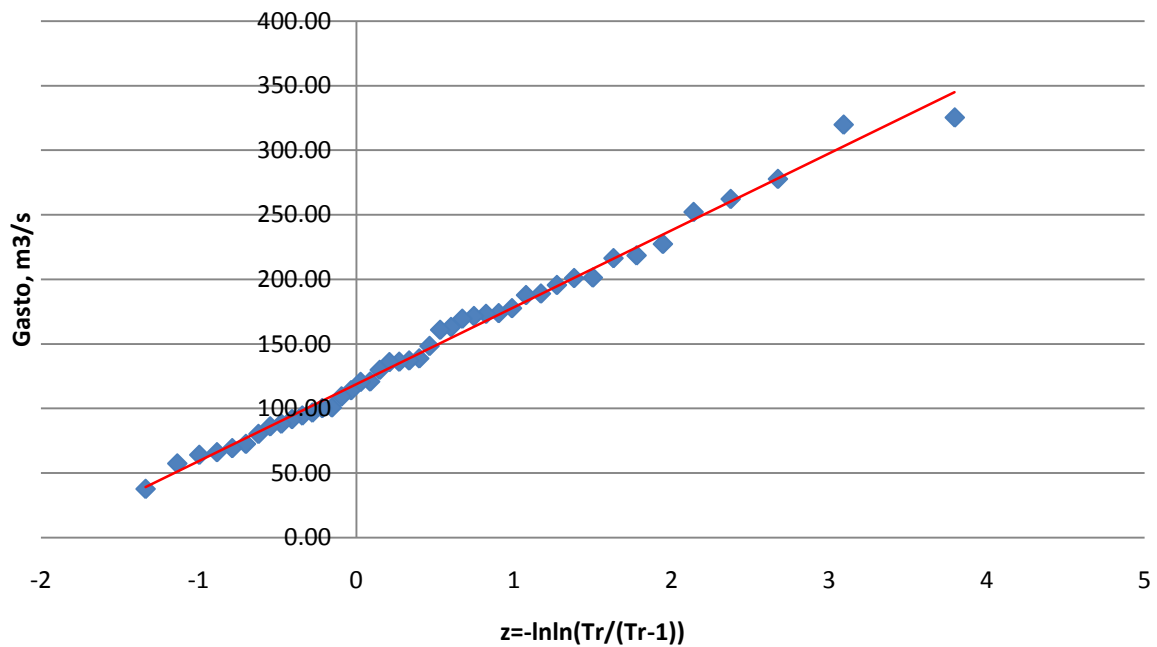
## Ballesmi 5 días



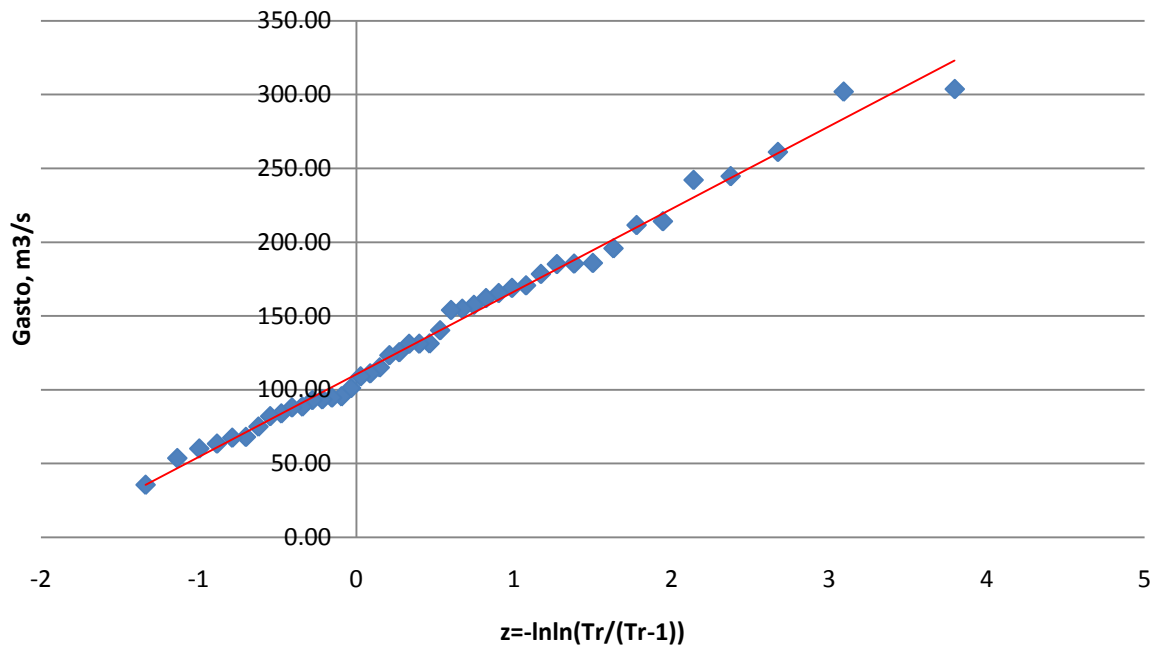
## Ballesmi 6 días



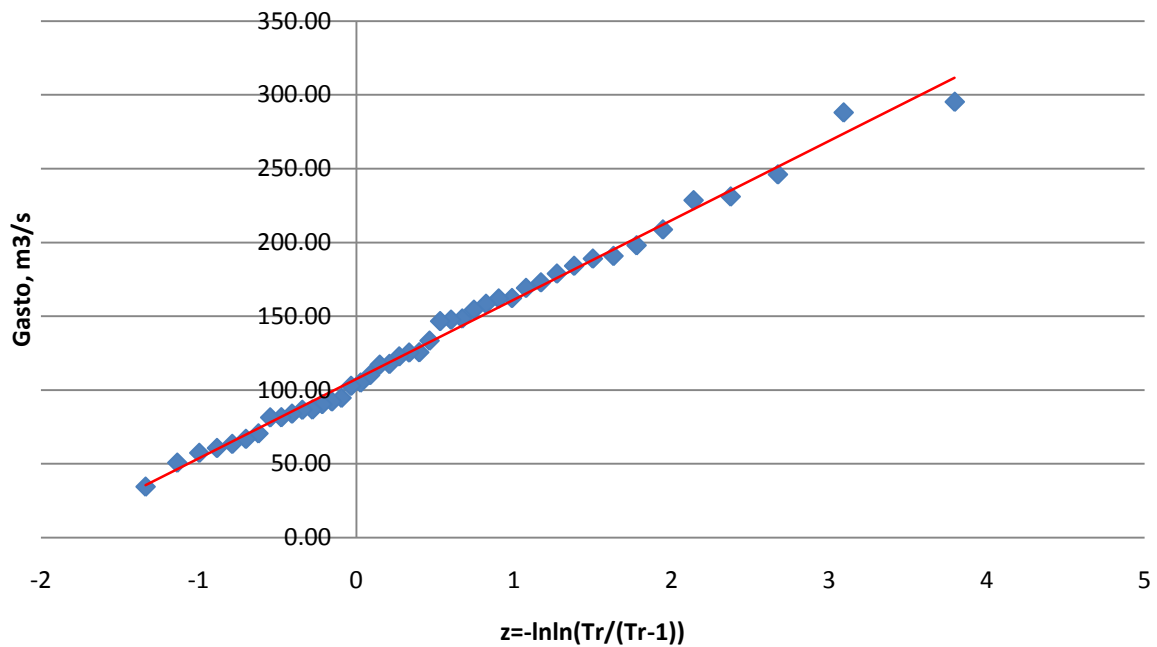
## Ballesmi 7 días



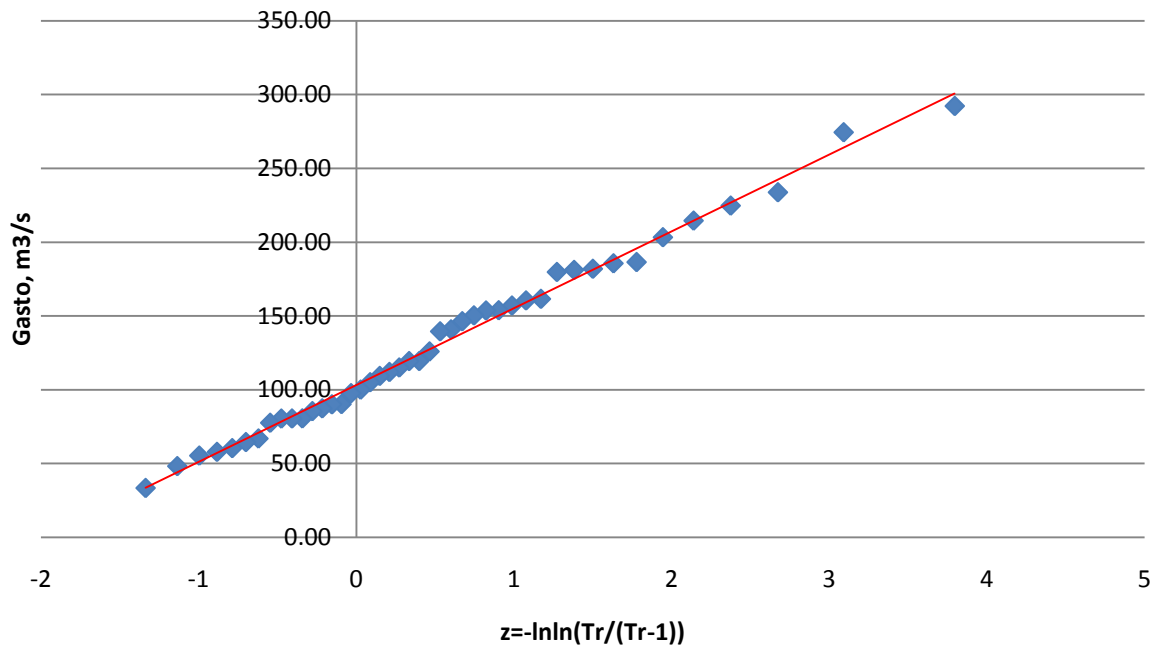
### Ballesmi 8 días



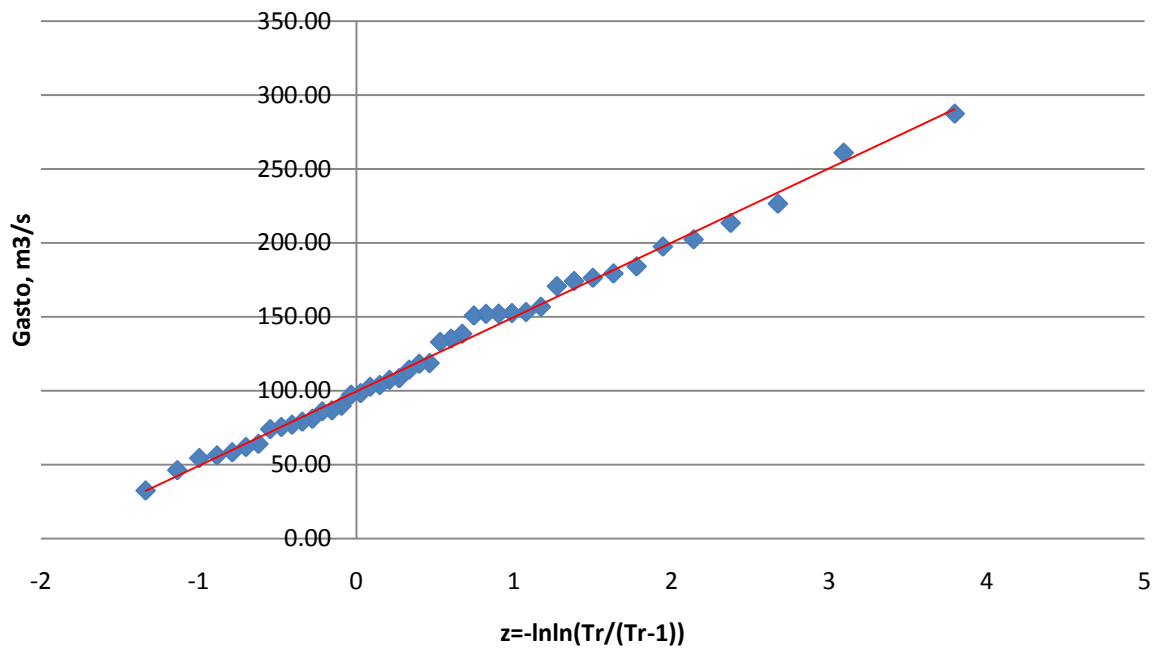
### Ballesmi 9 días



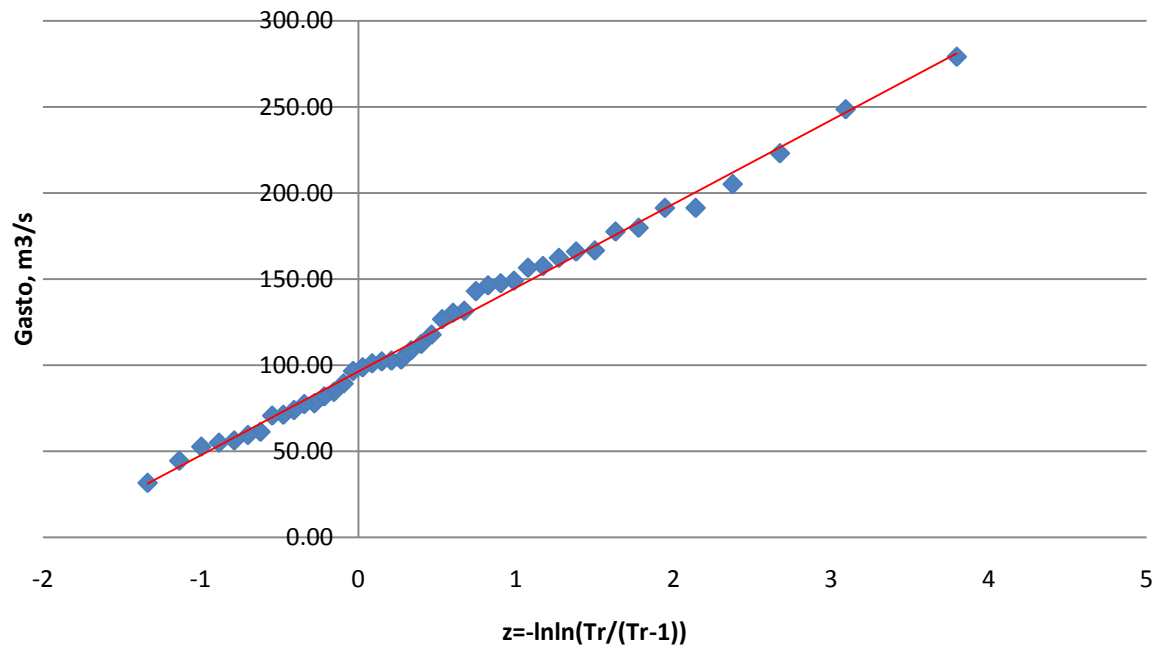
### Ballesmi 10 días



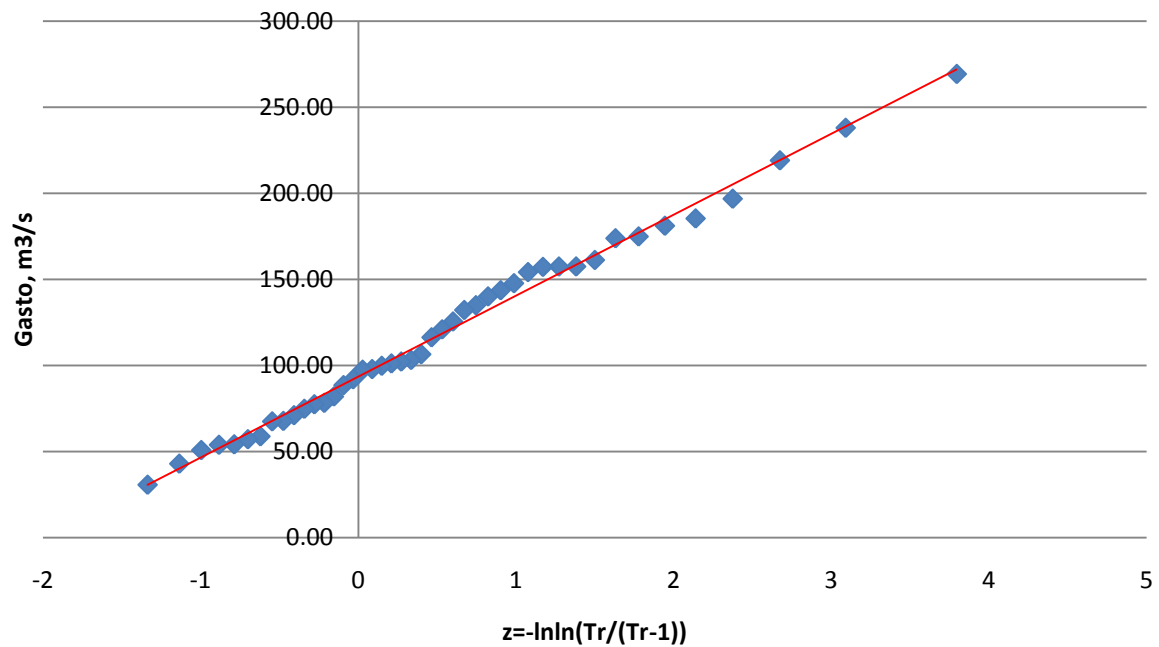
### Ballesmi 11 días



## Ballesmi 12 días

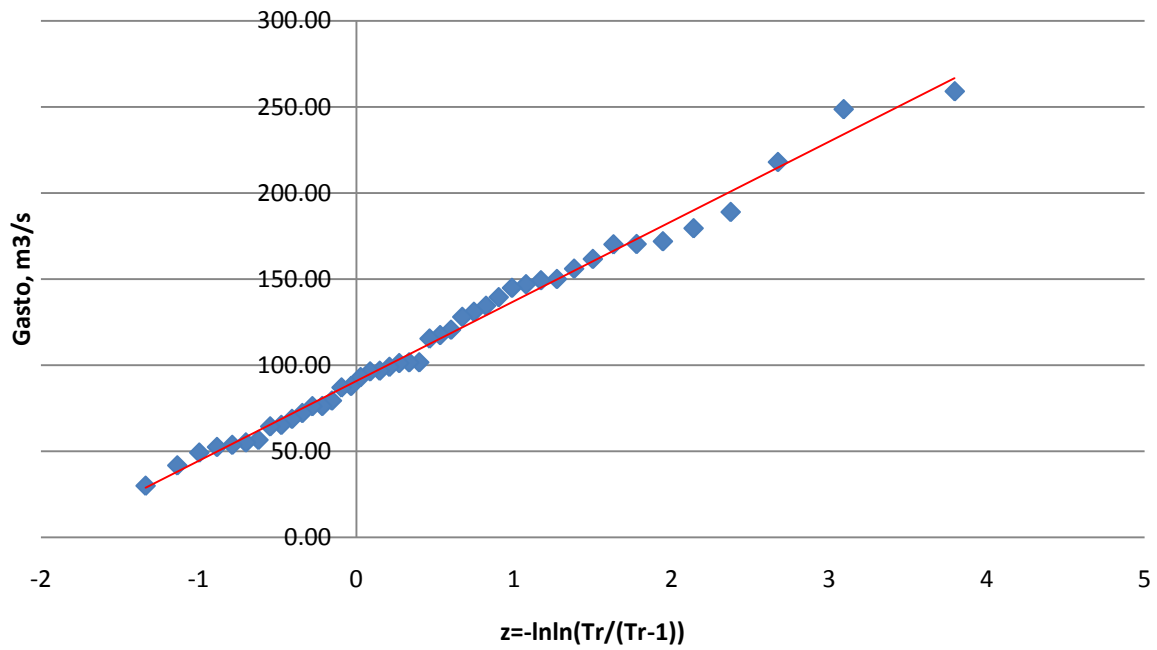


## Ballesmi 13 días

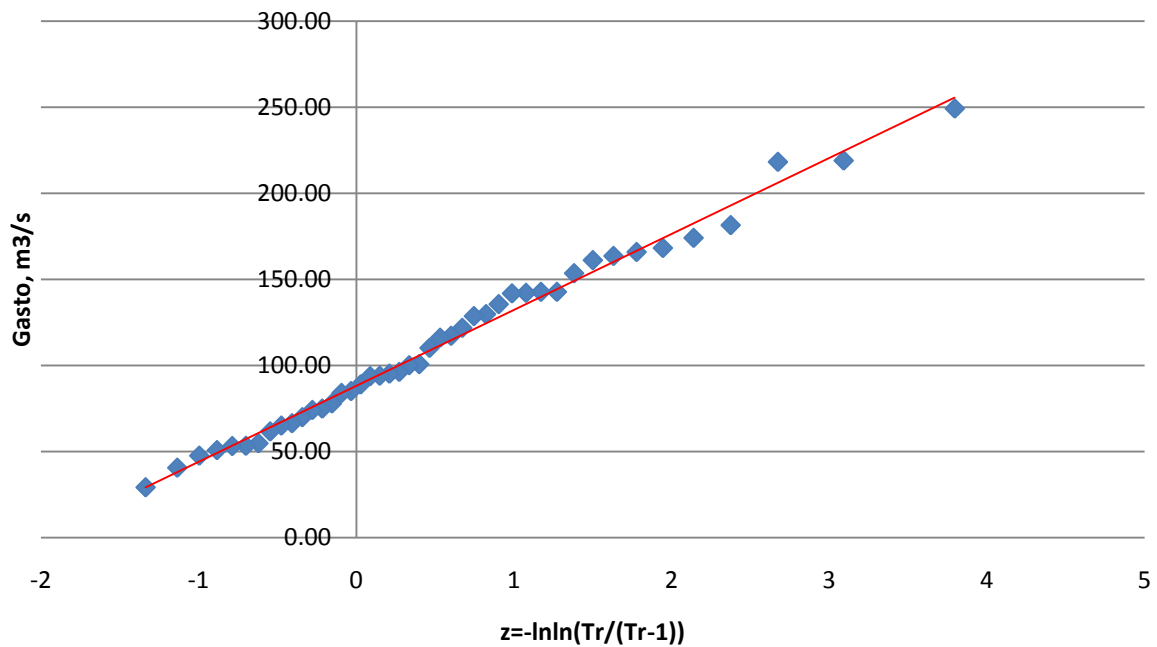




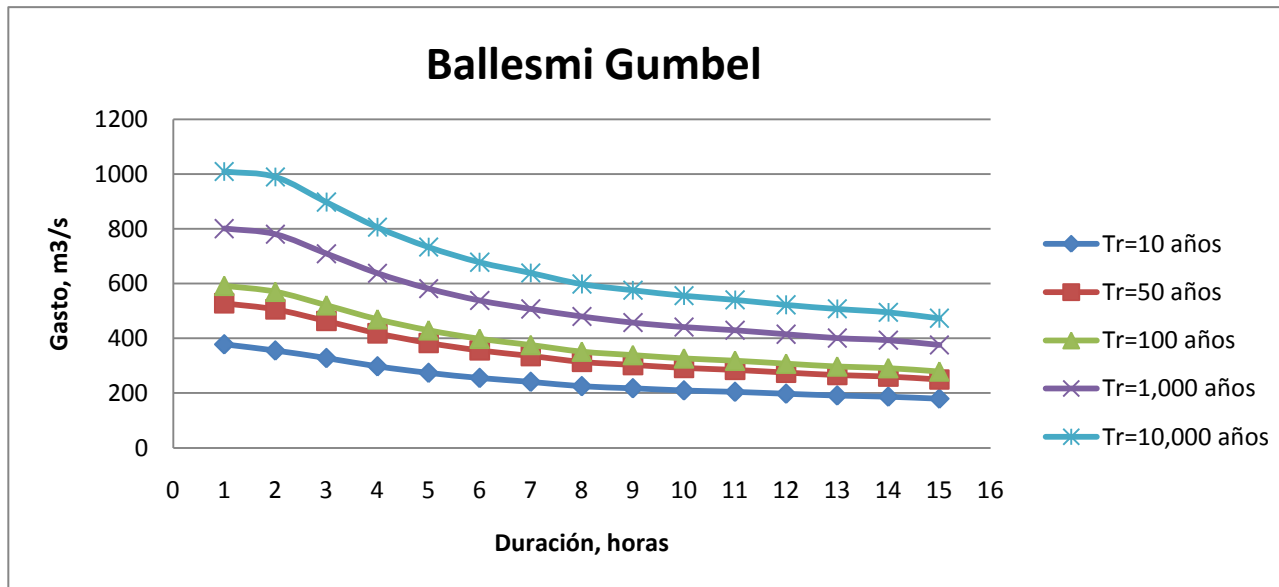
### Ballesmi 14 días



### Ballesmi 15 días



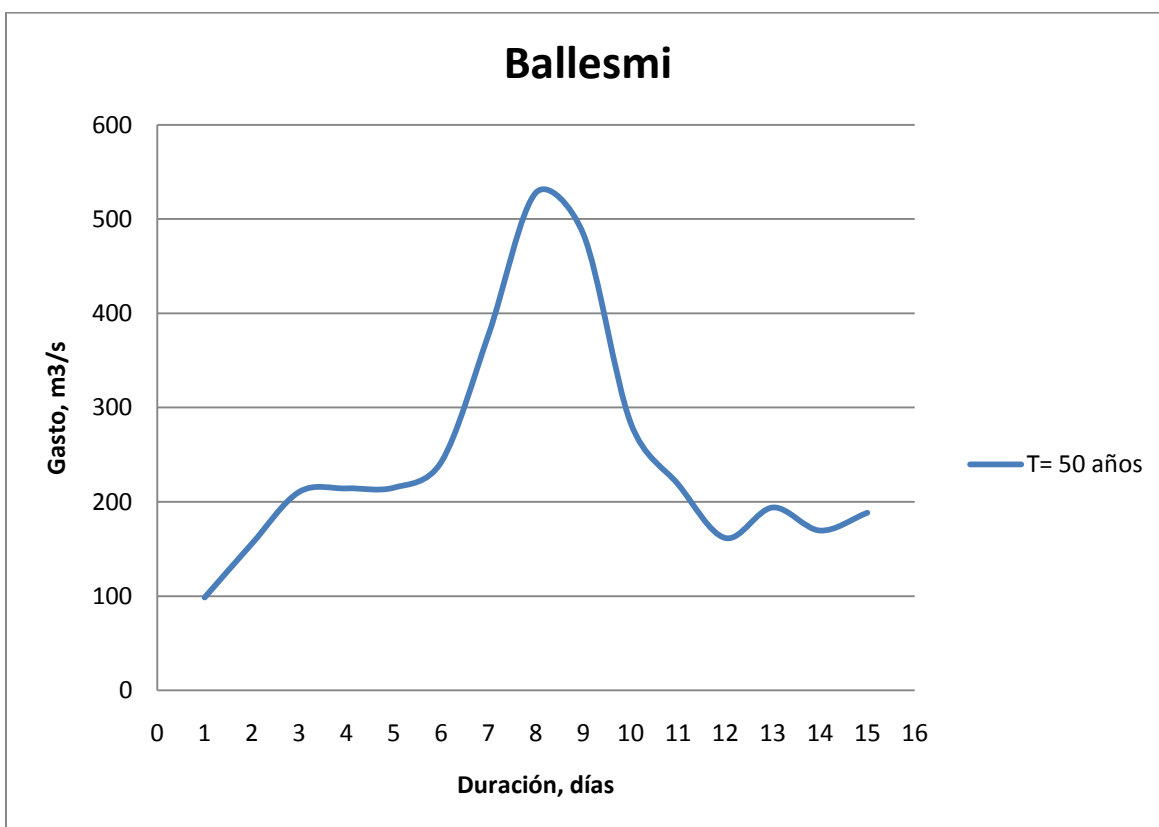
Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	207.56	310.32	378.36	443.62	528.10	591.41	654.48	737.69	800.58	863.45	946.54	1009.39
2	184.07	287.31	355.67	421.64	506.11	569.70	633.07	716.67	779.85	843.01	926.49	989.63
3	174.19	266.89	328.26	387.13	463.33	520.44	577.33	652.39	709.12	765.83	840.78	897.47
4	160.51	243.19	297.93	350.43	418.40	469.33	520.08	587.02	637.62	688.20	755.05	805.62
5	149.87	224.66	274.18	321.68	383.17	429.24	475.15	535.71	581.48	627.24	687.71	733.46
6	141.11	209.92	255.48	299.18	355.75	398.14	440.37	496.09	538.20	580.30	635.93	678.02
7	133.63	198.39	241.27	282.40	335.64	375.54	415.29	467.73	507.37	546.99	599.35	638.96
8	124.44	185.17	225.38	263.95	313.87	351.28	388.56	437.73	479.90	512.05	561.15	598.29
9	120.88	179.20	217.81	254.85	302.79	338.72	374.51	421.73	457.42	493.10	540.25	575.92
10	116.15	172.49	209.80	245.58	291.90	326.60	361.18	406.81	441.29	475.75	521.31	555.77
11	113.79	168.52	204.76	239.51	284.50	318.22	351.81	396.12	429.61	463.10	507.35	540.82
12	110.04	162.90	197.90	231.46	274.91	307.47	339.92	382.72	415.06	447.40	490.14	522.46
13	106.62	157.63	191.40	223.80	265.73	297.16	328.46	369.77	400.99	432.19	473.44	507.64
14	103.64	153.83	187.06	218.94	260.20	291.12	321.92	362.56	393.28	423.99	464.57	495.27
15	100.35	148.14	179.78	210.12	249.41	278.84	308.17	346.86	376.11	405.34	443.98	473.20



## **Avenidas de diseño, muestra original**

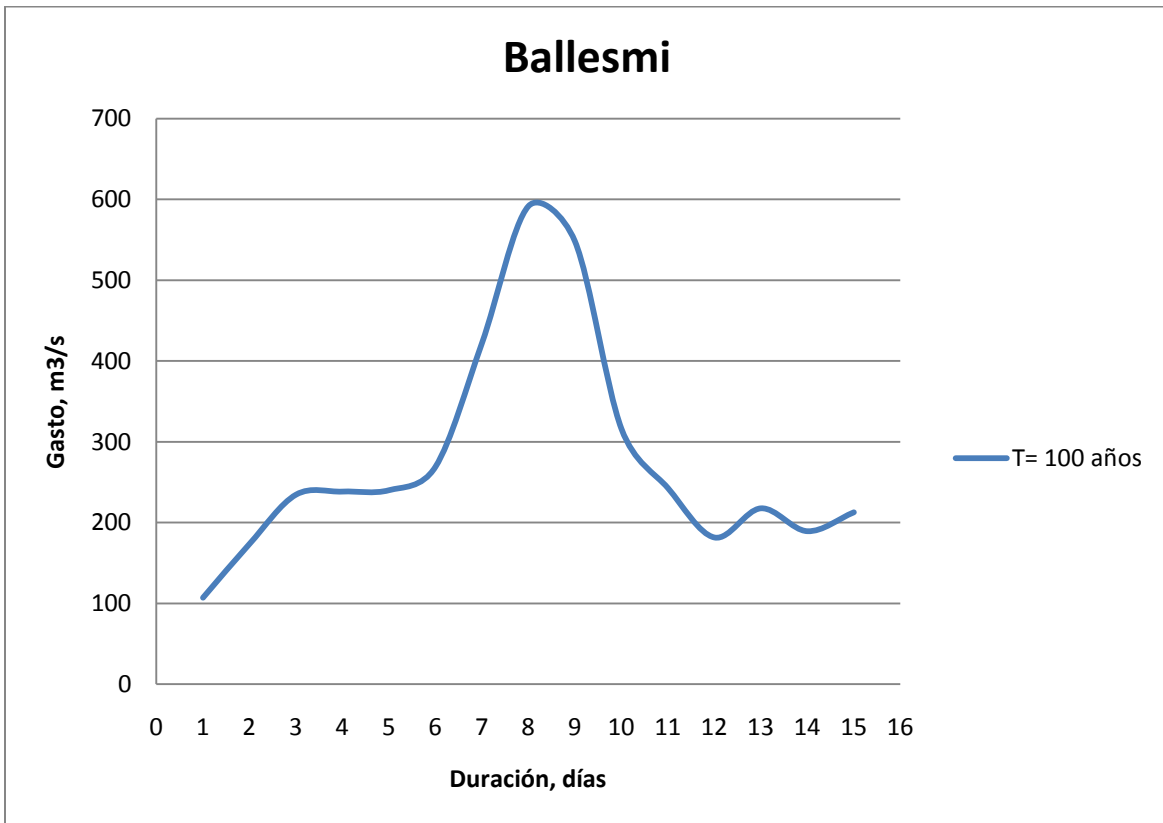
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	528.10	528.10	98.35
2	506.11	484.12	155.57
3	463.33	377.77	210.50
4	418.40	283.61	214.15
5	383.17	242.25	214.98
6	355.75	218.65	242.25
7	335.64	214.98	377.77
8	313.87	161.48	528.10
9	302.79	214.15	484.12
10	291.90	193.89	283.61
11	284.50	210.50	218.65
12	274.91	169.42	161.48
13	265.73	155.57	193.89
14	260.20	188.31	169.42
15	249.41	98.35	188.31



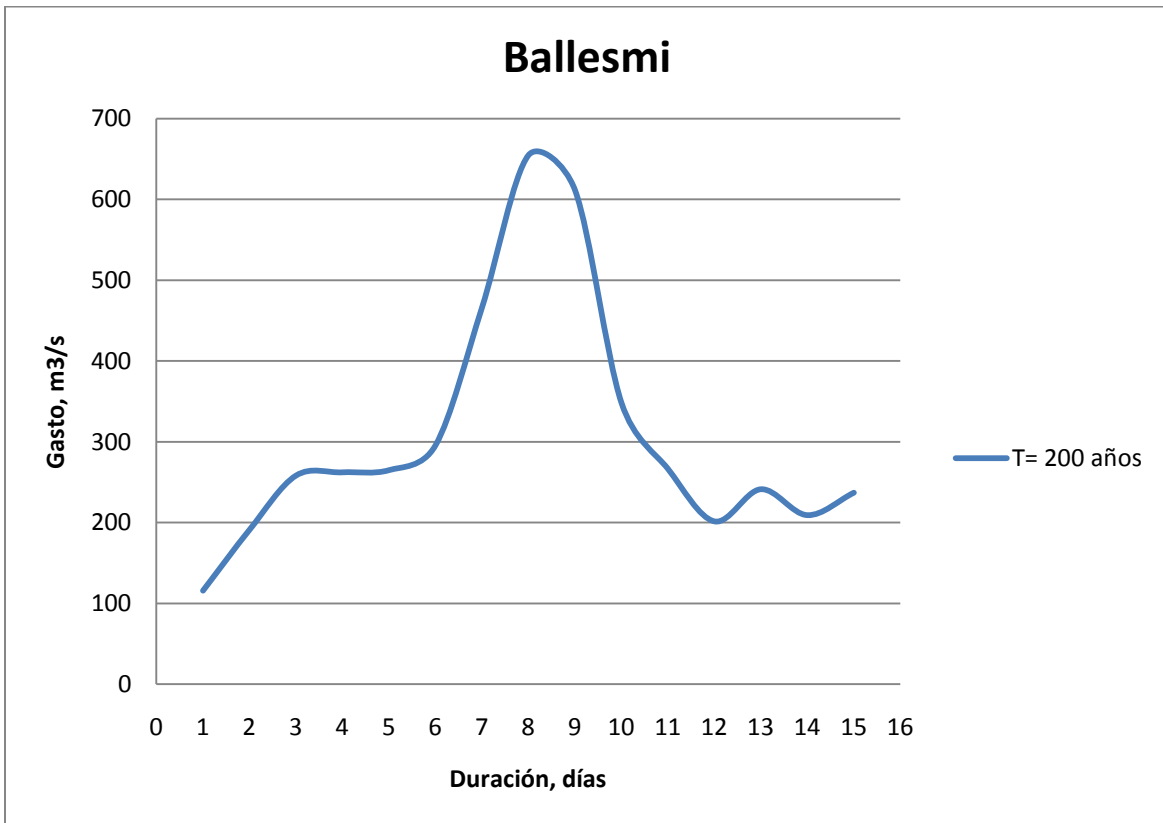
# 100 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	591.41	591.41	106.92
2	569.70	547.99	173.44
3	520.44	421.92	234.42
4	469.33	316.00	238.24
5	429.24	268.88	239.94
6	398.14	242.64	268.88
7	375.54	239.94	421.92
8	351.28	181.46	591.41
9	338.72	238.24	547.99
10	326.60	217.52	316.00
11	318.22	234.42	242.64
12	307.47	189.22	181.46
13	297.16	173.44	217.52
14	291.12	212.60	189.22
15	278.84	106.92	212.60



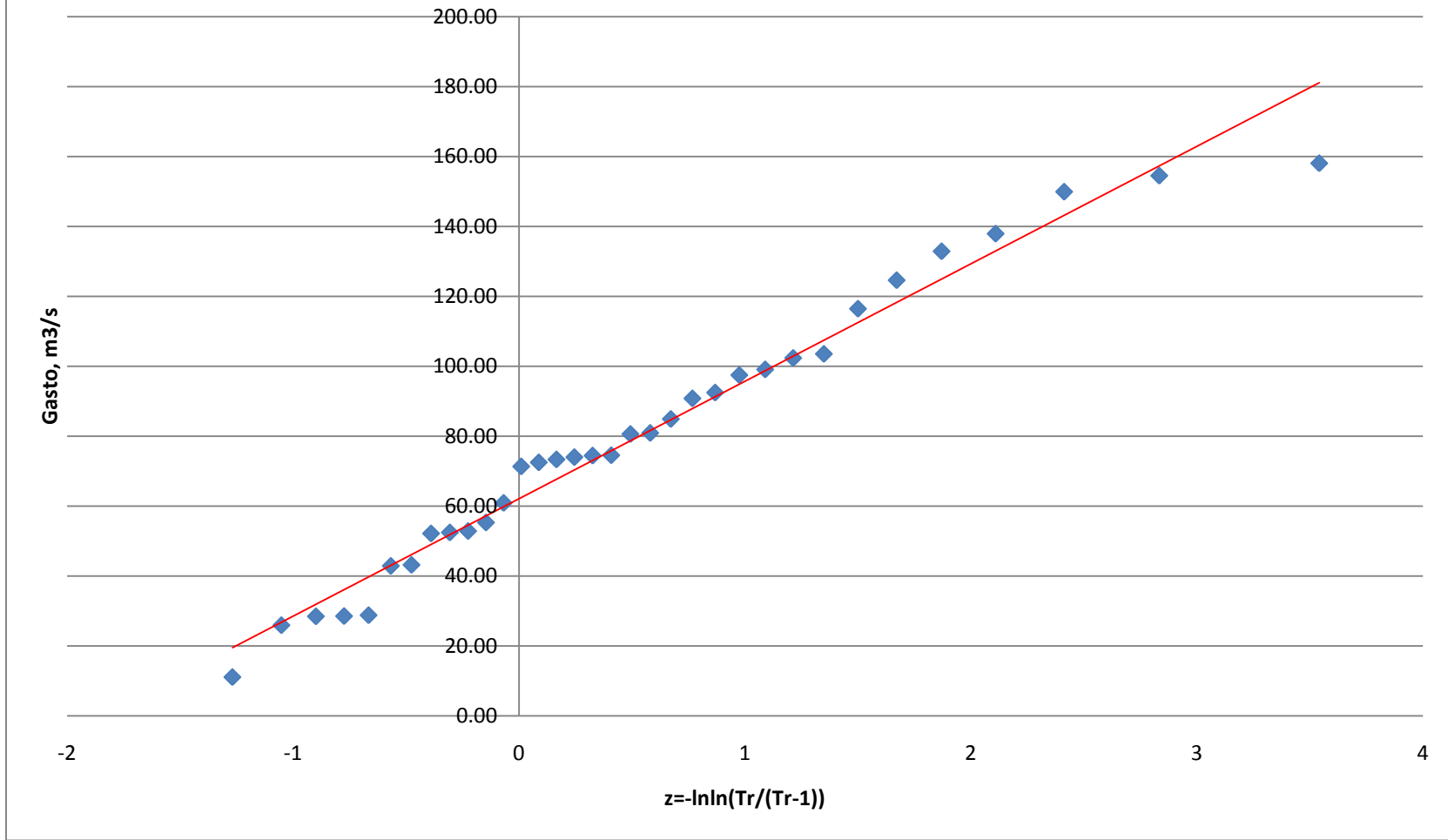
# 200 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	654.48	654.48	115.67
2	633.07	611.66	190.94
3	577.33	465.85	258.11
4	520.08	348.33	262.11
5	475.15	295.43	264.81
6	440.37	266.47	295.43
7	415.29	264.81	465.85
8	388.56	201.45	654.48
9	374.51	262.11	611.66
10	361.18	241.21	348.33
11	351.81	258.11	266.47
12	339.92	209.13	201.45
13	328.46	190.94	241.21
14	321.92	236.90	209.13
15	308.17	115.67	236.90



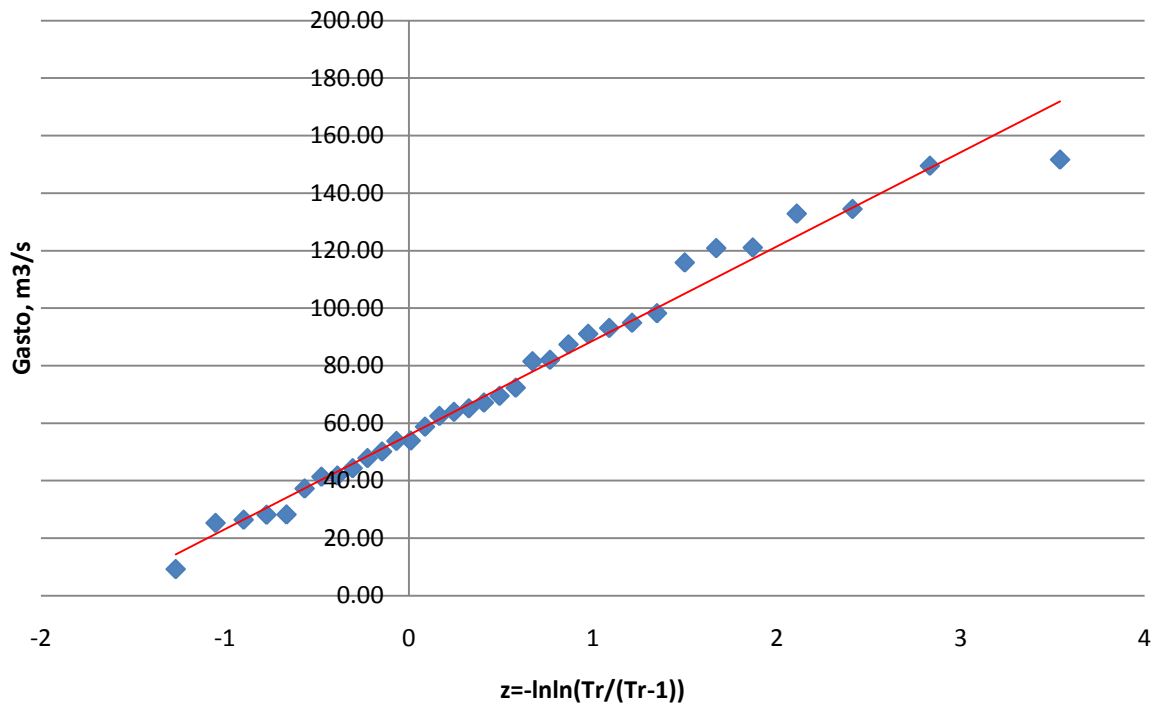
# **Anexo C. Estación Hidrométrica Choy**

### Choy 1 día

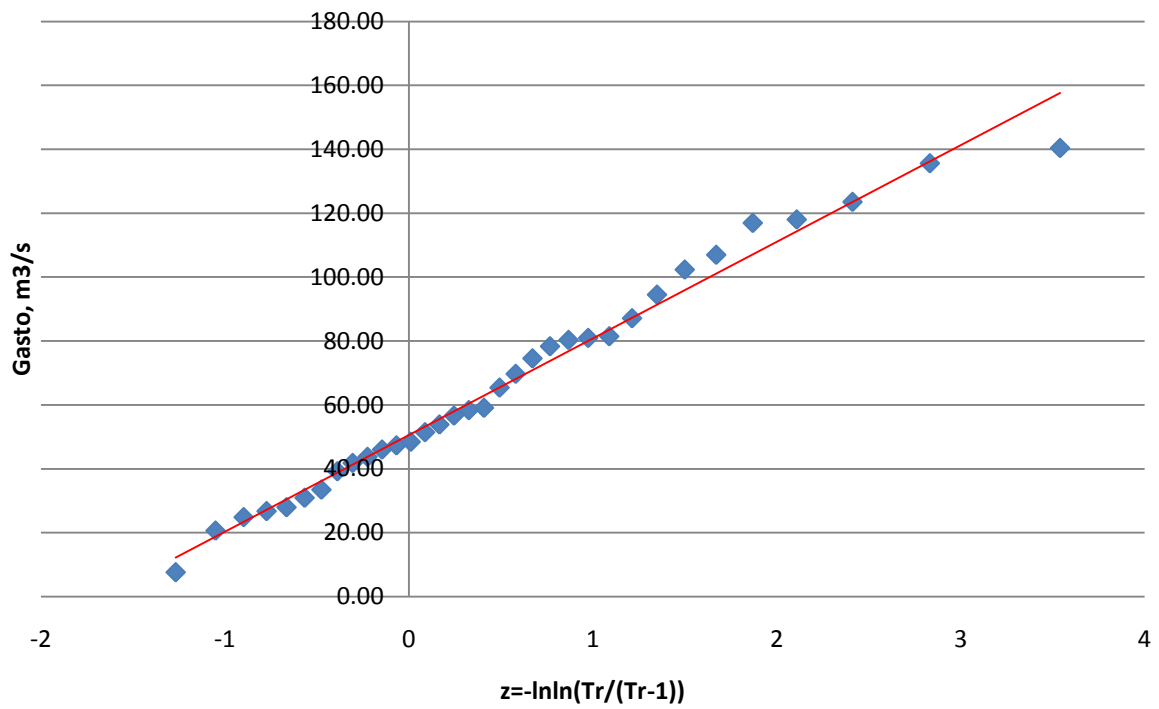


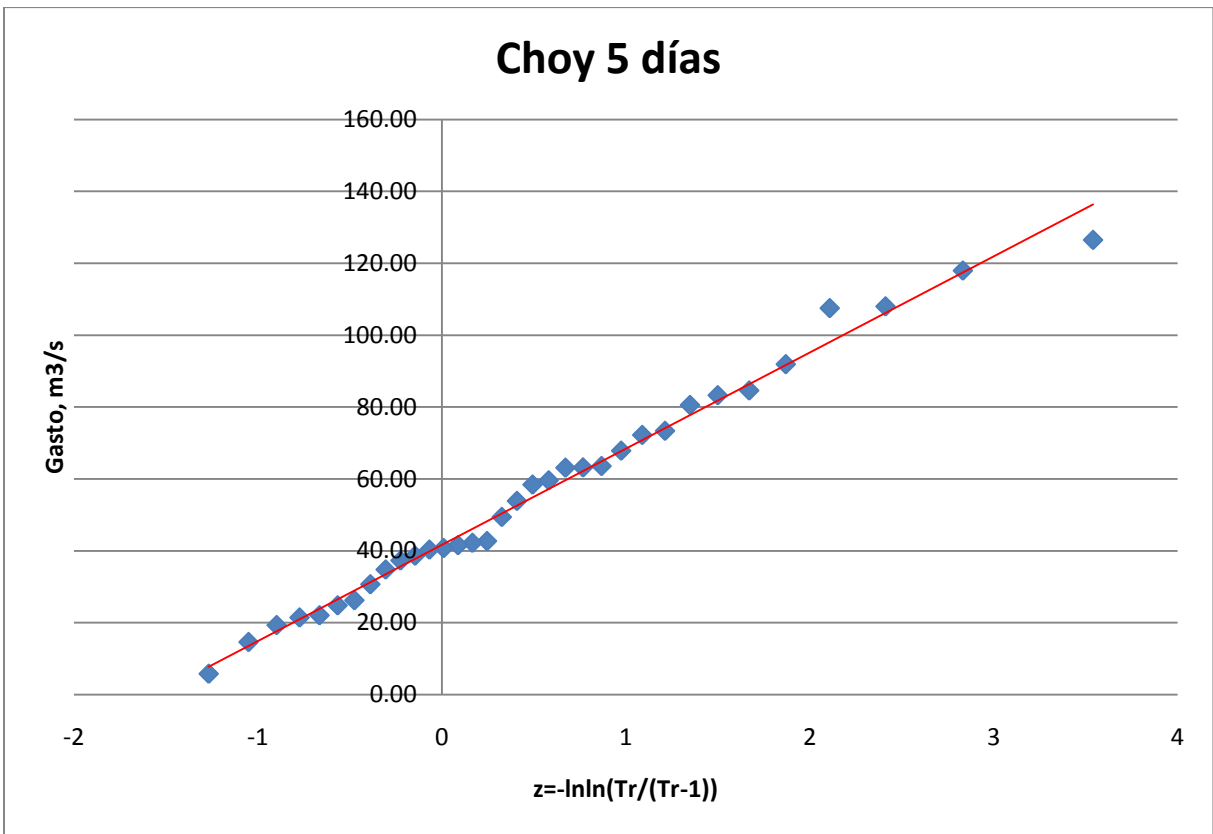
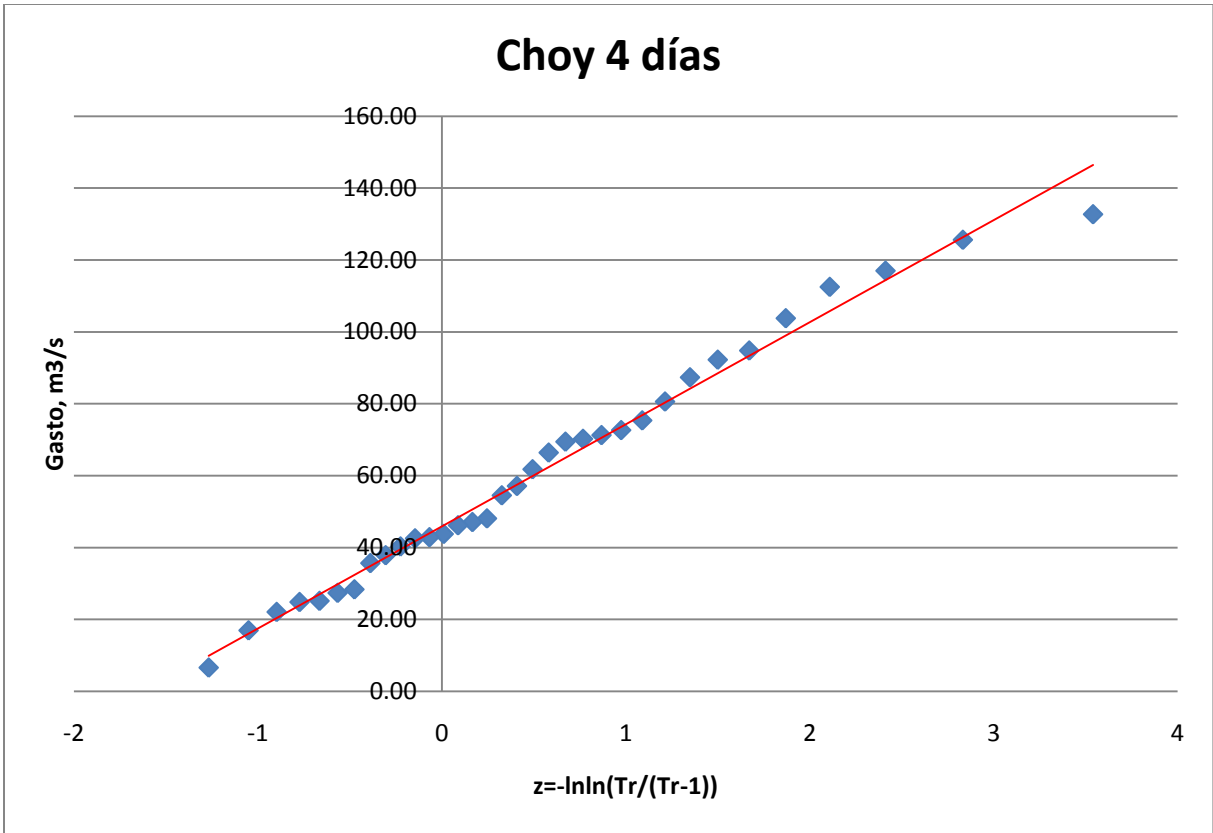


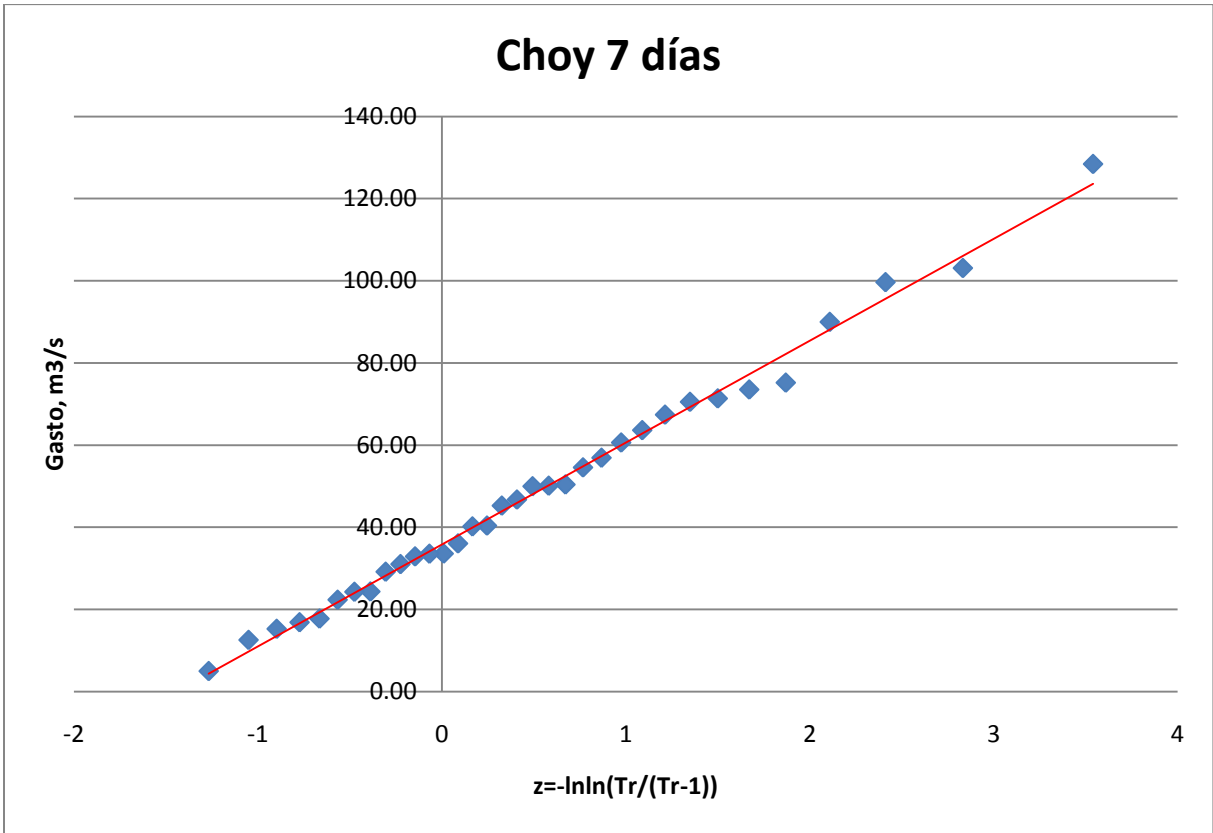
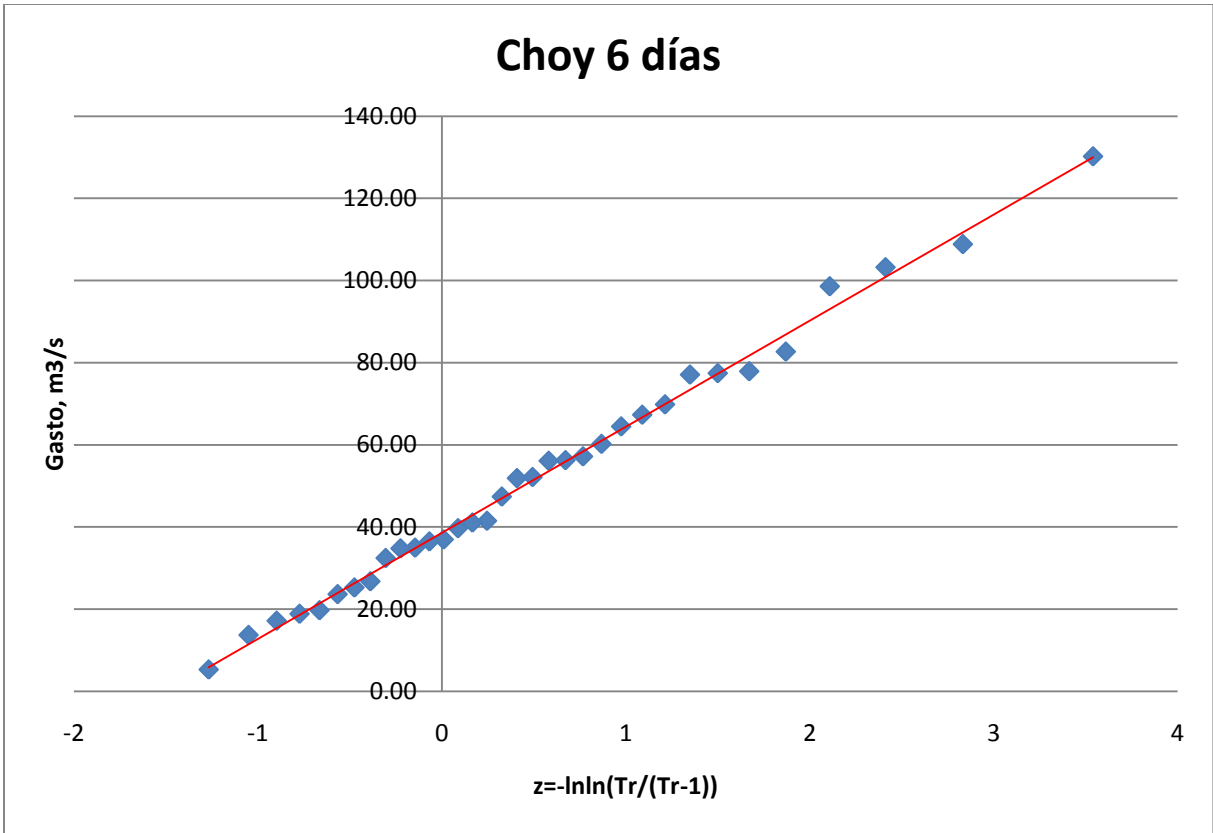
### Choy 2 días

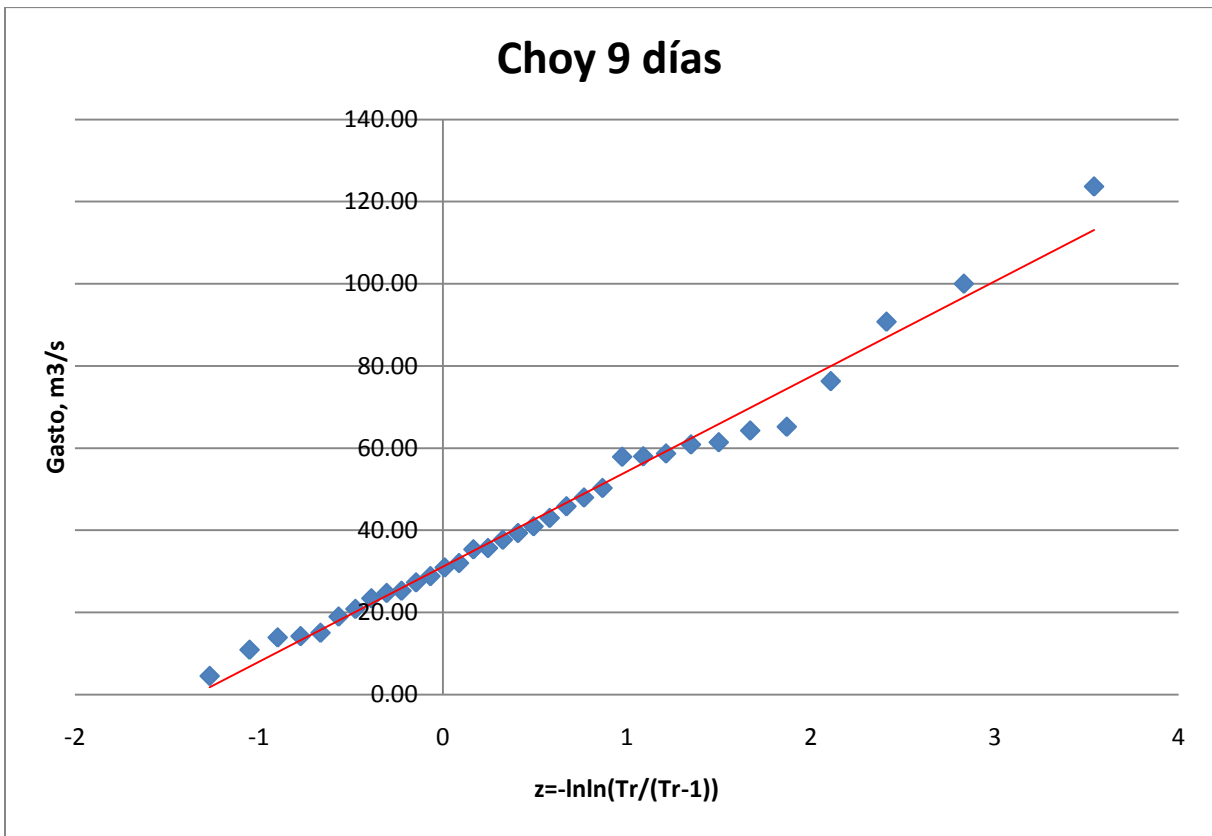
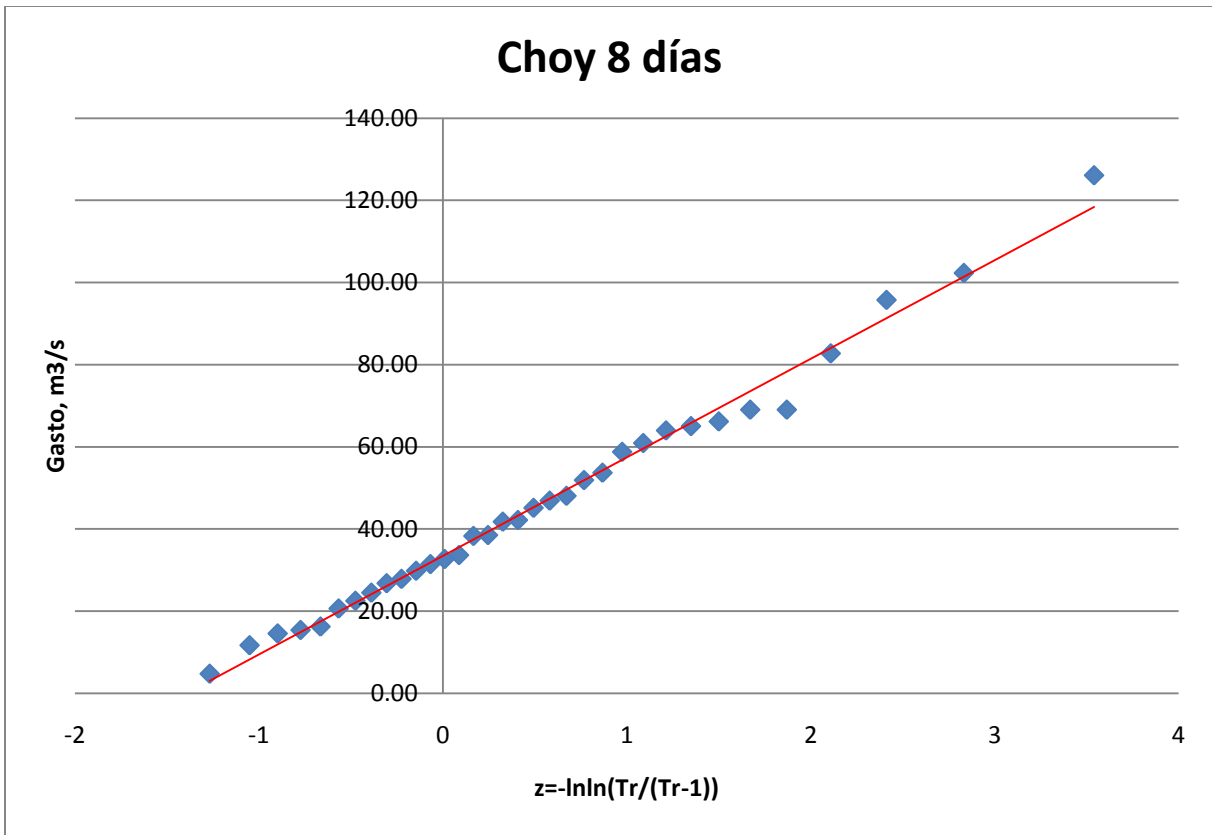


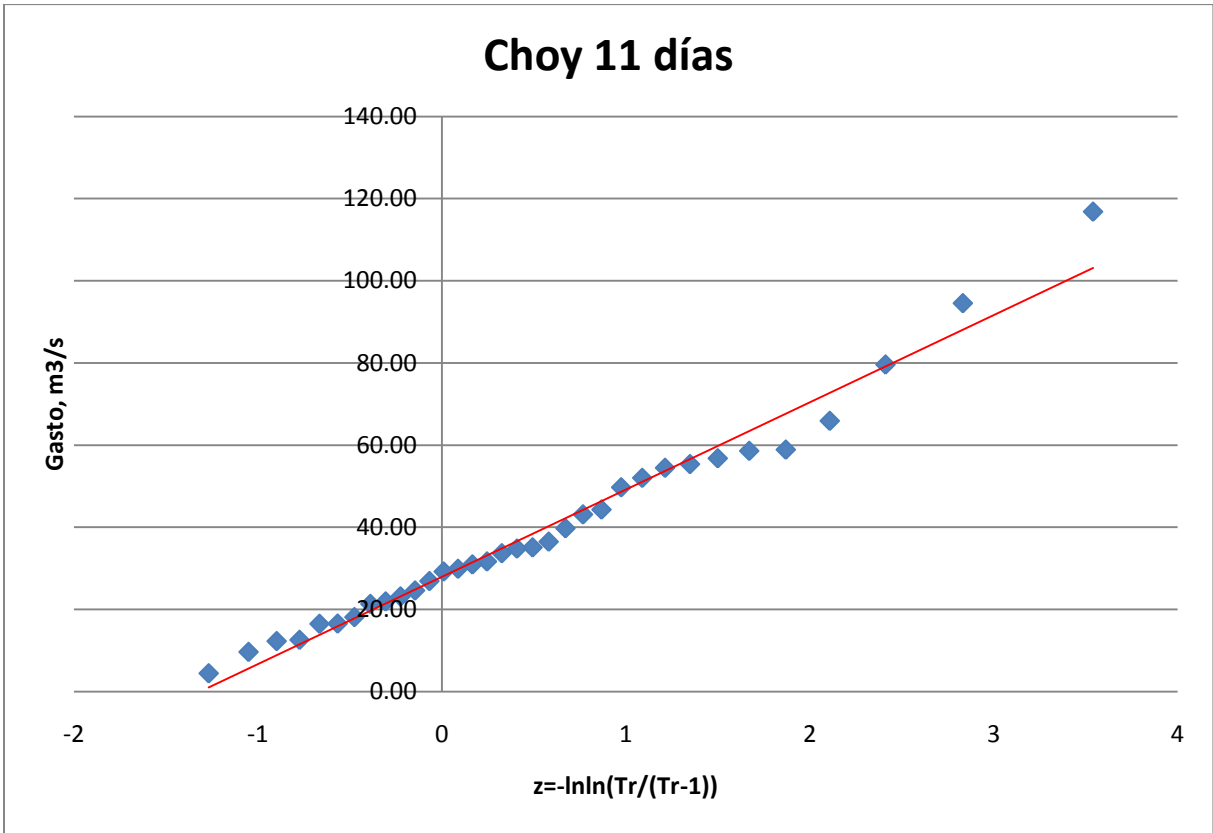
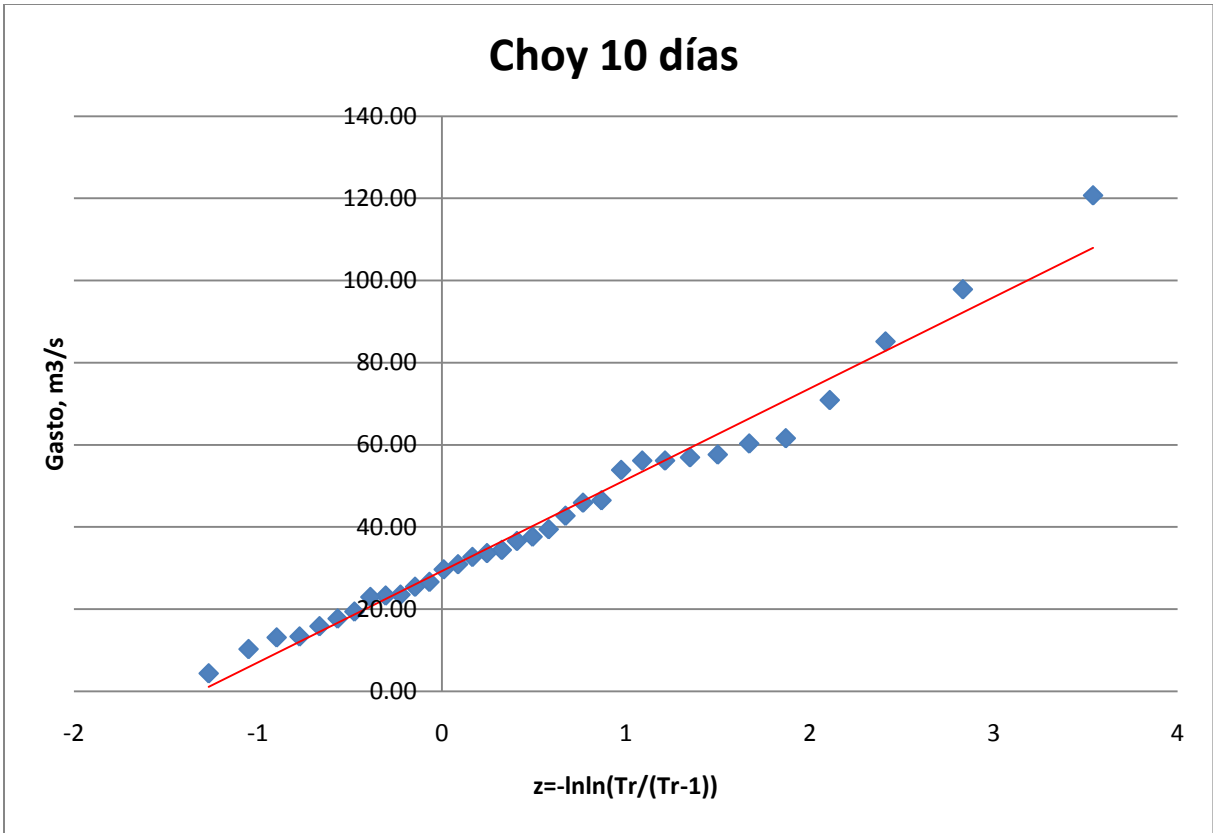
### Choy 3 días

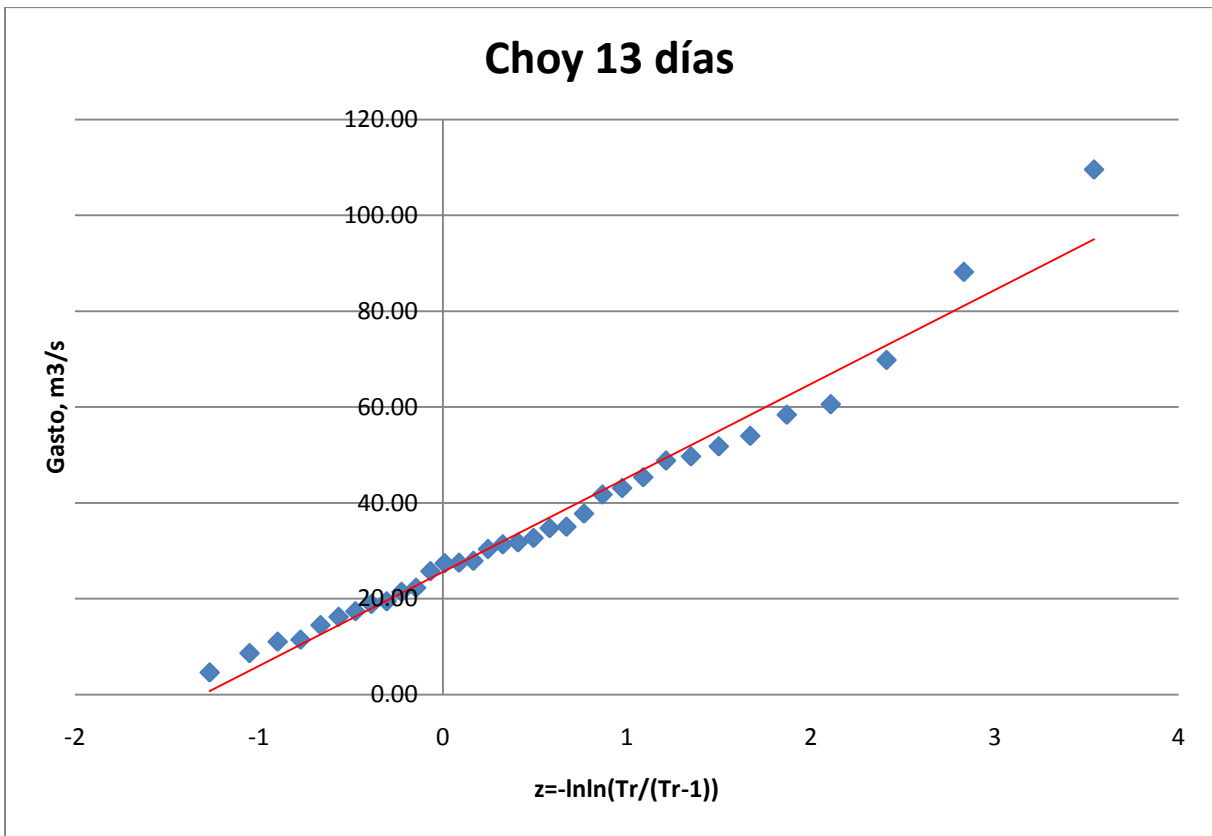
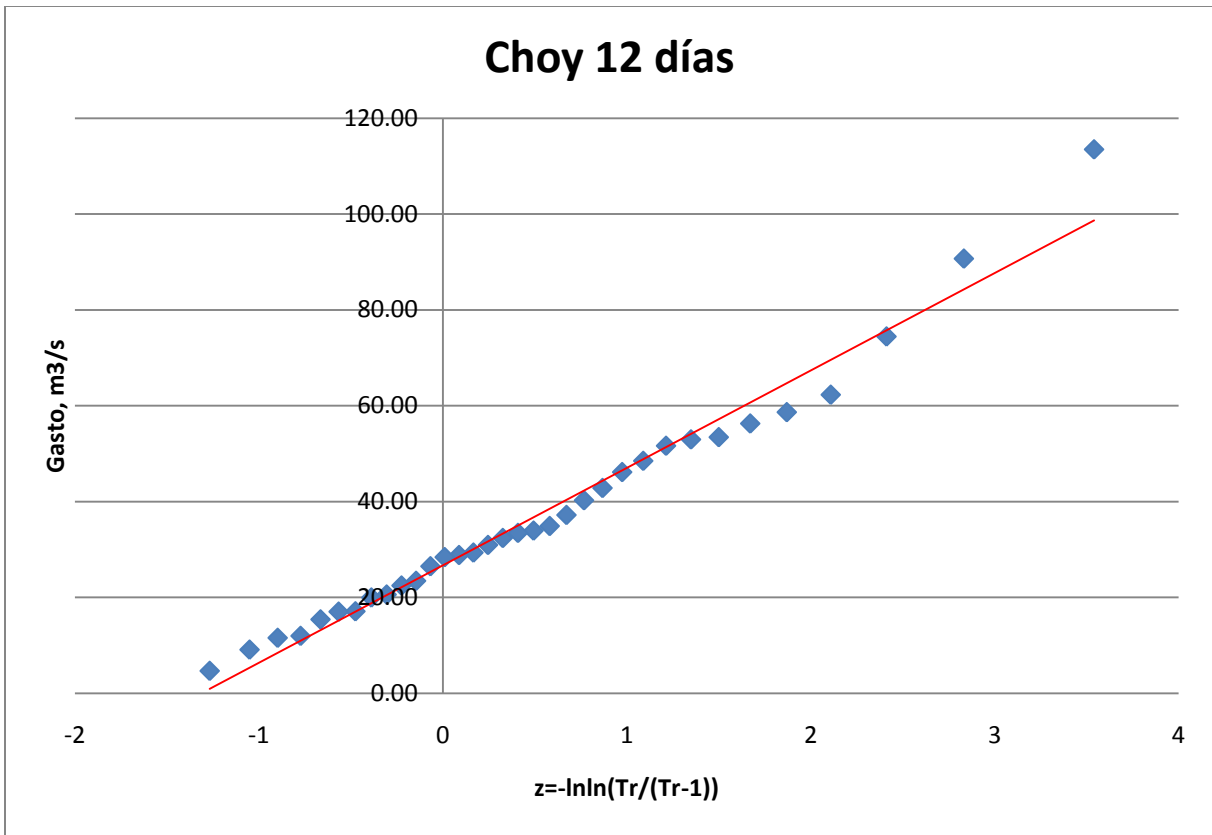


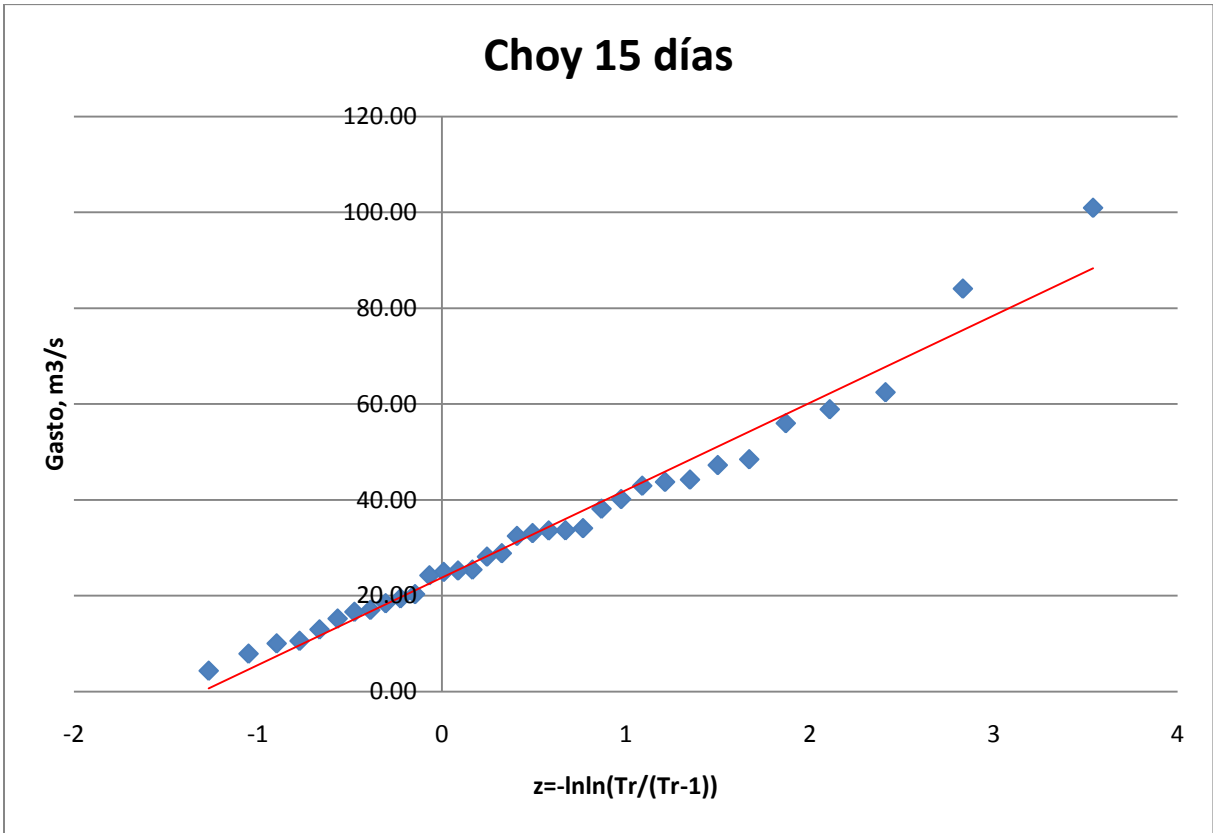
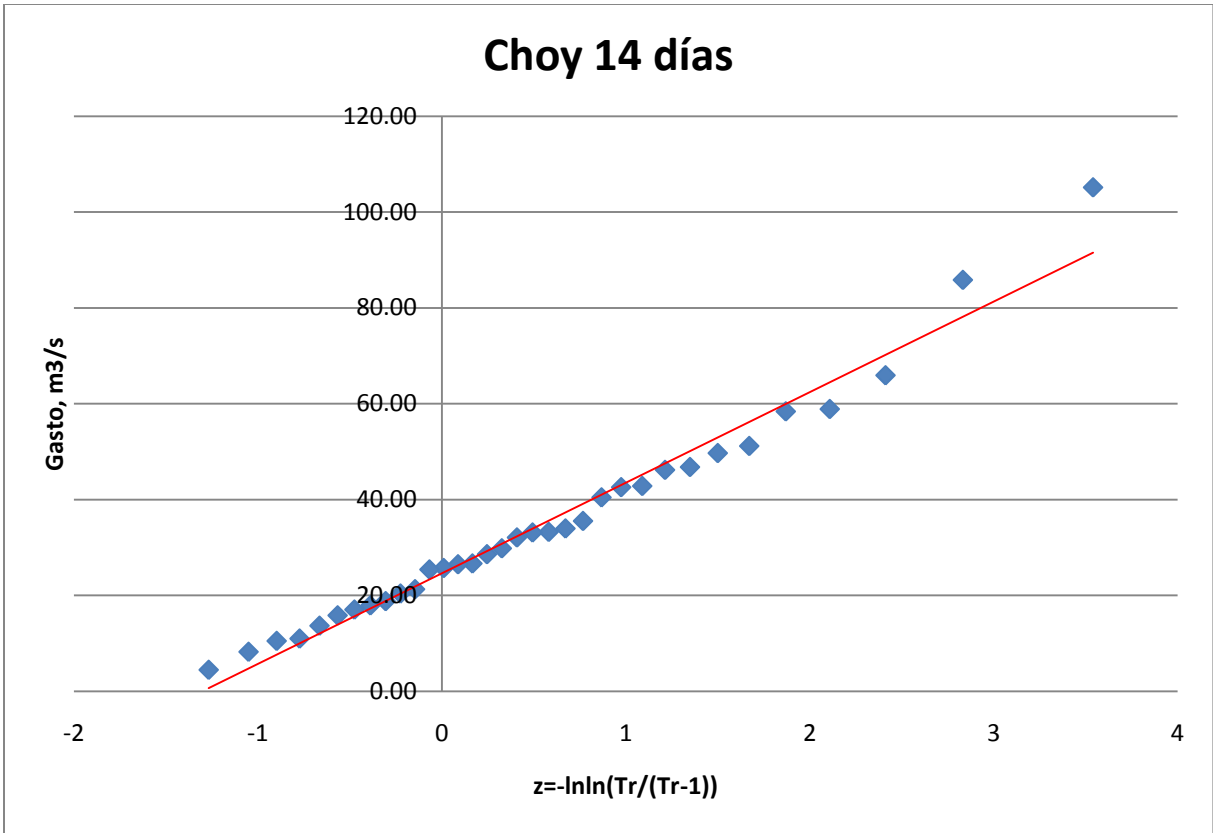




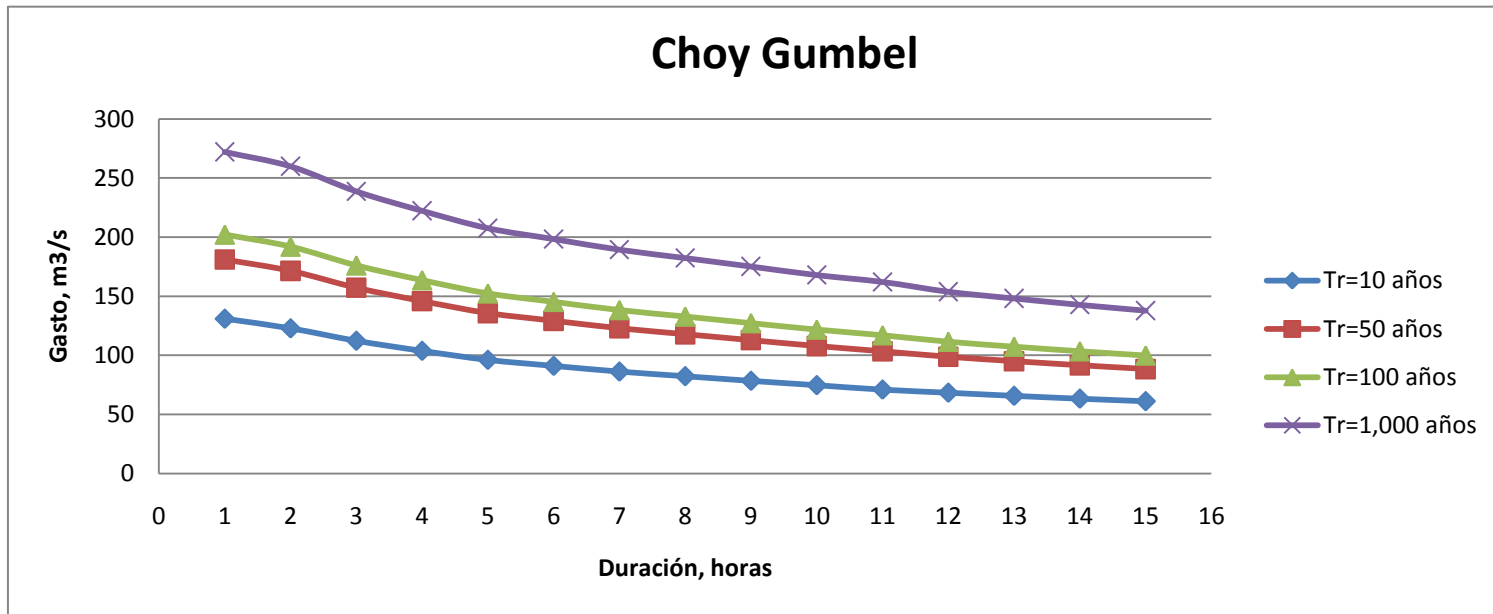








Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	73.90	108.25	130.99	152.81	181.05	202.21	223.29	251.10	272.13	293.14	320.91	341.92
2	67.38	100.75	122.85	144.04	171.47	192.03	212.51	239.54	259.96	280.38	307.36	327.77
3	61.17	91.95	112.32	131.87	157.17	176.13	195.02	219.94	238.77	257.60	282.48	301.31
4	55.85	84.71	103.81	122.13	145.85	163.63	181.34	204.70	222.36	240.01	263.34	280.98
5	51.07	78.21	96.17	113.41	135.71	152.43	169.08	191.05	207.66	224.26	246.20	262.80
6	47.68	73.81	91.11	107.71	129.19	145.28	161.32	182.48	198.47	214.46	235.59	251.57
7	44.55	69.66	86.28	102.23	122.87	138.34	153.76	174.09	189.46	204.82	225.12	240.48
8	41.90	66.24	82.36	97.82	117.83	132.83	147.77	167.48	182.38	197.27	216.96	231.84
9	39.28	62.83	78.43	93.39	112.76	127.27	141.72	160.80	175.22	189.63	208.68	223.08
10	37.05	59.74	74.76	89.17	107.82	121.80	135.73	154.10	167.99	181.87	200.22	214.09
11	34.14	56.33	71.02	85.11	103.34	117.01	130.63	148.59	162.17	175.74	193.68	207.25
12	33.81	54.62	68.40	81.61	98.72	111.54	124.31	141.16	153.89	166.62	183.45	196.17
13	32.42	52.48	65.76	78.50	95.00	107.35	119.67	135.91	148.19	160.47	176.69	188.96
14	31.22	50.56	63.36	75.64	91.54	103.46	115.33	130.99	142.82	154.66	170.29	182.12
15	30.17	48.83	61.19	73.04	88.38	99.88	111.33	126.44	137.87	149.28	164.37	175.79

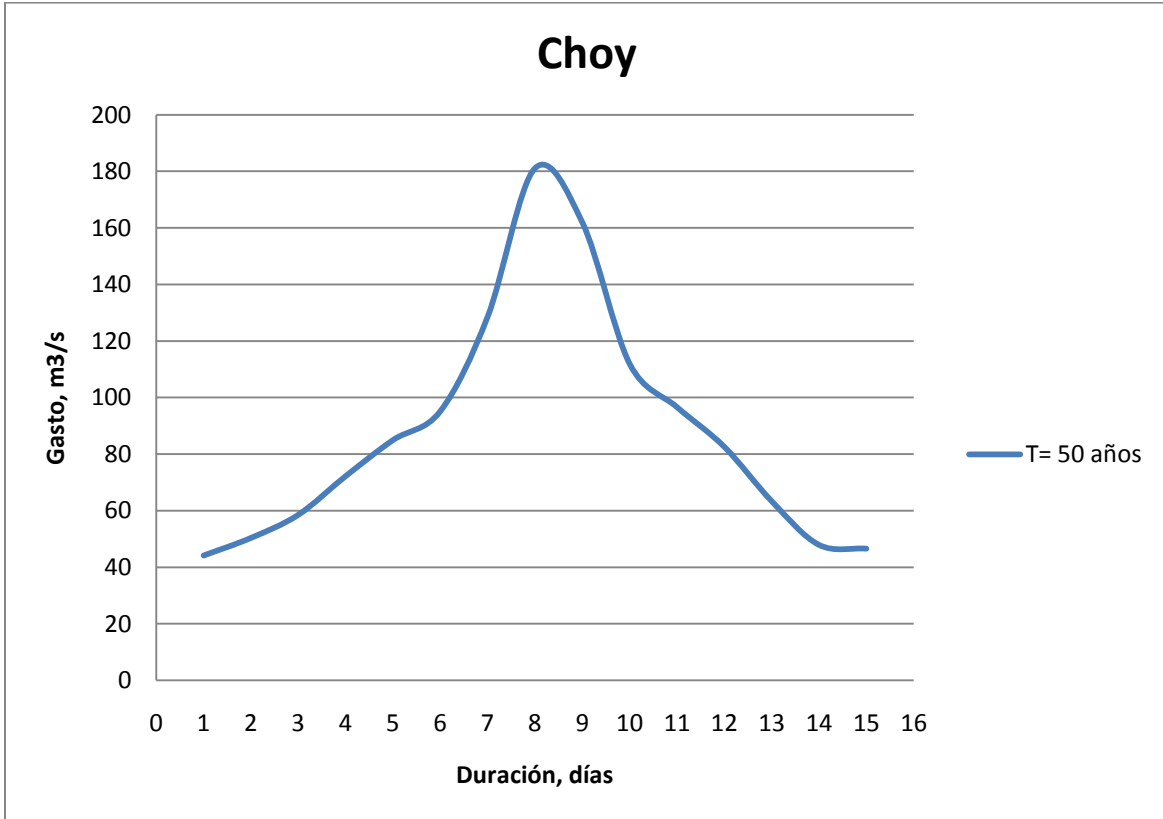




## **Avenidas de diseño, muestra original**

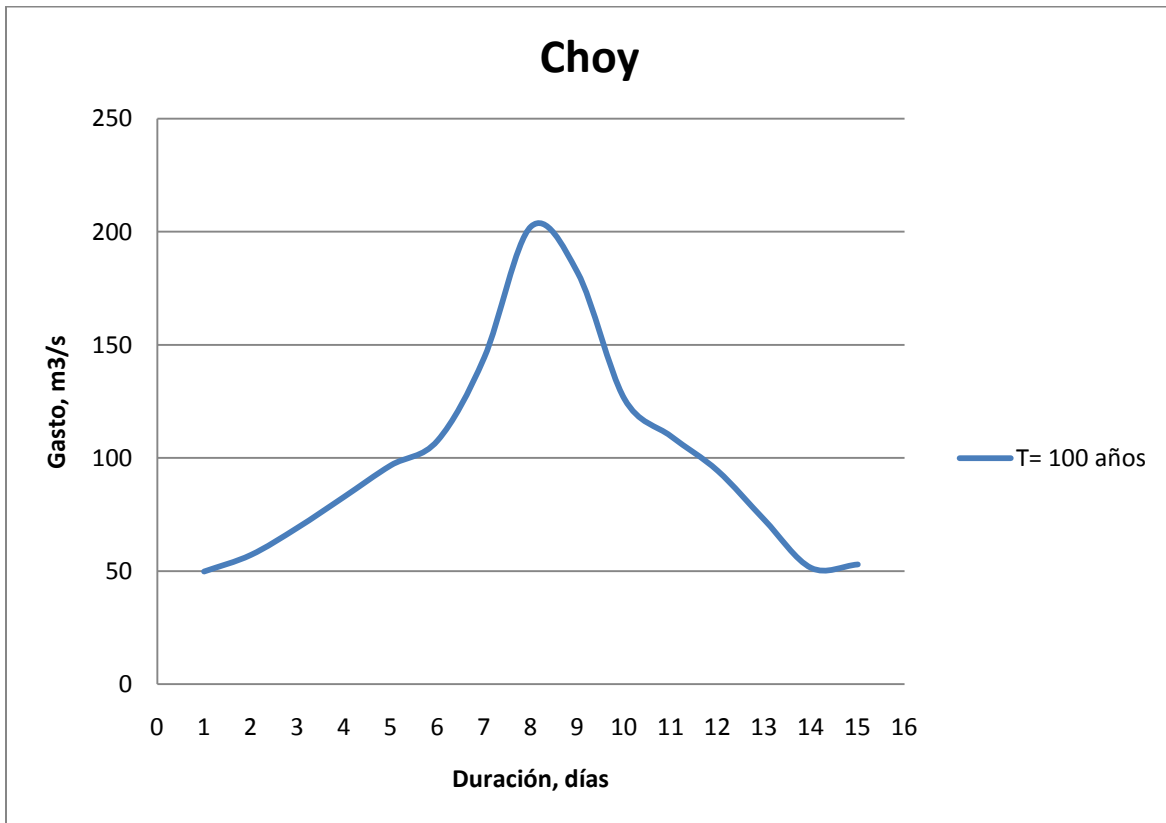
# 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	181.05	181.05	44.14
2	171.47	161.89	50.36
3	157.17	128.57	58.54
4	145.85	111.89	72.20
5	135.71	95.15	84.95
6	129.19	96.59	95.15
7	122.87	84.95	128.57
8	117.83	82.55	181.05
9	112.76	72.20	161.89
10	107.82	63.36	111.89
11	103.34	58.54	96.59
12	98.72	47.90	82.55
13	95.00	50.36	63.36
14	91.54	46.56	47.90
15	88.38	44.14	46.56



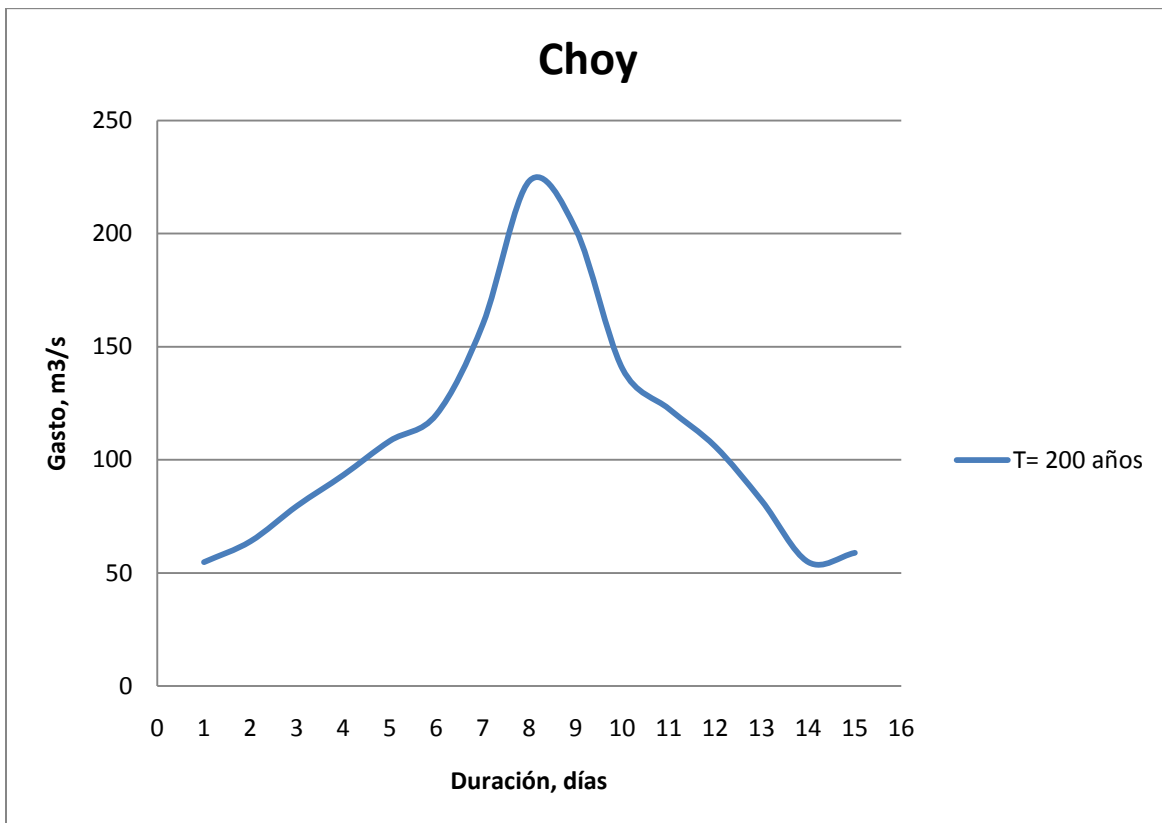
# 100 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	202.21	202.21	49.76
2	192.03	181.85	57.07
3	176.13	144.33	69.11
4	163.63	126.13	82.79
5	152.43	107.63	96.70
6	145.28	109.53	107.63
7	138.34	96.70	144.33
8	132.83	94.26	202.21
9	127.27	82.79	181.85
10	121.80	72.57	126.13
11	117.01	69.11	109.53
12	111.54	51.37	94.26
13	107.35	57.07	72.57
14	103.46	52.89	51.37
15	99.88	49.76	52.89



## 200 años

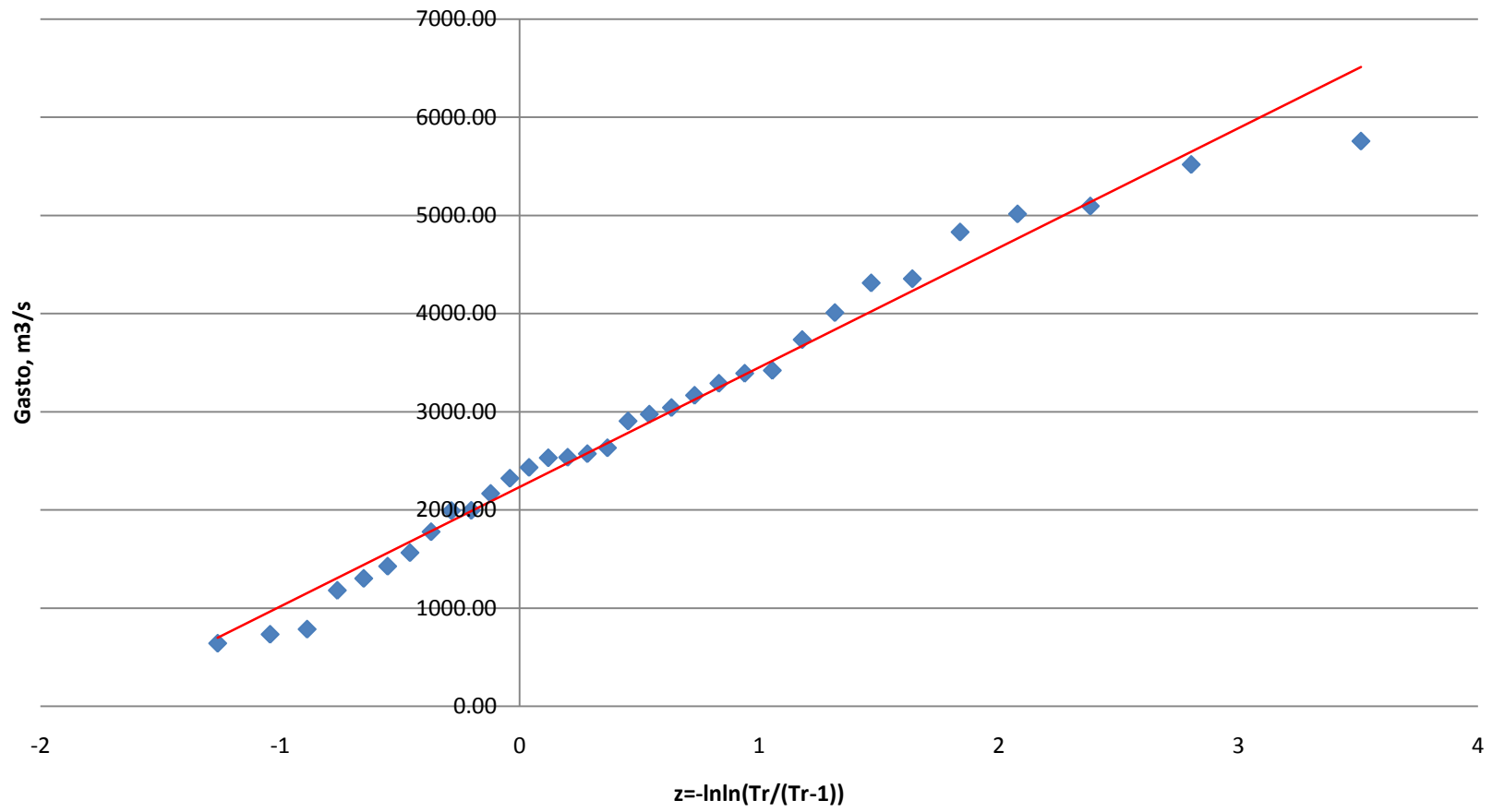
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	223.29	223.29	54.79
2	212.51	201.73	63.99
3	195.02	160.04	79.63
4	181.34	140.30	93.32
5	169.08	120.04	108.40
6	161.32	122.52	120.04
7	153.76	108.40	160.04
8	147.77	105.84	223.29
9	141.72	93.32	201.73
10	135.73	81.82	140.30
11	130.63	79.63	122.52
12	124.31	54.79	105.84
13	119.67	63.99	81.82
14	115.33	58.91	54.79
15	111.33	55.33	58.91

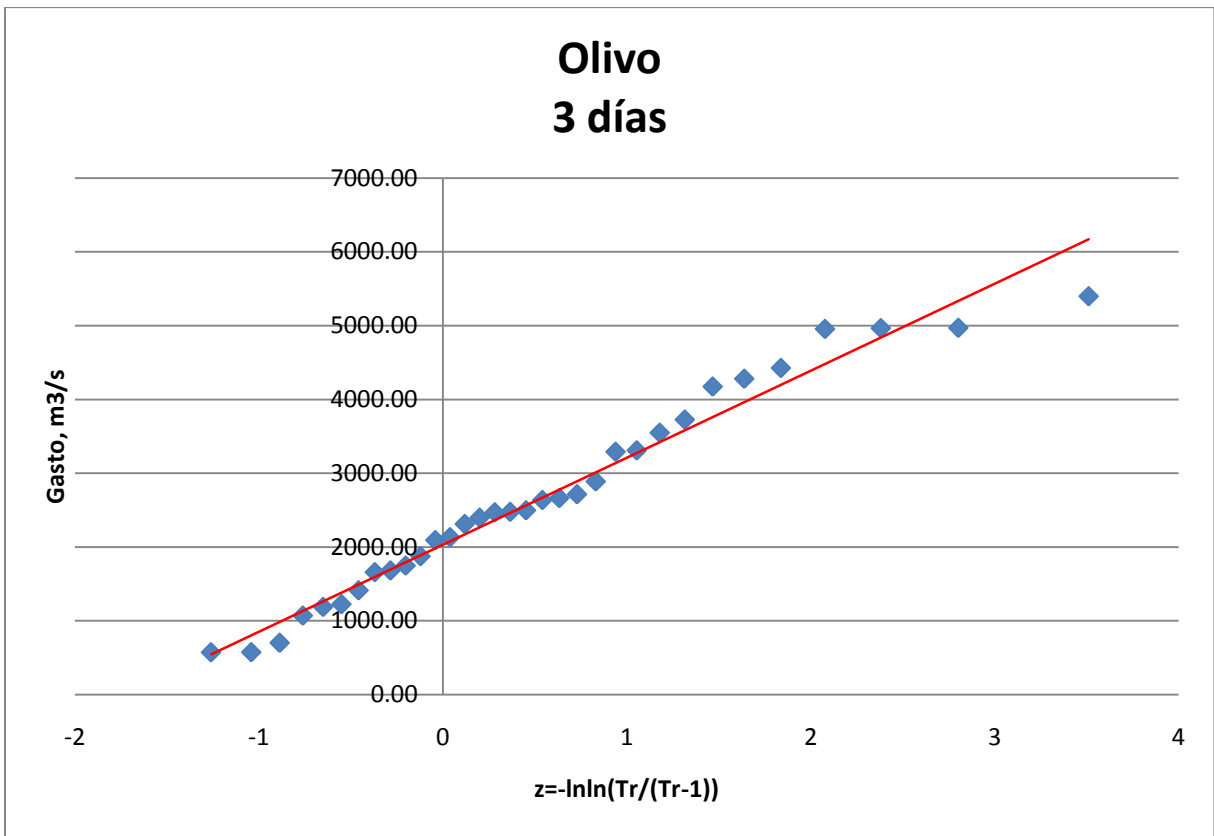
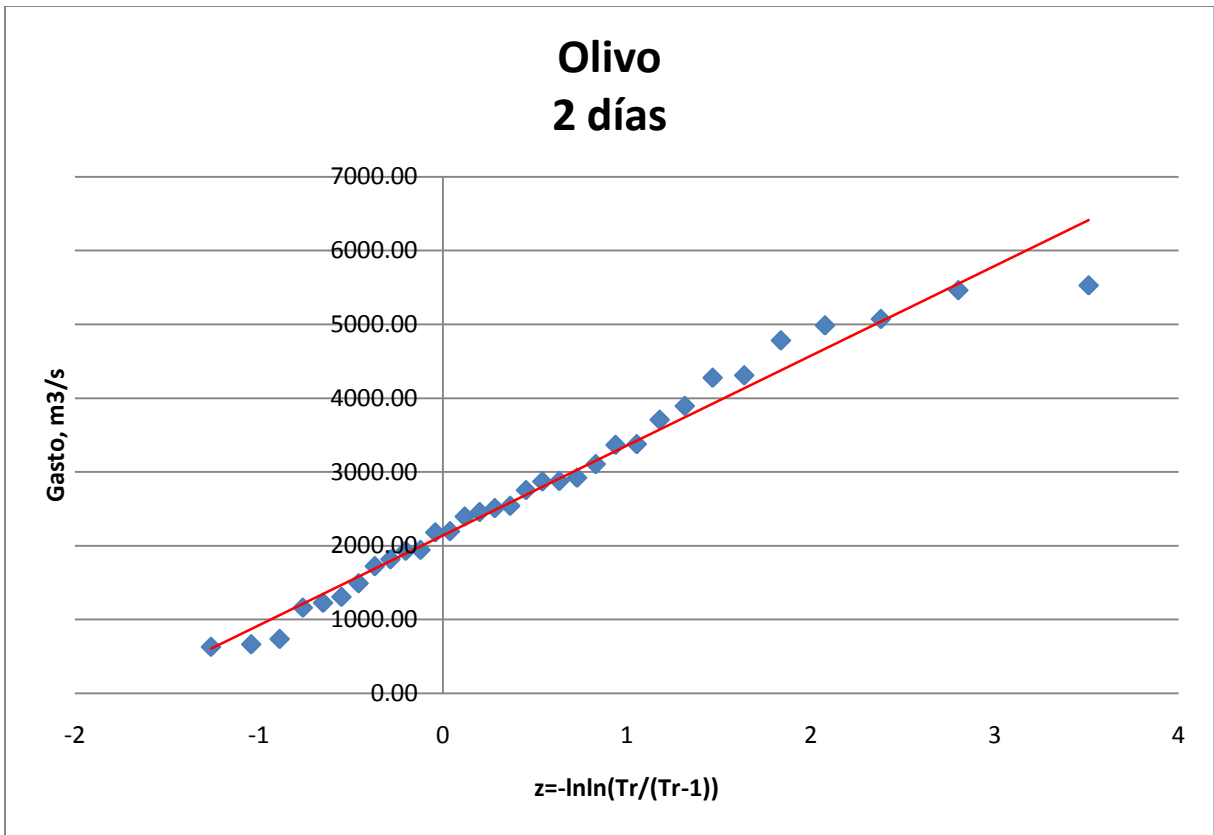


# **Anexo D. Estación Hidrométrica**

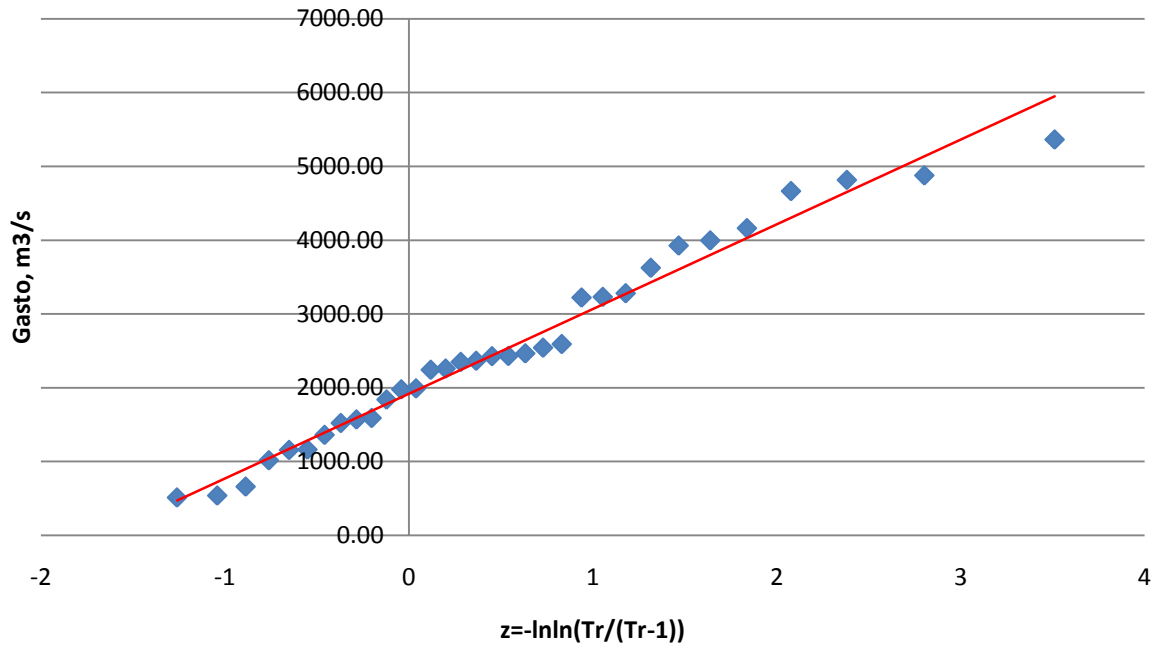
## **El Olivo**

# Olivo 1 día

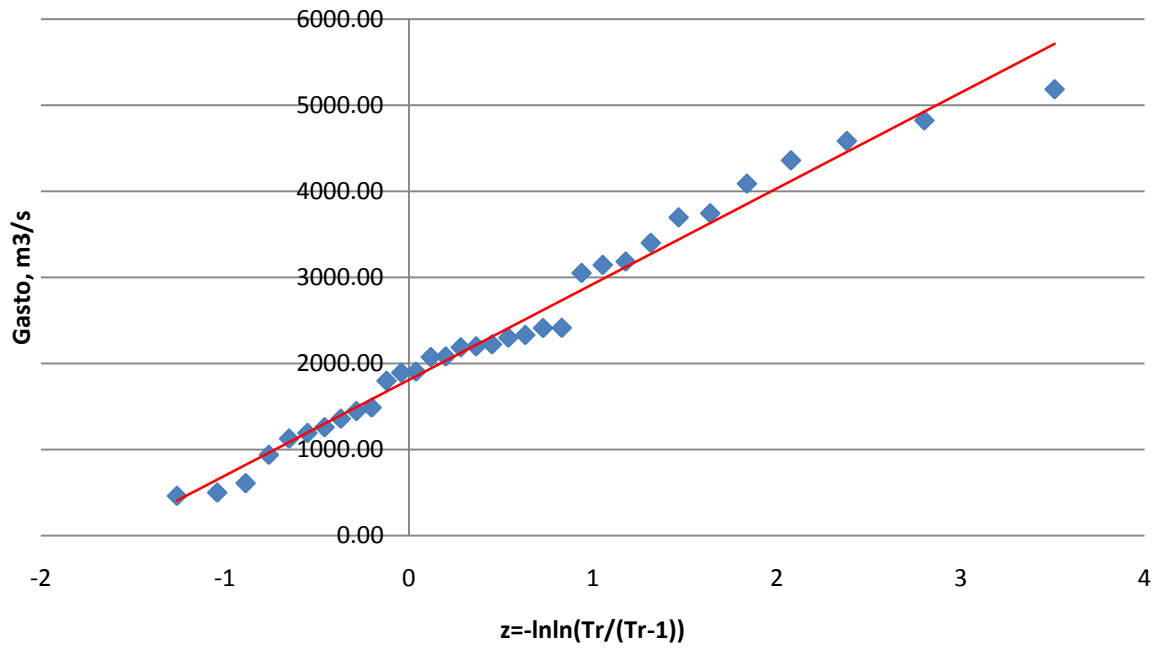




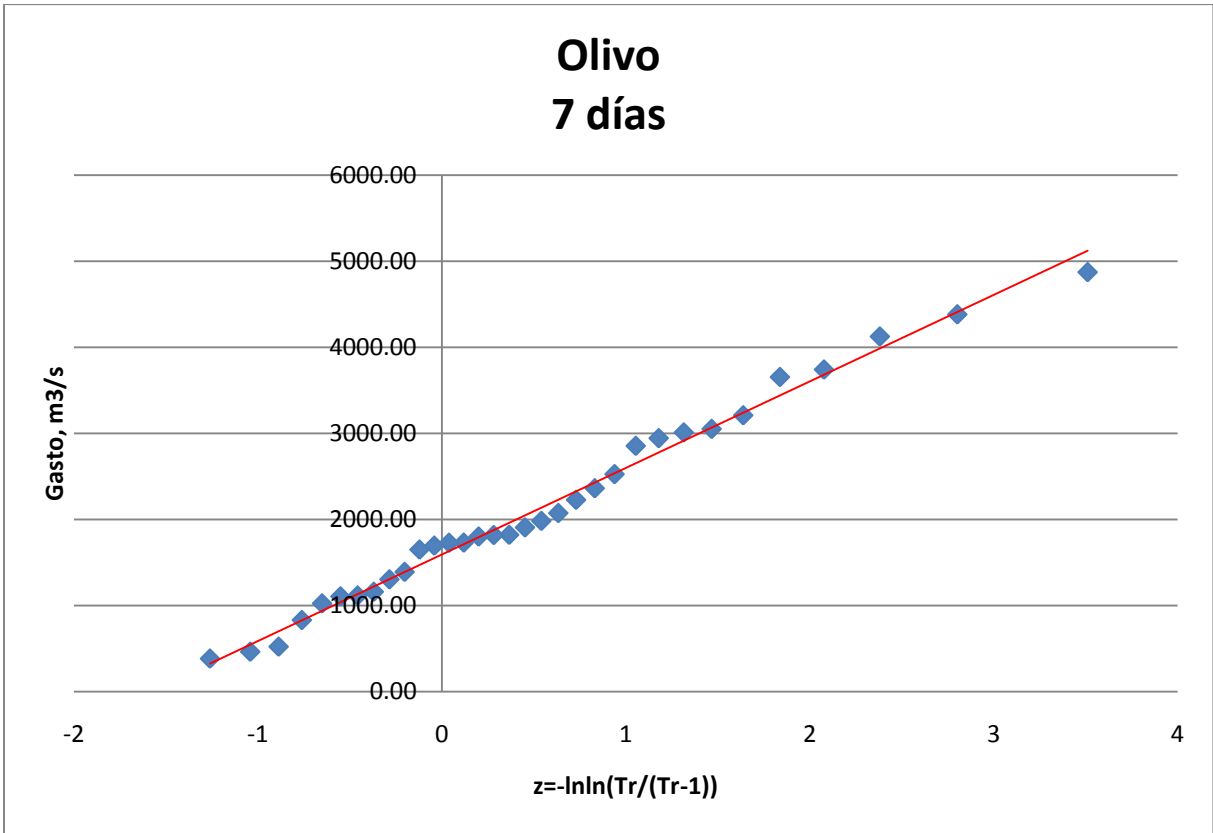
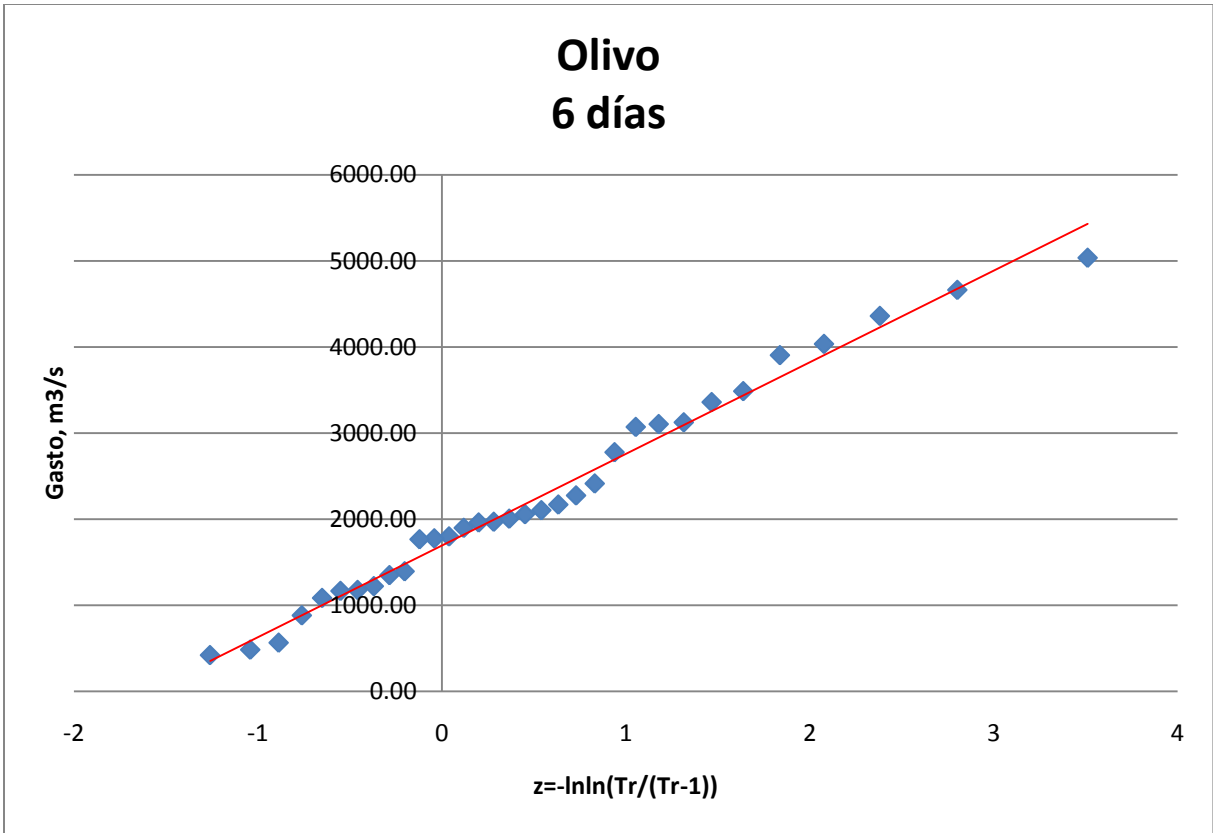
### Olivo 4 días



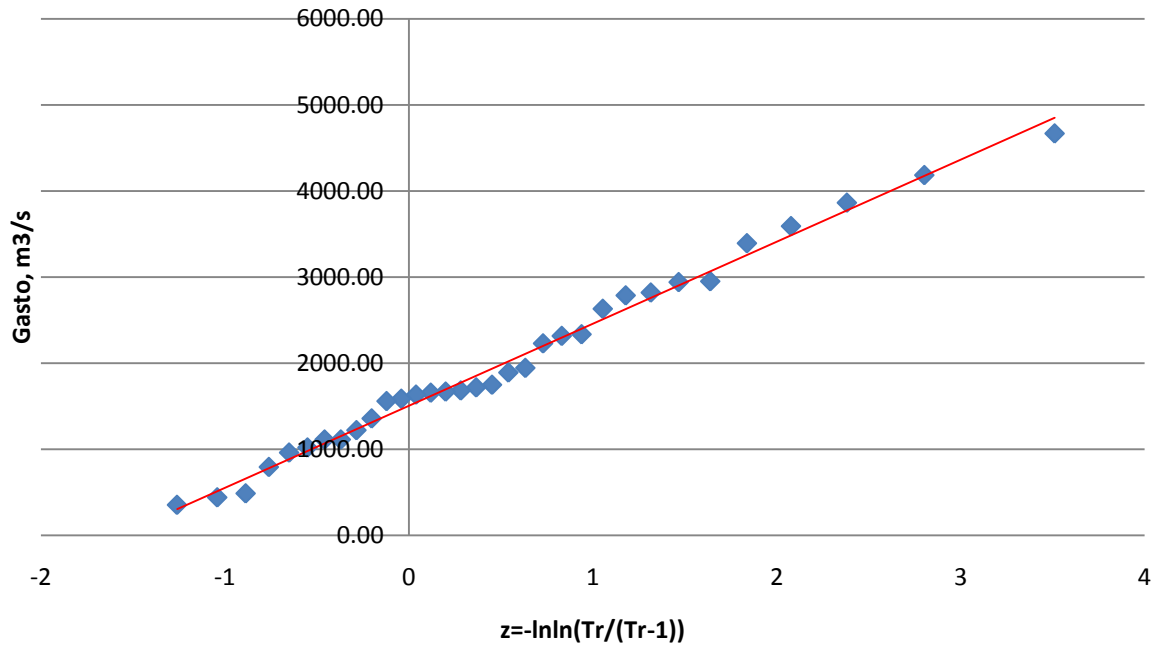
### Olivo 5 días



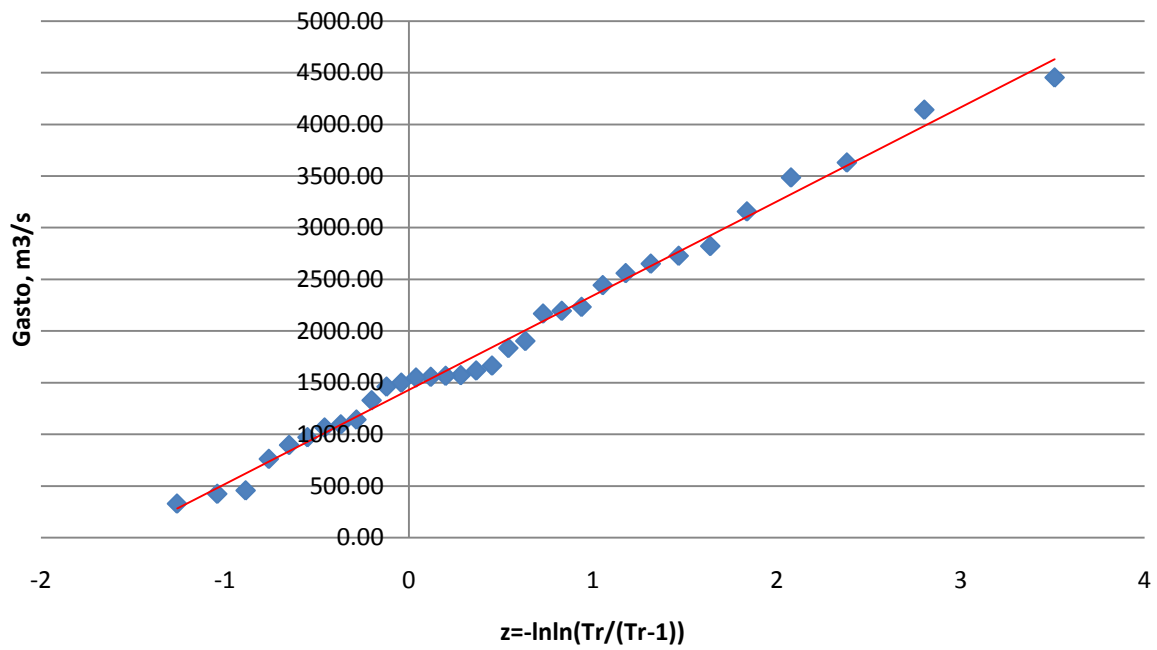




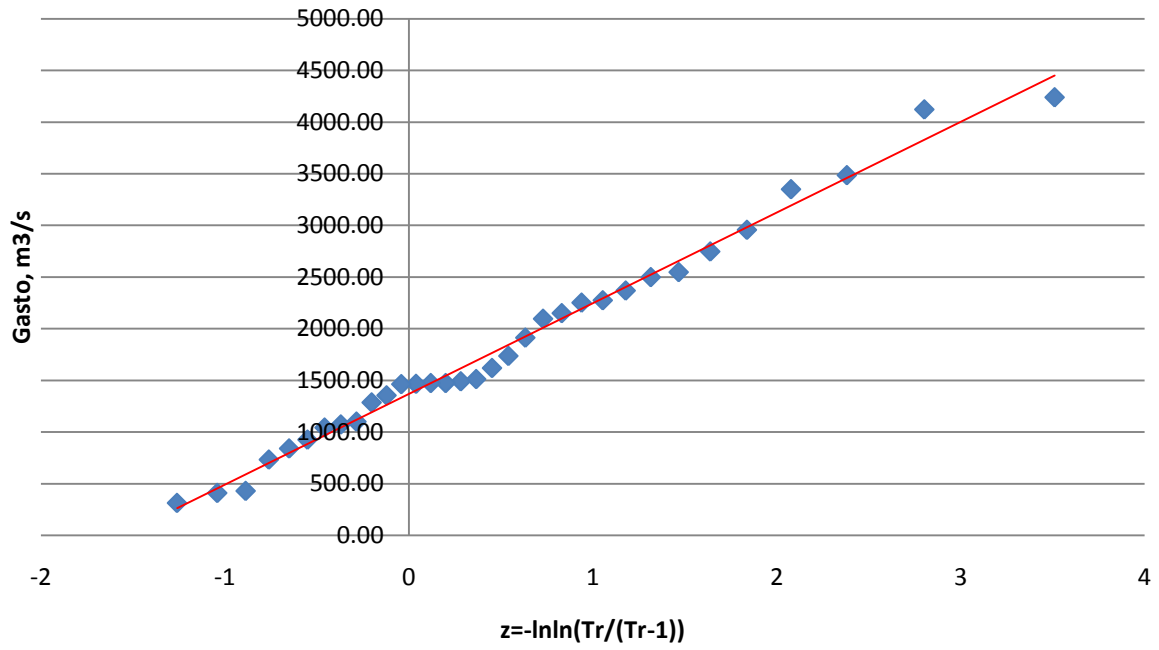
## Olivo 8 días



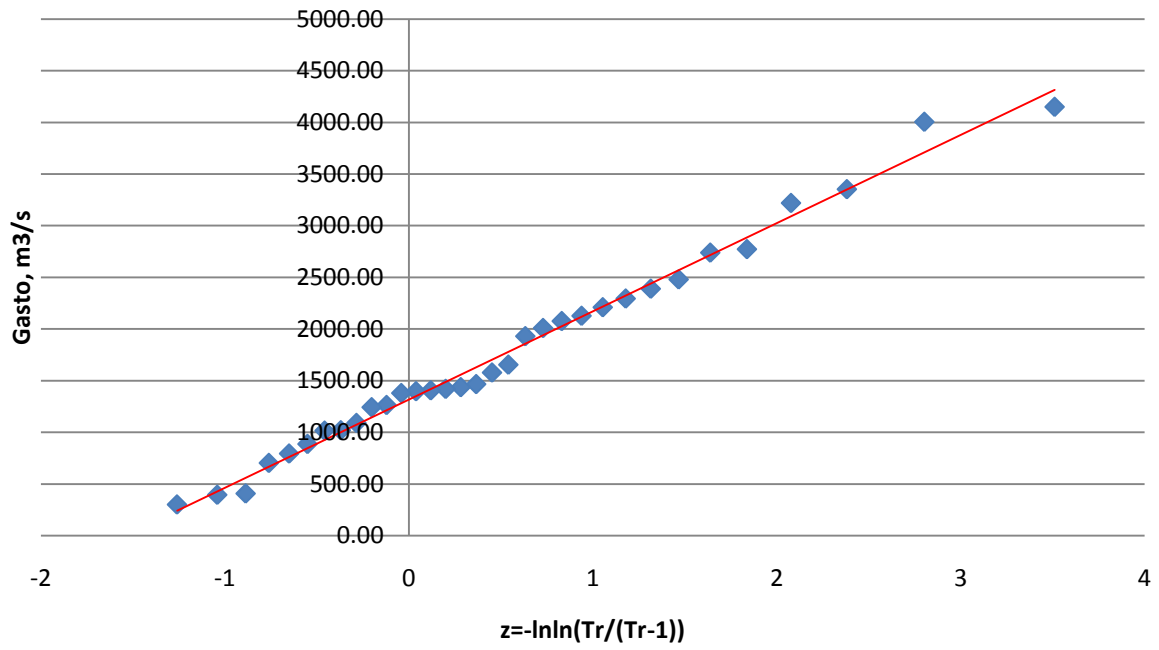
## Olivo 9 días



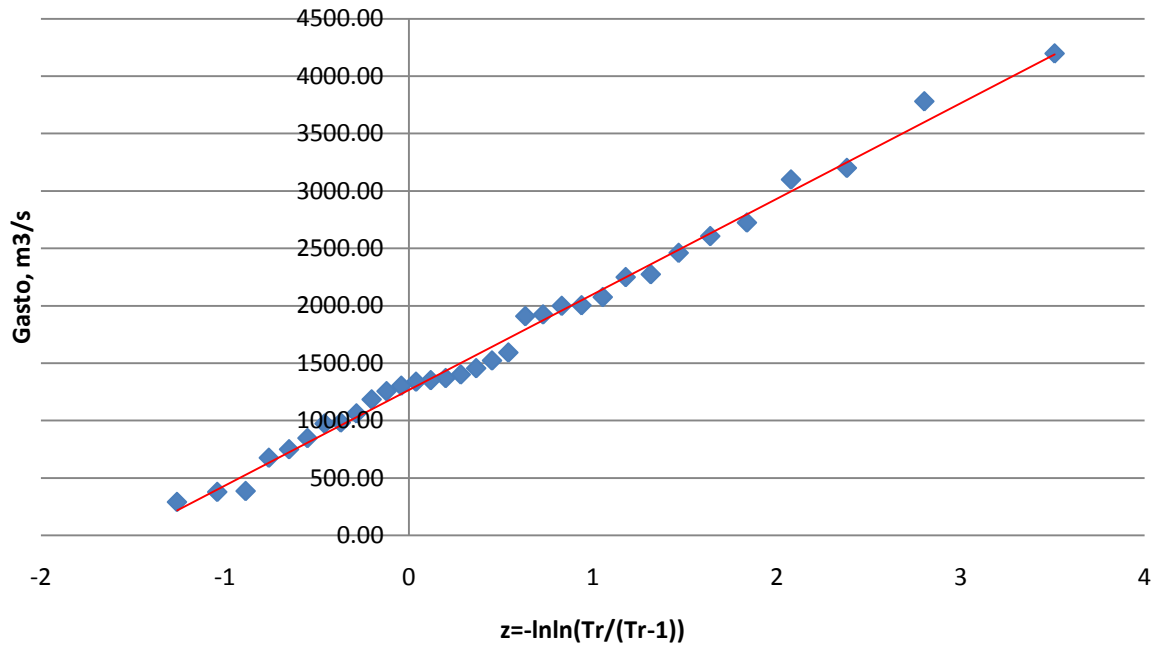
### Olivo 10 días



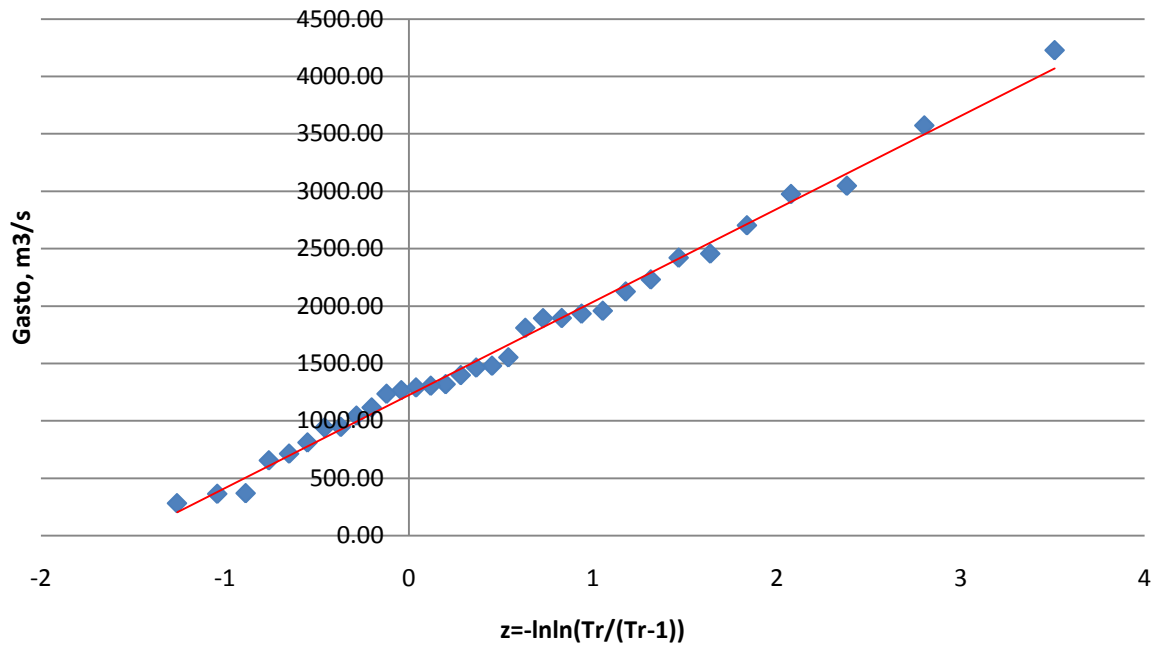
### Olivo 11 días



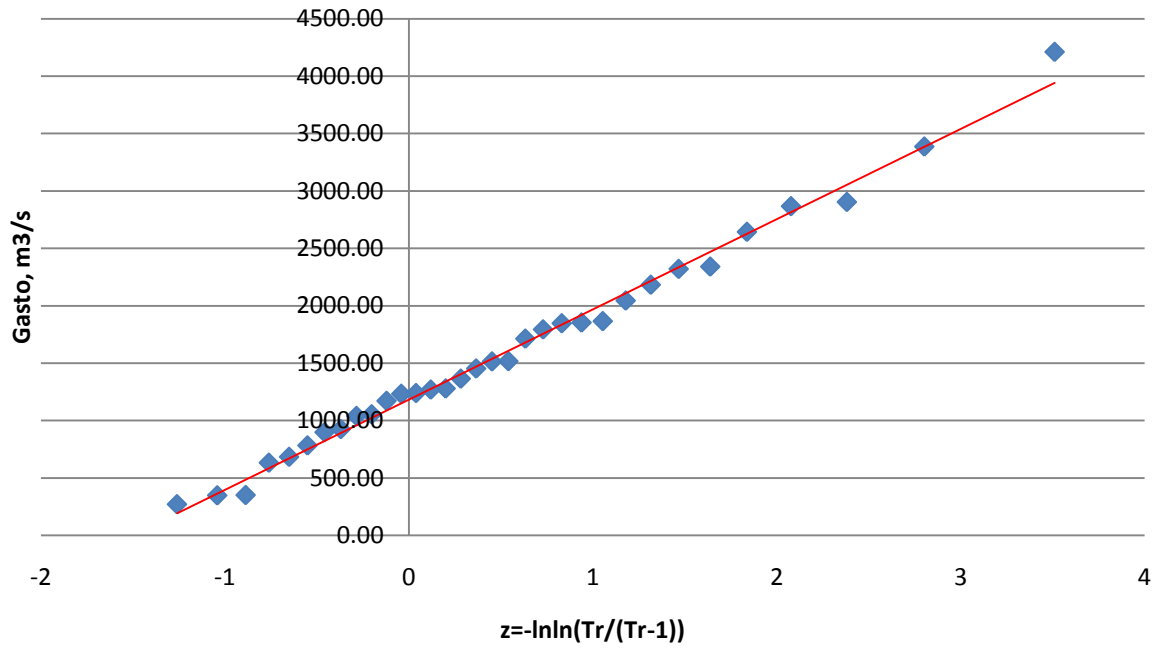
### Olivo 12 días



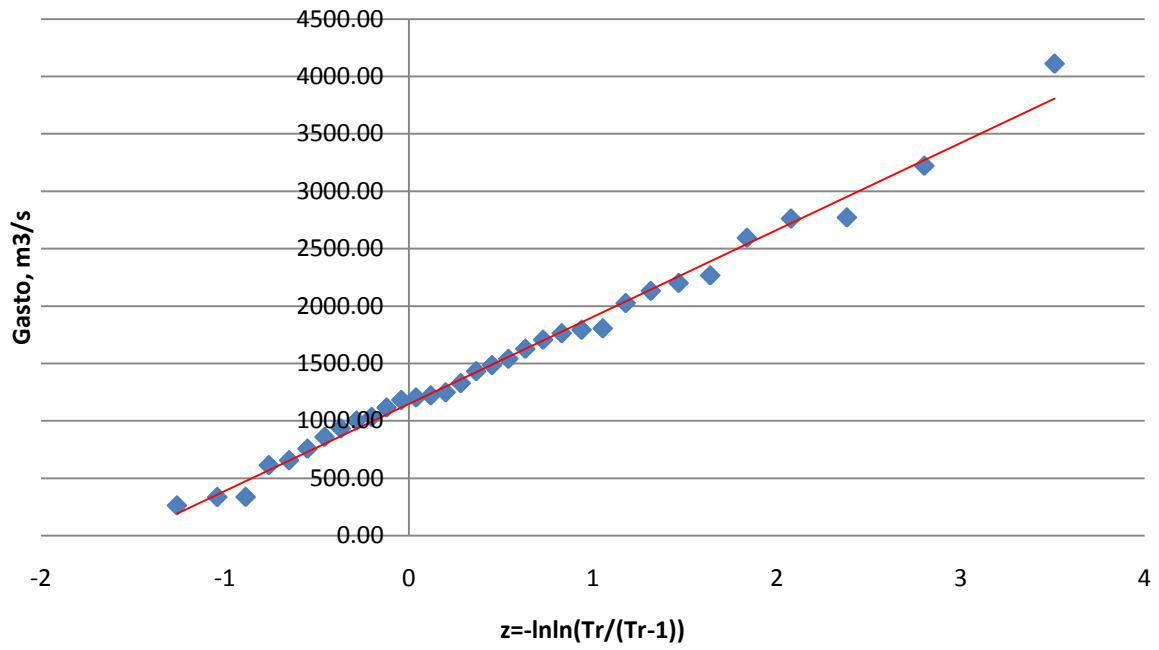
### Olivo 13 días



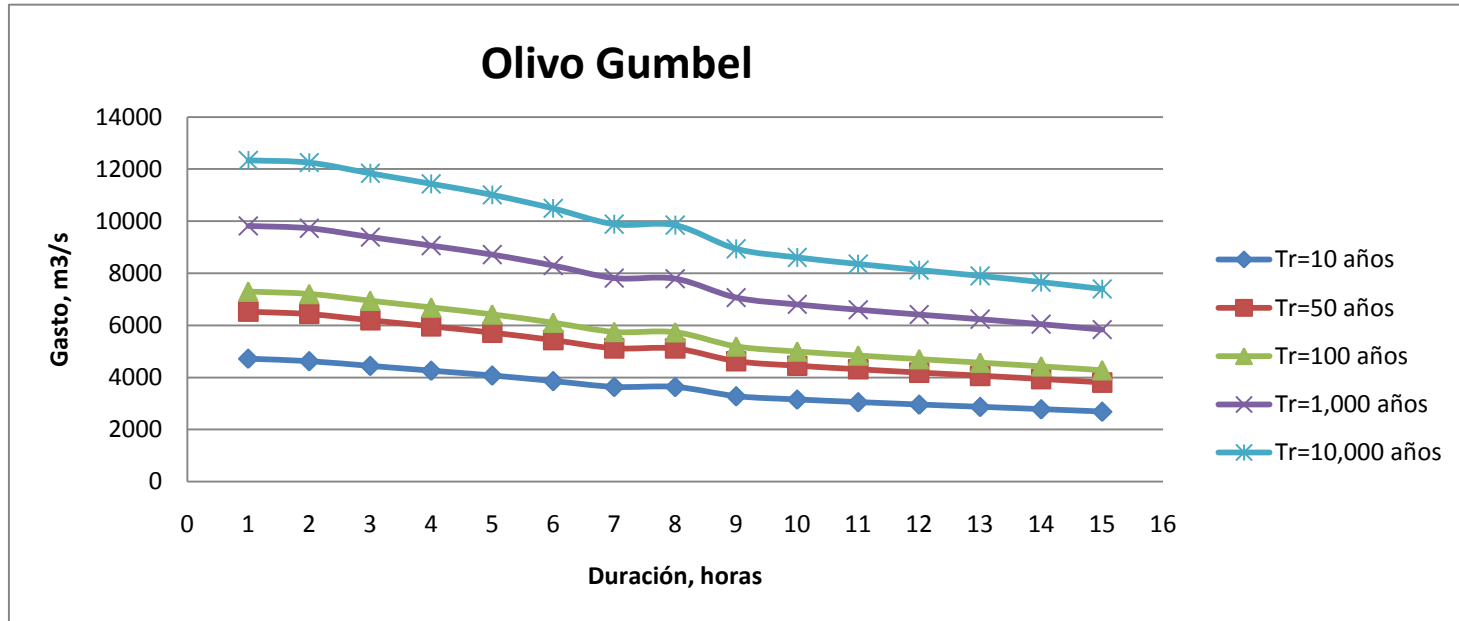
### Olivo 14 días



### Olivo 15 días



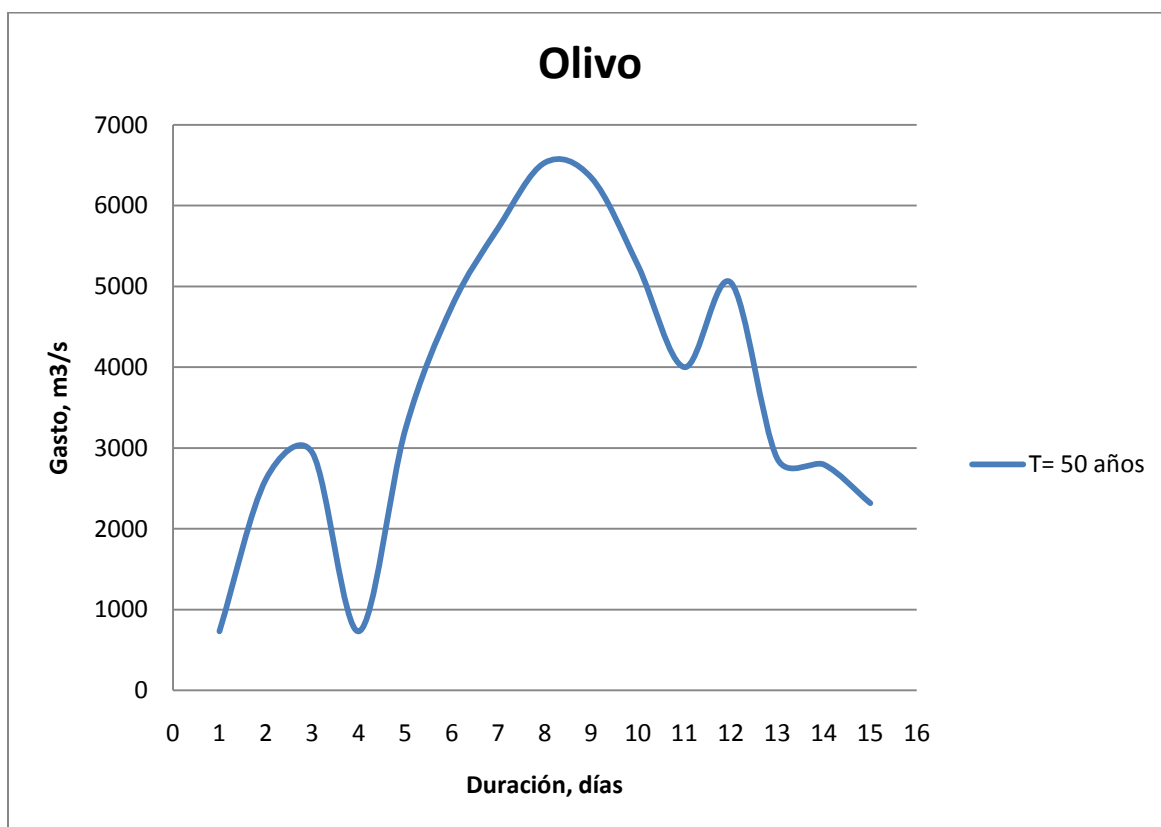
Duración		Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años										
días	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2660.37	3900.87	4722.18	5510.01	6529.76	7293.93	8055.31	9059.80	9818.97	10577.87	11580.88	12339.56
2	2564.20	3805.53	4627.39	5415.75	6436.19	7200.87	7962.76	8967.92	9727.60	10487.01	11490.70	12249.88
3	2443.02	3647.25	4444.55	5209.35	6199.29	6941.12	7680.24	8655.36	9392.34	10129.05	11102.74	11839.24
4	2320.32	3488.59	4262.08	5004.04	5964.42	6684.10	7401.14	8347.15	9062.12	9776.83	10721.45	11435.95
5	2198.66	3328.22	4076.09	4793.46	5722.03	6417.86	7111.15	8025.82	8717.10	9408.14	10321.45	11012.29
6	2067.20	3146.87	3861.70	4547.39	5434.94	6100.04	6762.71	7636.98	8297.72	8958.24	9831.21	10491.53
7	1946.36	2963.86	3637.54	4283.74	5120.18	5746.98	6371.49	7195.42	7818.12	8440.60	9263.30	9885.60
8	1955.75	2967.26	3636.98	4279.38	5110.91	5734.02	6354.86	7173.94	7792.98	8411.80	9229.67	9848.31
9	1749.09	2670.86	3281.16	3866.57	4624.32	5192.15	5757.91	6504.32	7068.44	7632.35	8377.66	8941.42
10	1676.92	2565.48	3153.78	3718.10	4448.55	4995.92	5541.29	6260.80	6804.59	7348.19	8066.64	8610.08
11	1615.90	2480.03	3052.16	3600.97	4311.34	4843.66	5374.04	6073.78	6602.62	7131.28	7829.98	8358.48
12	1559.62	2401.28	2958.53	3493.07	4184.96	4703.44	5220.02	5901.56	6416.65	6931.56	7612.09	8126.84
13	1508.06	2327.49	2870.02	3390.43	4064.05	4568.83	5071.77	5735.30	6236.79	6738.09	7400.65	7901.80
14	1459.36	2254.39	2780.77	3285.68	3939.24	4428.99	4916.95	5560.73	6047.28	6533.65	7176.48	7662.71
15	1412.54	2179.90	2687.96	3175.31	3806.12	4278.81	4749.81	5371.19	5840.80	6310.25	6930.71	7400.02



## **Avenidas de diseño, muestra original**

## 50 años

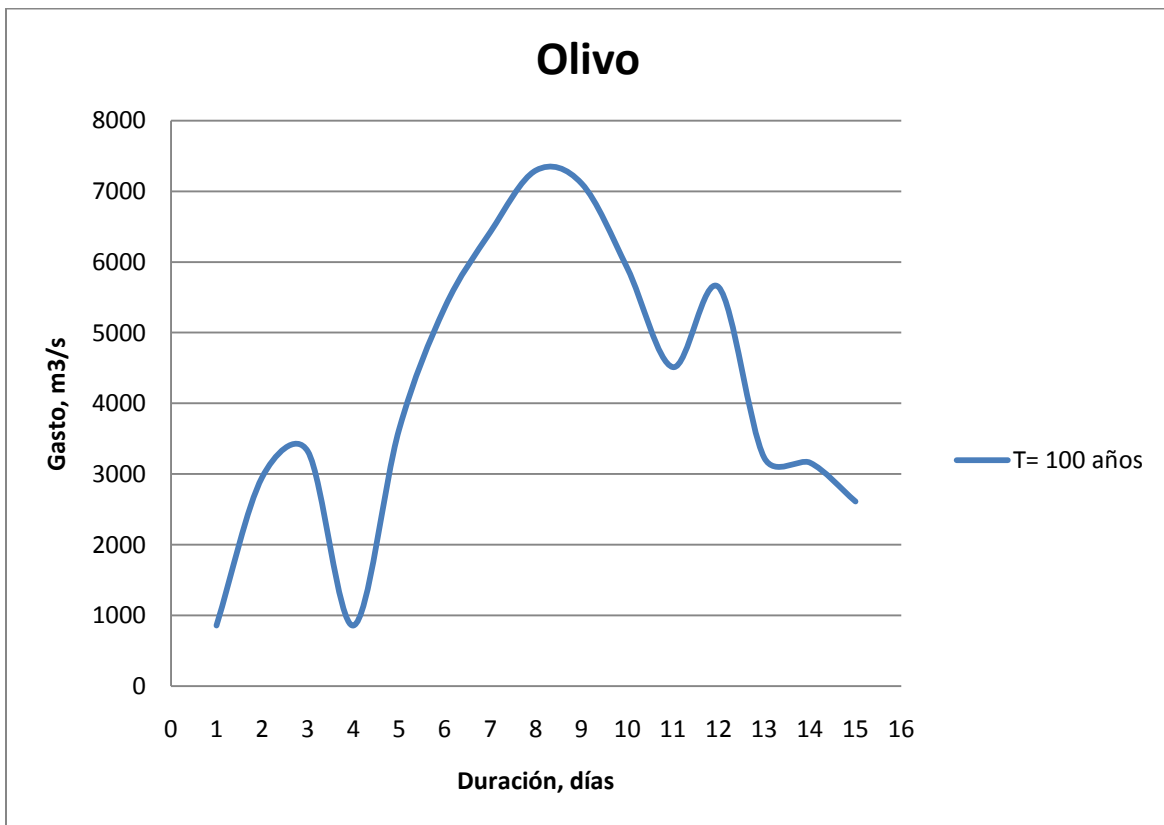
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	6529.76	6529.76	731.60
2	6436.19	6342.62	2613.13
3	6199.29	5725.49	2939.24
4	5964.42	5259.81	731.60
5	5722.03	4752.47	3231.62
6	5434.94	3999.49	4752.47
7	5120.18	3231.62	5725.49
8	5110.91	5046.02	6529.76
9	4624.32	731.60	6342.62
10	4448.55	2866.62	5259.81
11	4311.34	2939.24	3999.49
12	4184.96	2794.78	5046.02
13	4064.05	2613.13	2866.62
14	3939.24	2316.71	2794.78
15	3806.12	1942.44	2316.71





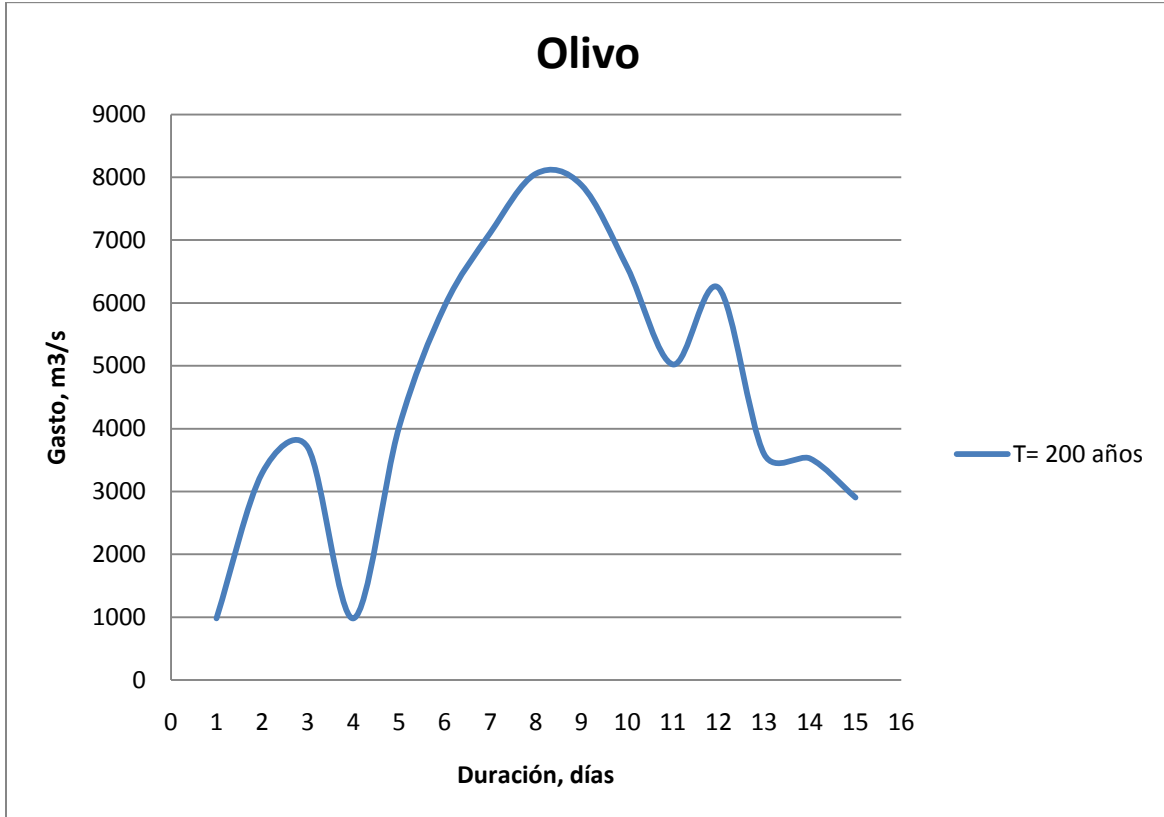
# 100 años

Tiempo, días	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	7293.93	7293.93	857.19
2	7200.87	7107.81	2953.51
3	6941.12	6421.62	3321.06
4	6684.10	5913.04	857.19
5	6417.86	5352.90	3628.62
6	6100.04	4510.94	5352.90
7	5746.98	3628.62	6421.62
8	5734.02	5643.30	7293.93
9	5192.15	857.19	7107.81
10	4995.92	3229.85	5913.04
11	4843.66	3321.06	4510.94
12	4703.44	3161.02	5643.30
13	4568.83	2953.51	3229.85
14	4428.99	2611.07	3161.02
15	4278.81	2176.29	2611.07



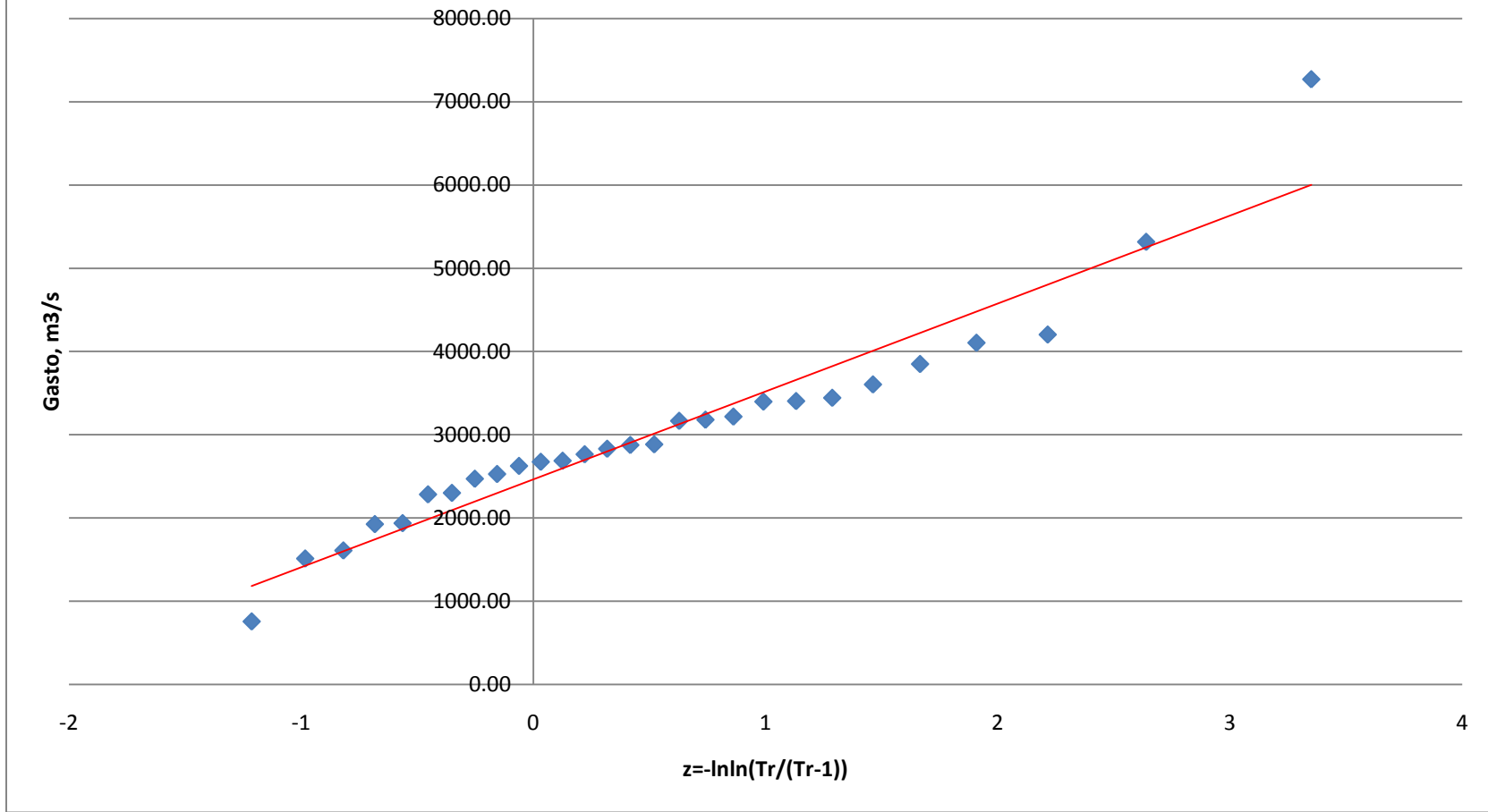
## 200 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	8055.31	8055.31	982.31
2	7962.76	7870.21	3292.77
3	7680.24	7115.20	3701.54
4	7401.14	6563.84	982.31
5	7111.15	5951.19	4024.17
6	6762.71	5020.51	5951.19
7	6371.49	4024.17	7115.20
8	6354.86	6238.45	8055.31
9	5757.91	982.31	7870.21
10	5541.29	3591.71	6563.84
11	5374.04	3701.54	5020.51
12	5220.02	3525.80	6238.45
13	5071.77	3292.77	3591.71
14	4916.95	2904.29	3525.80
15	4749.81	2409.85	2904.29

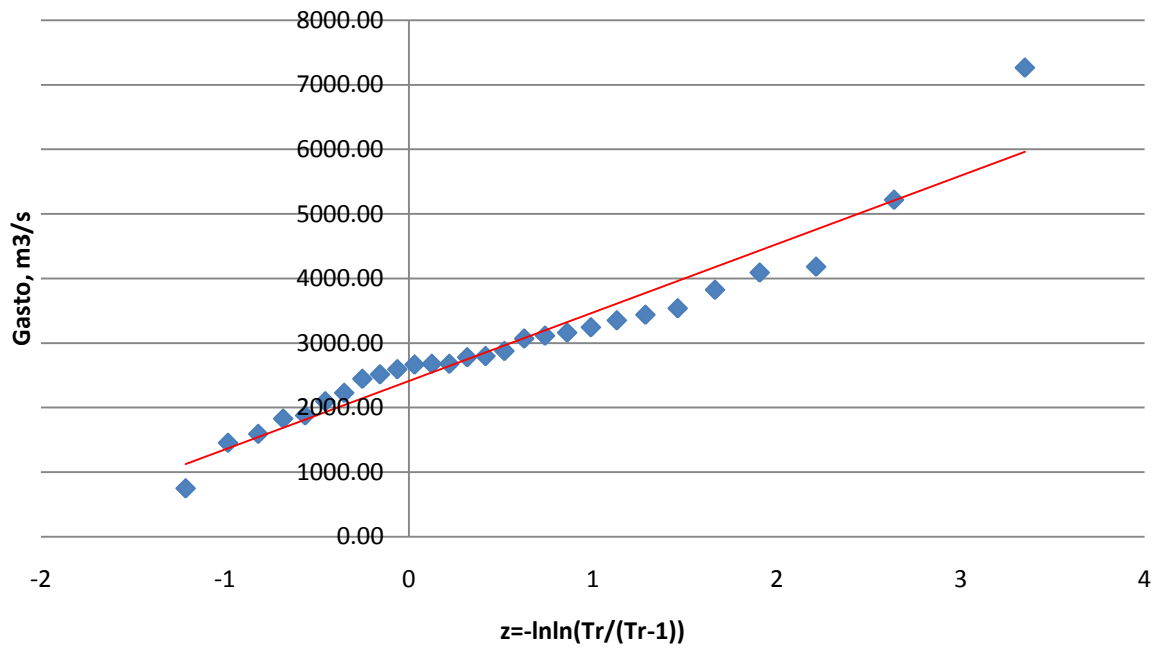


# **Anexo E. Estación Hidrométrica Pánuco**

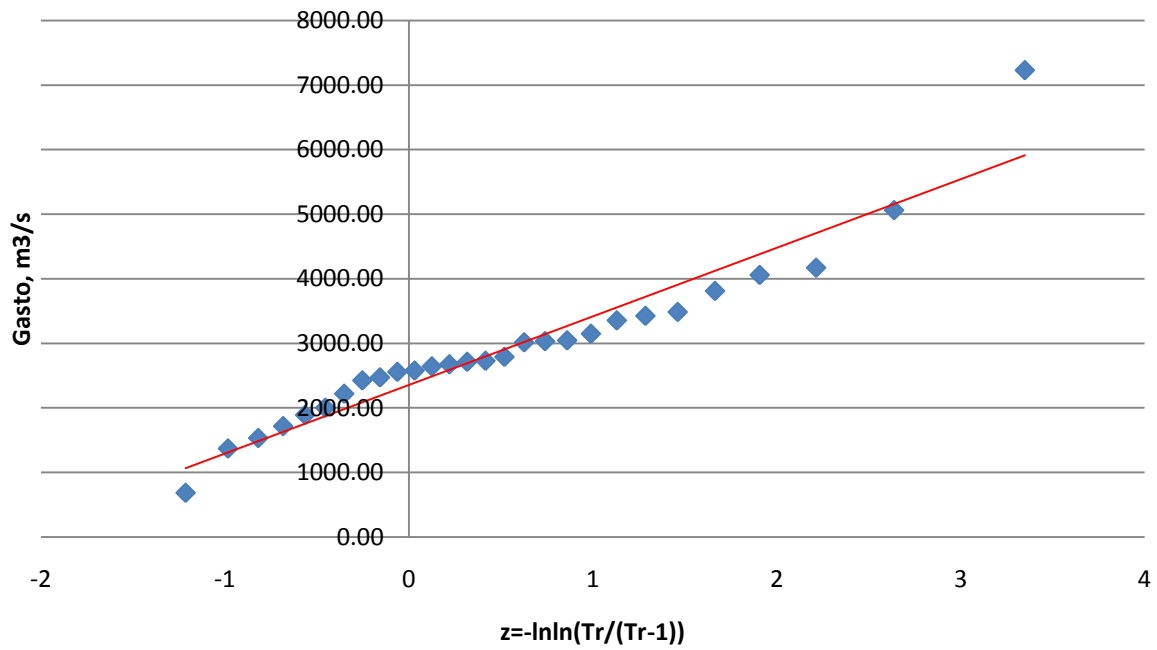
# Pánuco 1 día



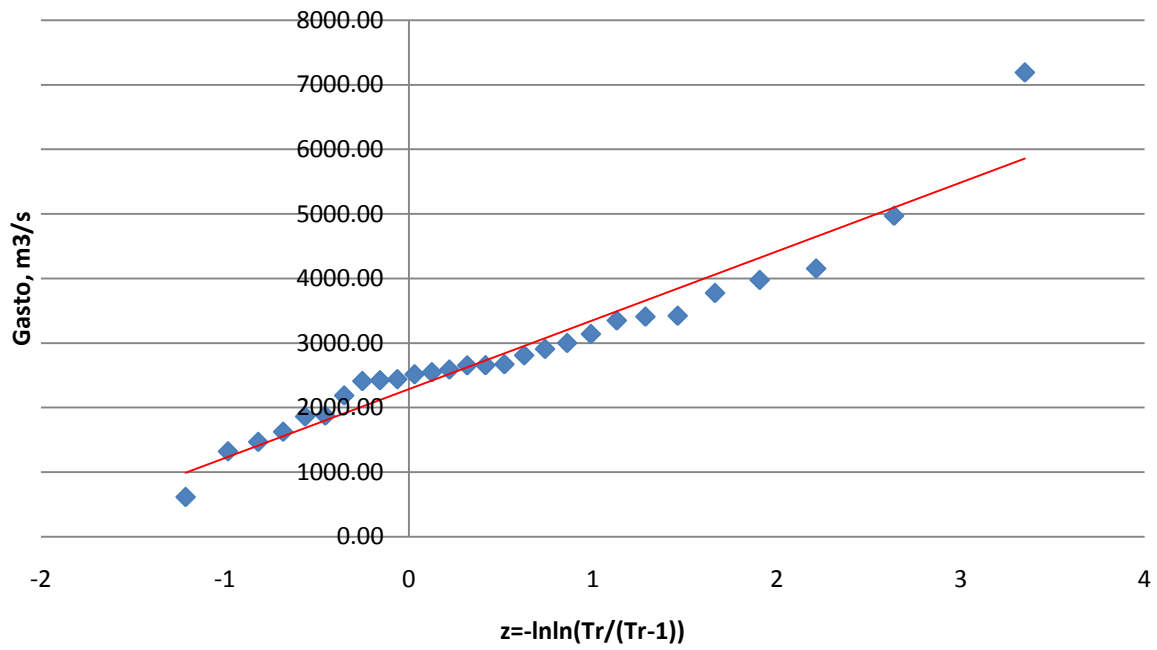
### Pánuco 2 días



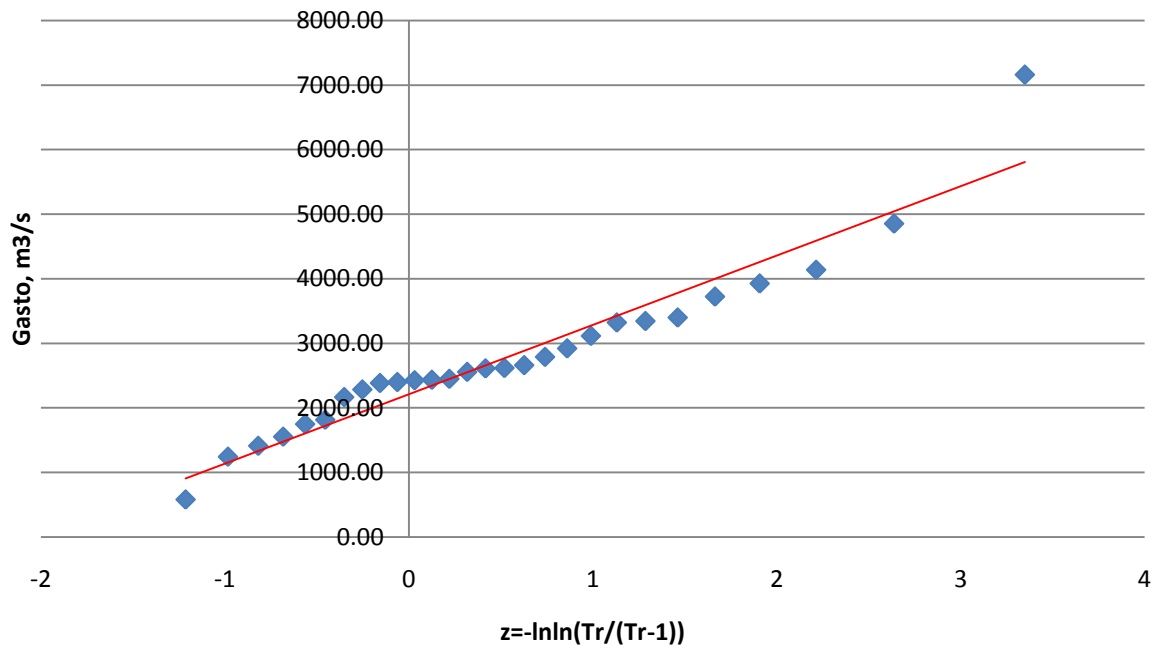
### Pánuco 3 días



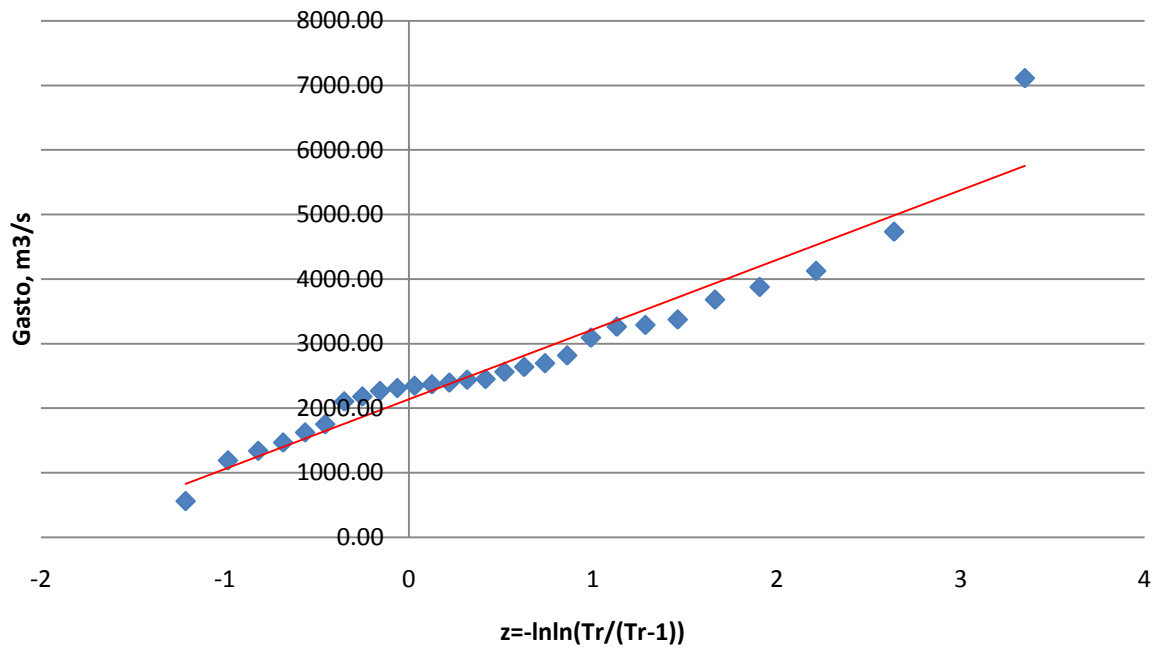
### Pánuco 4 días



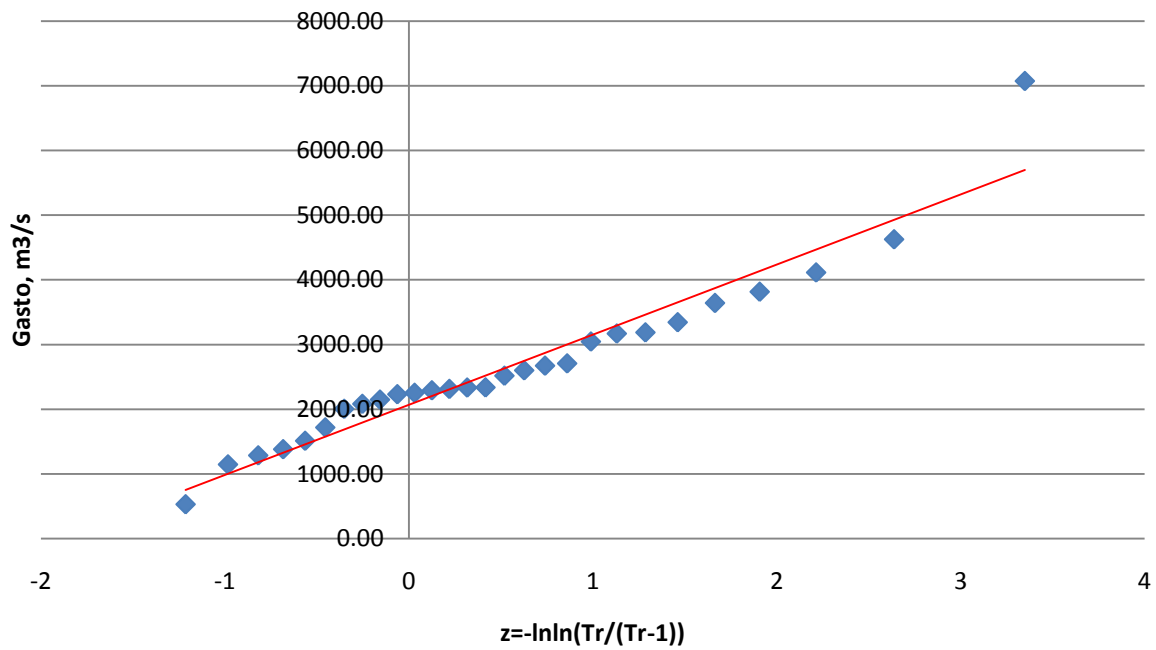
### Pánuco 5 días



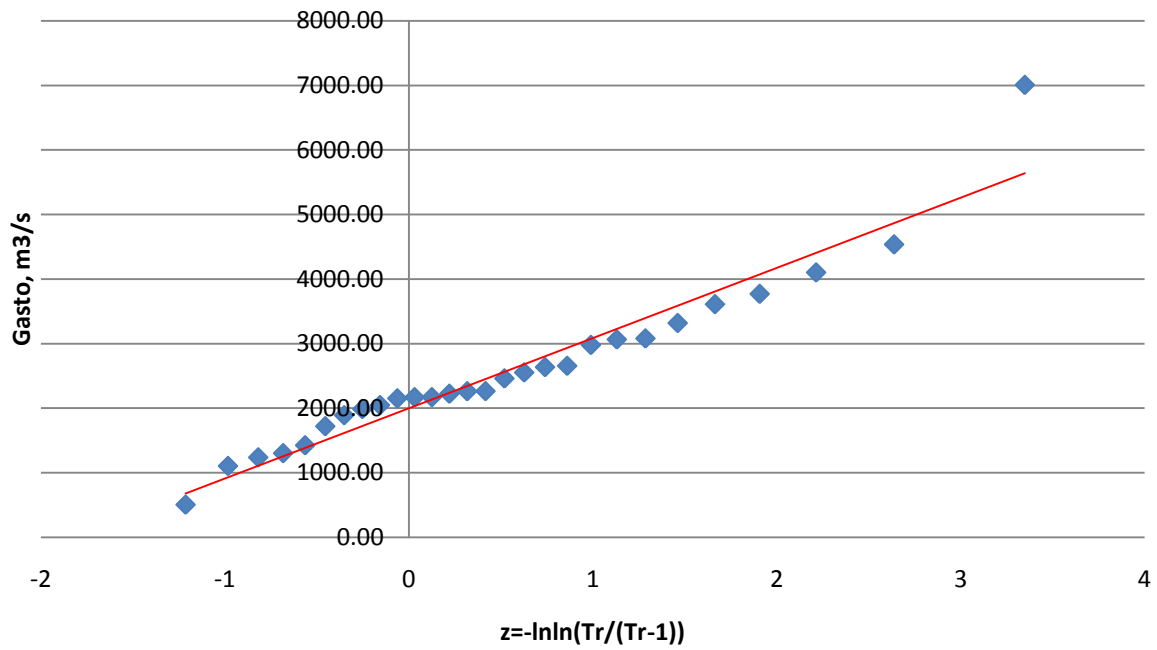
## Pánuco 6 días



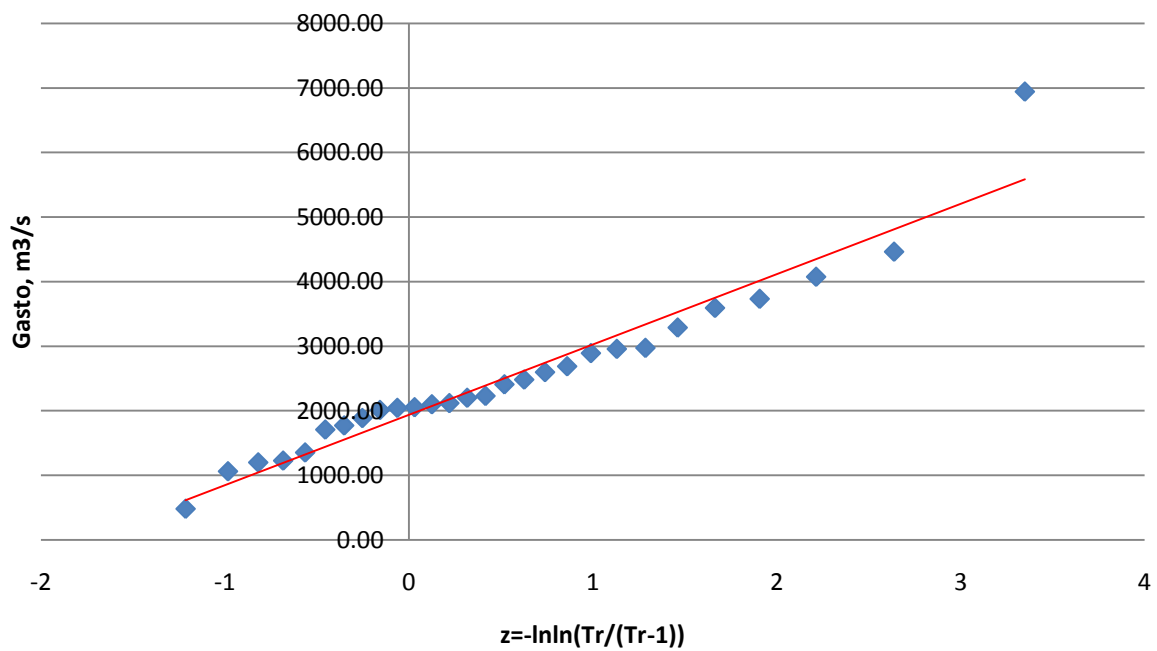
## Pánuco 7 días



## Pánuco 8 días

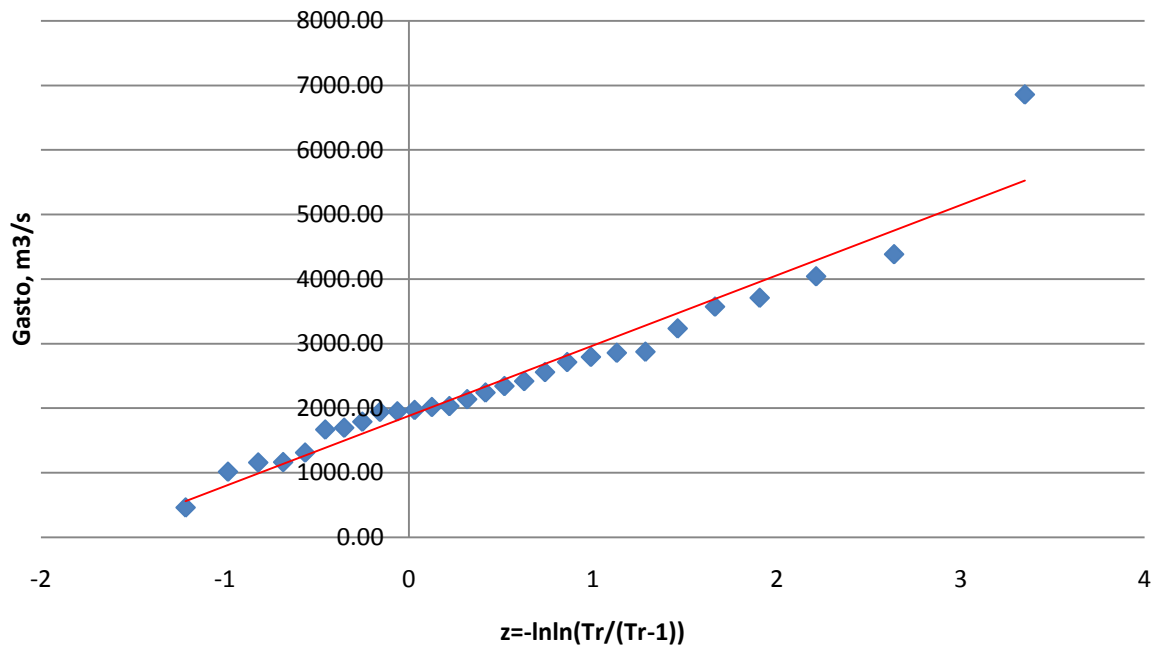


## Pánuco 9 días

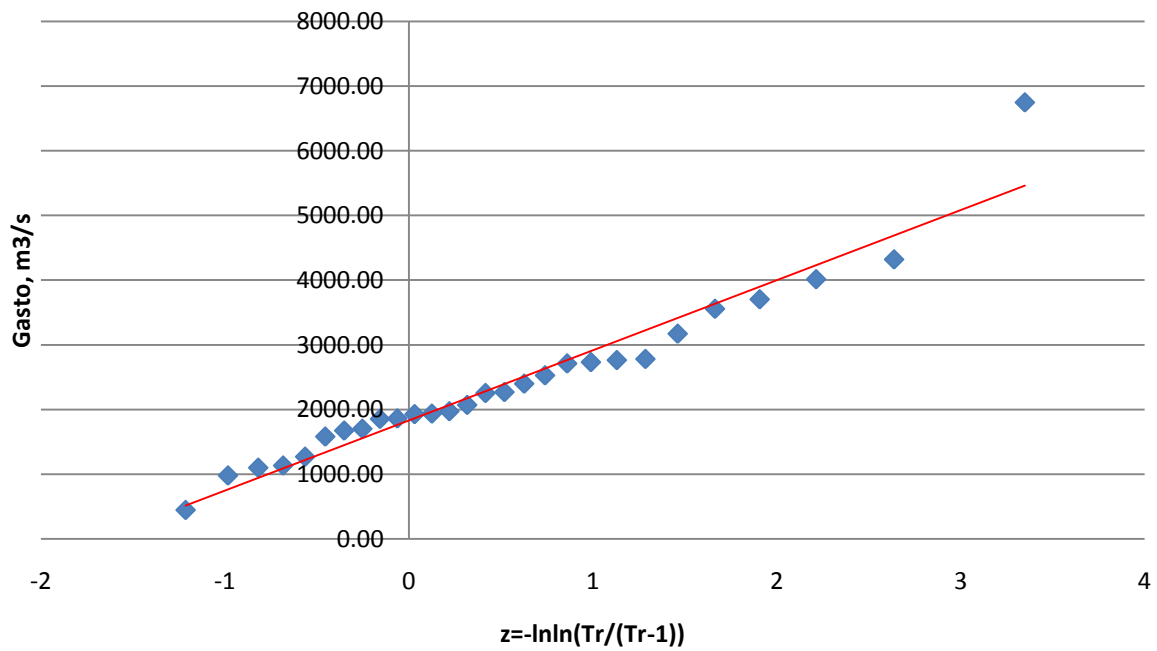




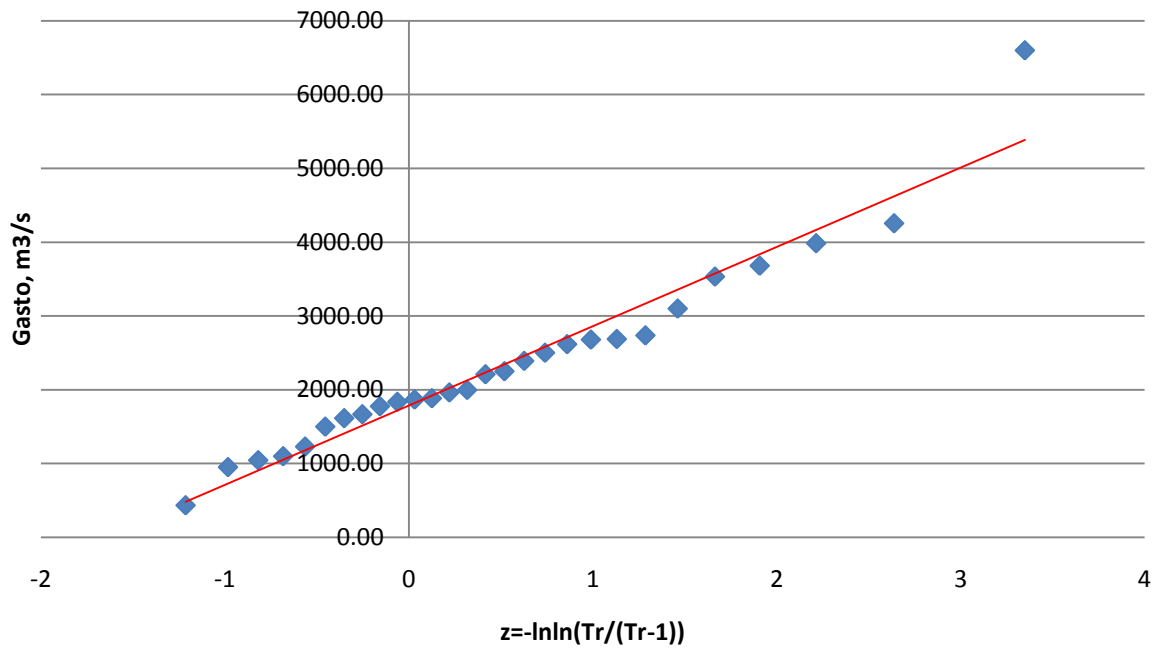
## Pánuco 10 días



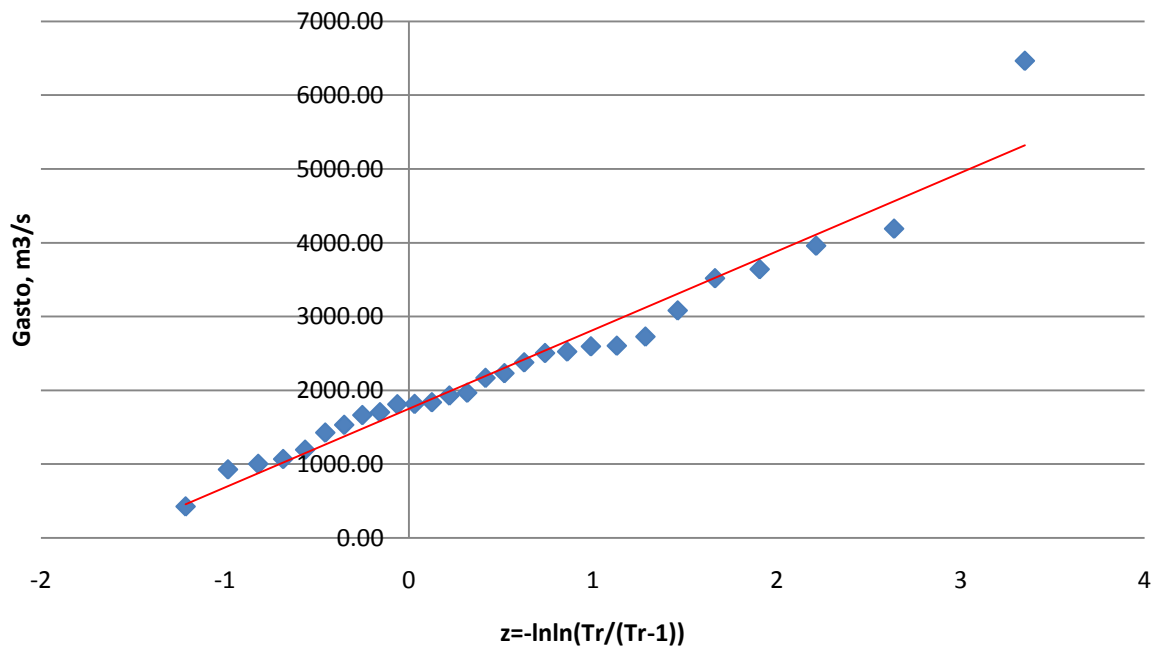
## Pánuco 11 días



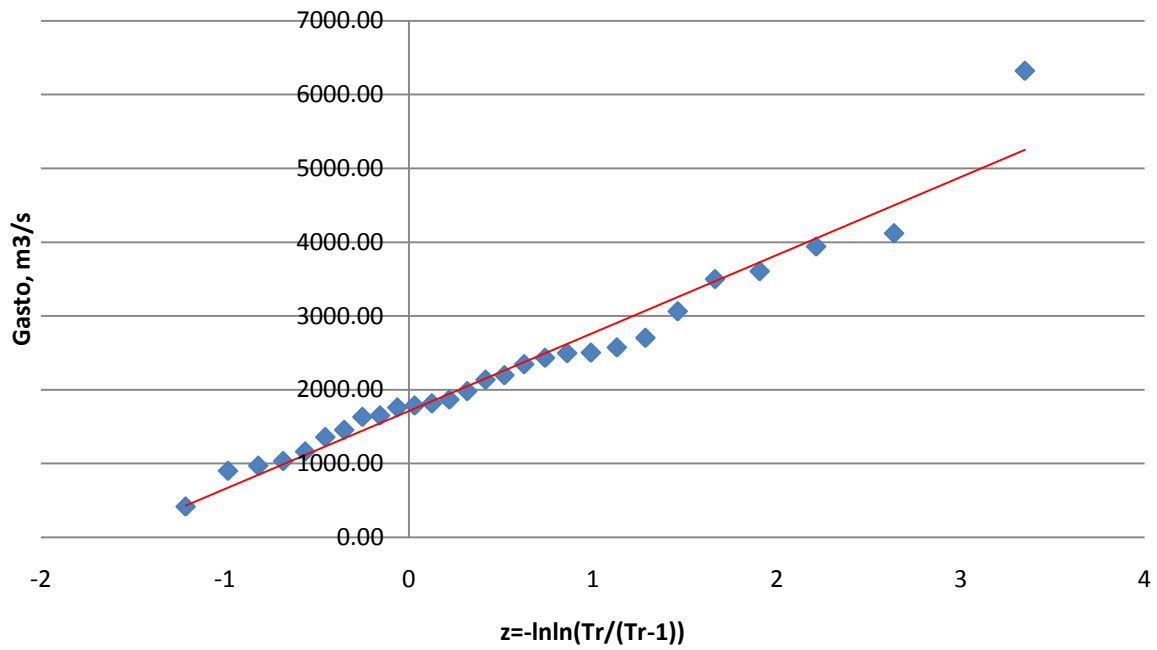
### Pánuco 12 días



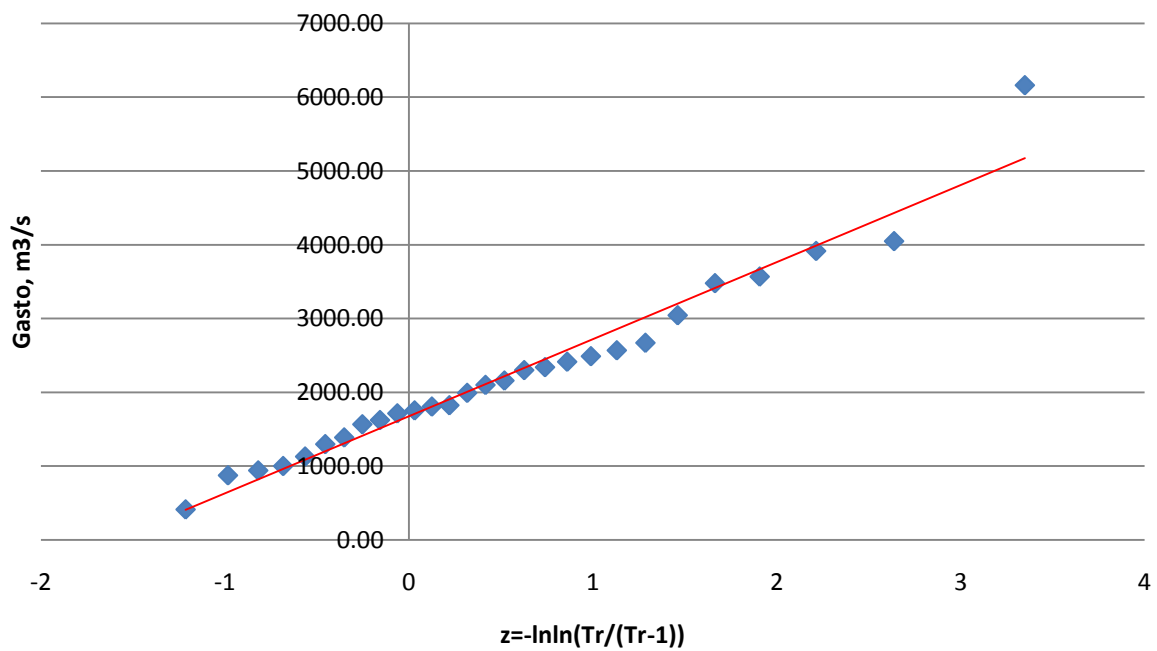
### Pánuco 13 días



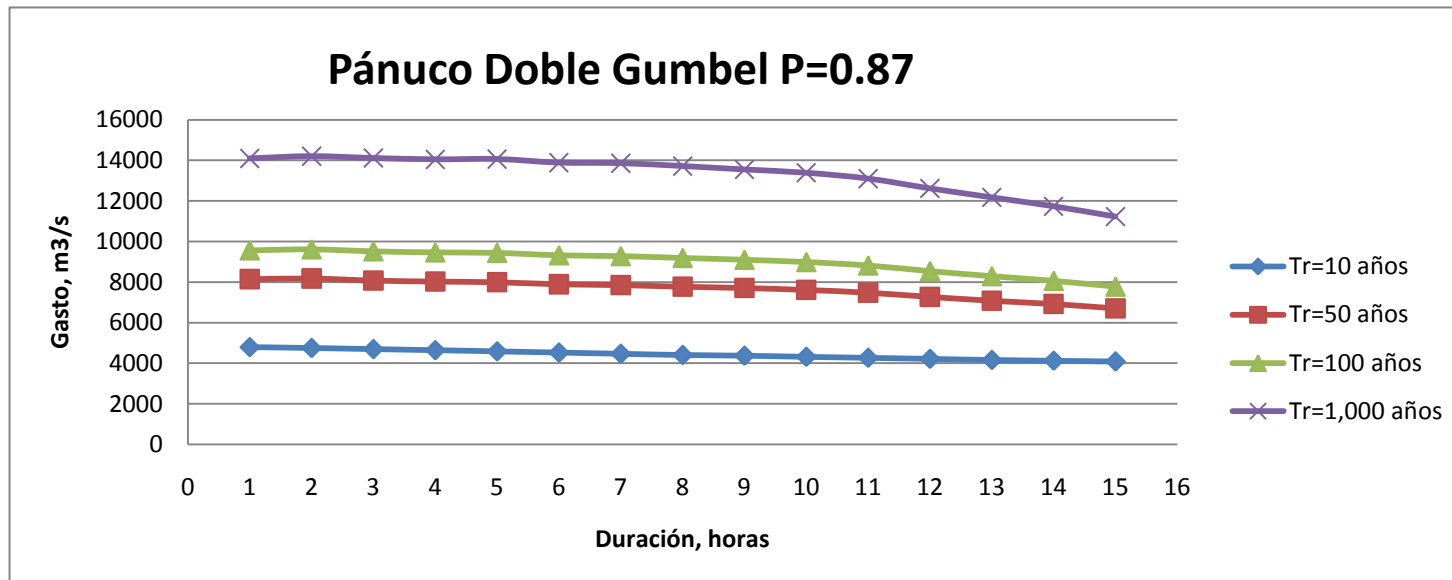
## Pánuco 14 días



## Pánuco 15 días



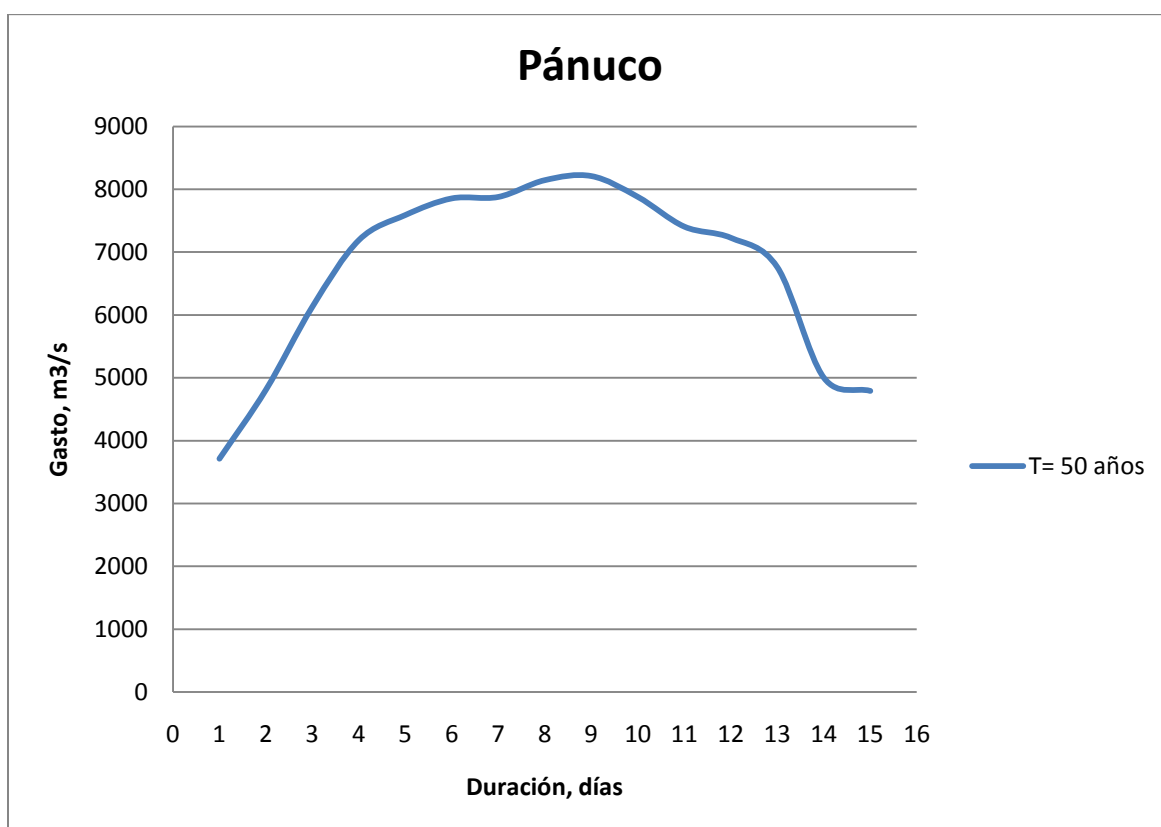
Duración	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
días	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2738.10	3771.83	4796.22	6191.06	8147.23	9565.51	10947.32	12752.41	14096.46	15450.92	17242.99	18659.97
2	2682.08	3712.40	4753.33	6189.92	8179.70	9614.97	11013.41	12831.51	14204.95	15552.08	17362.29	18709.42
3	2630.77	3671.75	4699.15	6101.39	8079.77	9516.32	10915.92	12741.61	14113.51	15474.87	17290.00	18725.22
4	2563.36	3610.85	4645.96	6053.22	8030.01	9465.10	10863.96	12689.60	14048.95	15418.84	17231.30	18664.41
5	2492.11	3545.80	4588.36	6006.10	7995.34	9439.41	10846.39	12679.96	14063.09	15419.72	17242.69	18684.11
6	2421.96	3482.88	4528.88	5934.34	7897.31	9322.25	10713.80	12525.57	13887.02	15258.94	17060.23	18316.95
7	2335.12	3409.14	4469.24	5885.45	7853.74	9281.58	10674.66	12490.13	13859.61	15223.83	16986.83	18414.02
8	2268.39	3344.81	4409.42	5823.27	7775.68	9190.82	10571.52	12370.84	13717.74	15069.83	16879.55	18127.64
9	2211.31	3296.36	4375.27	5788.05	7710.94	9101.69	10459.85	12230.70	13549.25	14878.02	16615.65	18005.75
10	2156.49	3242.79	4320.00	5718.48	7616.03	8988.96	10329.08	12075.52	13387.88	14700.23	16436.58	17728.75
11	2106.74	3197.66	4270.90	5637.54	7481.24	8818.36	10121.68	11823.36	13102.09	14370.97	16062.82	17361.22
12	2064.95	3158.25	4220.03	5528.25	7274.69	8542.27	9782.96	11403.70	12619.83	13835.96	15445.00	16642.43
13	2010.85	3109.79	4164.88	5423.99	7085.12	8292.61	9474.44	11016.72	12177.34	13329.03	14864.62	16007.38
14	1973.09	3072.95	4127.41	5345.32	6921.35	8064.67	9184.53	10648.19	11739.59	12839.45	14260.81	15411.44
15	1943.13	3055.66	4090.94	5236.81	6707.49	7777.85	8828.81	10204.20	11231.27	12266.30	13635.72	14654.82



## **Avenidas de diseño, muestra original**

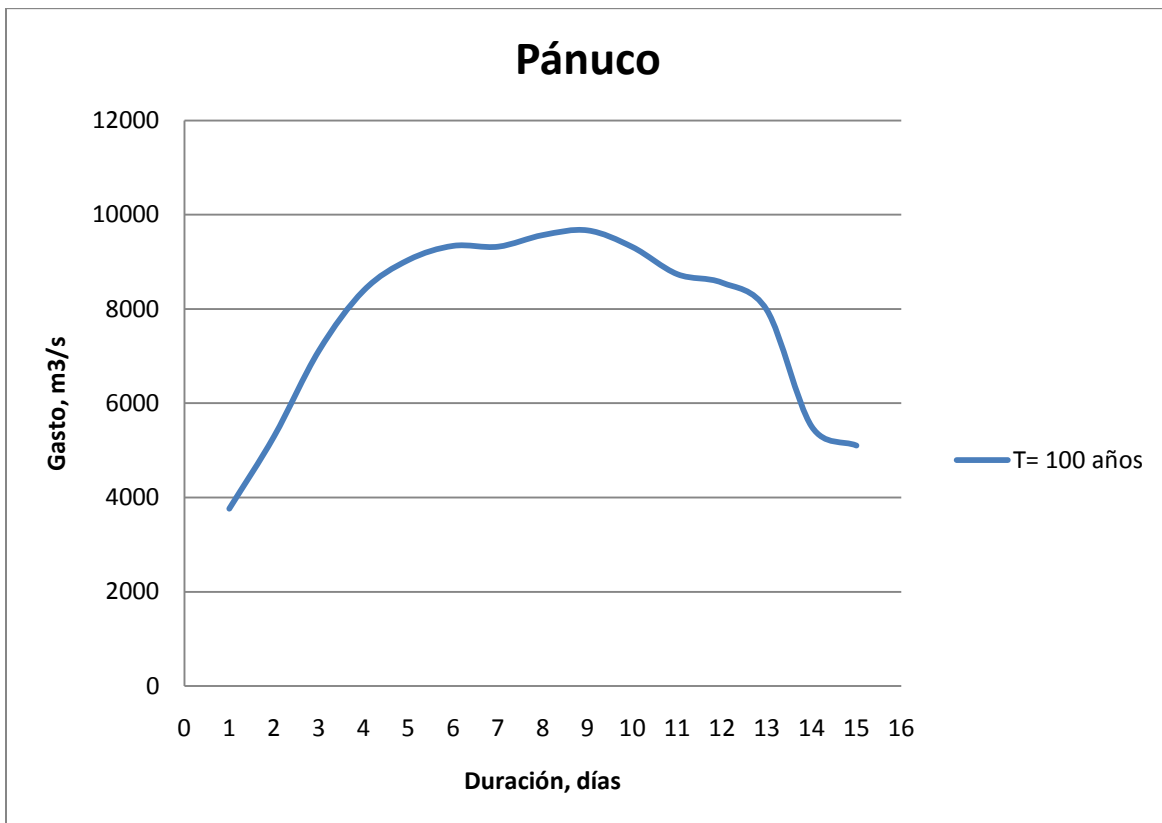
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{\text{indiv}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Avenida diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	8147.23	8147.23	3713.45
2	8179.70	8212.17	4810.28
3	8079.77	7879.91	6133.34
4	8030.01	7880.73	7193.02
5	7995.34	7856.66	7592.32
6	7897.31	7407.16	7856.66
7	7853.74	7592.32	7879.91
8	7775.68	7229.26	8147.23
9	7710.94	7193.02	8212.17
10	7616.03	6761.84	7880.73
11	7481.24	6133.34	7407.16
12	7274.69	5002.64	7229.26
13	7085.12	4810.28	6761.84
14	6921.35	4792.34	5002.64
15	6707.49	3713.45	4792.34



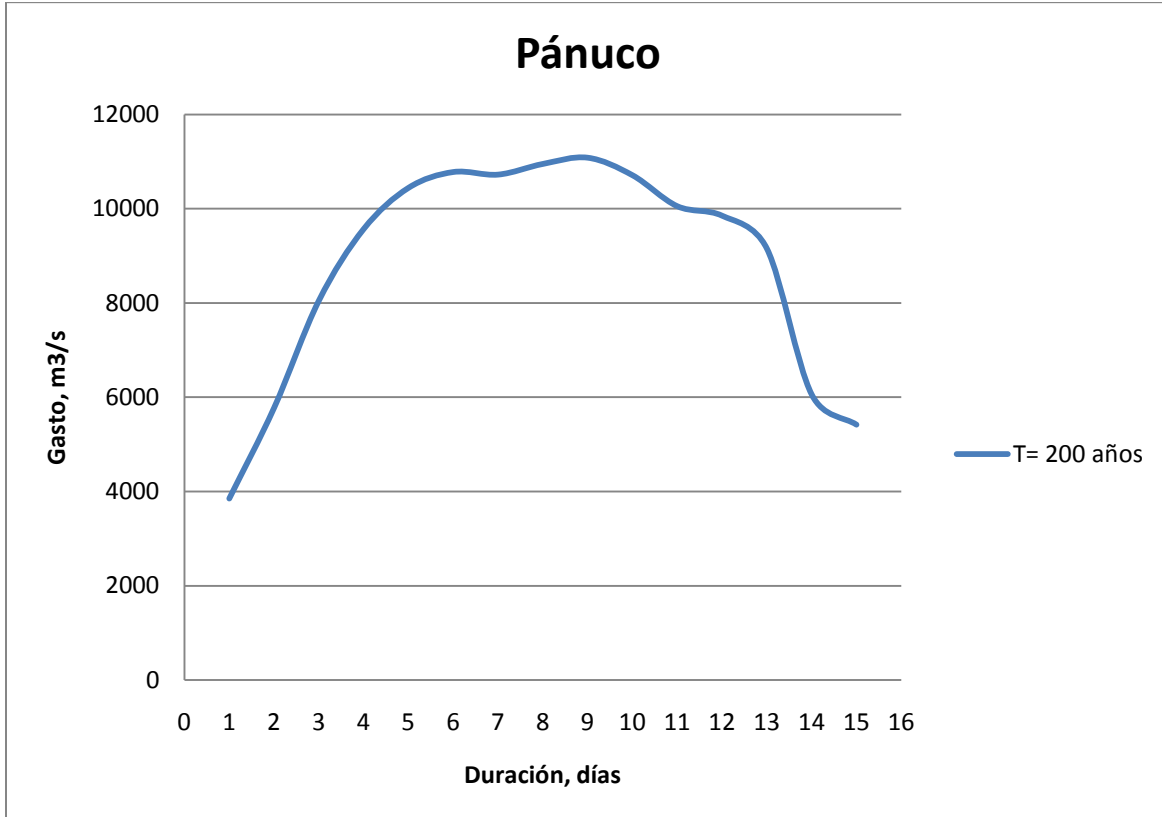
# 100 años

Tiempo, días	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	9565.51	9565.51	3762.37
2	9614.97	9664.43	5296.69
3	9516.32	9319.02	7112.36
4	9465.10	9311.44	8388.65
5	9439.41	9336.65	9037.56
6	9322.25	8736.45	9336.65
7	9281.58	9037.56	9319.02
8	9190.82	8555.50	9565.51
9	9101.69	8388.65	9664.43
10	8988.96	7974.39	9311.44
11	8818.36	7112.36	8736.45
12	8542.27	5505.28	8555.50
13	8292.61	5296.69	7974.39
14	8064.67	5101.45	5505.28
15	7777.85	3762.37	5101.45



## 200 años

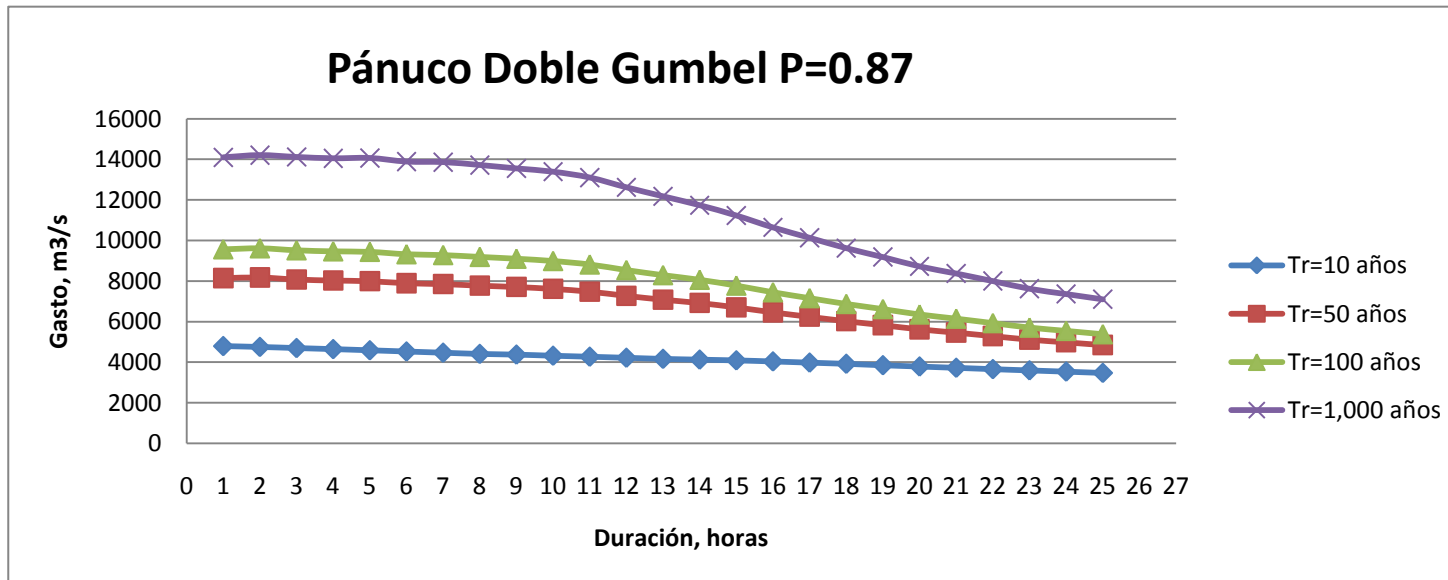
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	10947.32	10947.32	3848.73
2	11013.41	11079.50	5772.20
3	10915.92	10720.94	8047.68
4	10863.96	10708.08	9566.49
5	10846.39	10776.11	10439.82
6	10713.80	10050.85	10776.11
7	10674.66	10439.82	10720.94
8	10571.52	9849.54	10947.32
9	10459.85	9566.49	11079.50
10	10329.08	9152.15	10708.08
11	10121.68	8047.68	10050.85
12	9782.96	6057.04	9849.54
13	9474.44	5772.20	9152.15
14	9184.53	5415.70	6057.04
15	8828.81	3848.73	5415.70





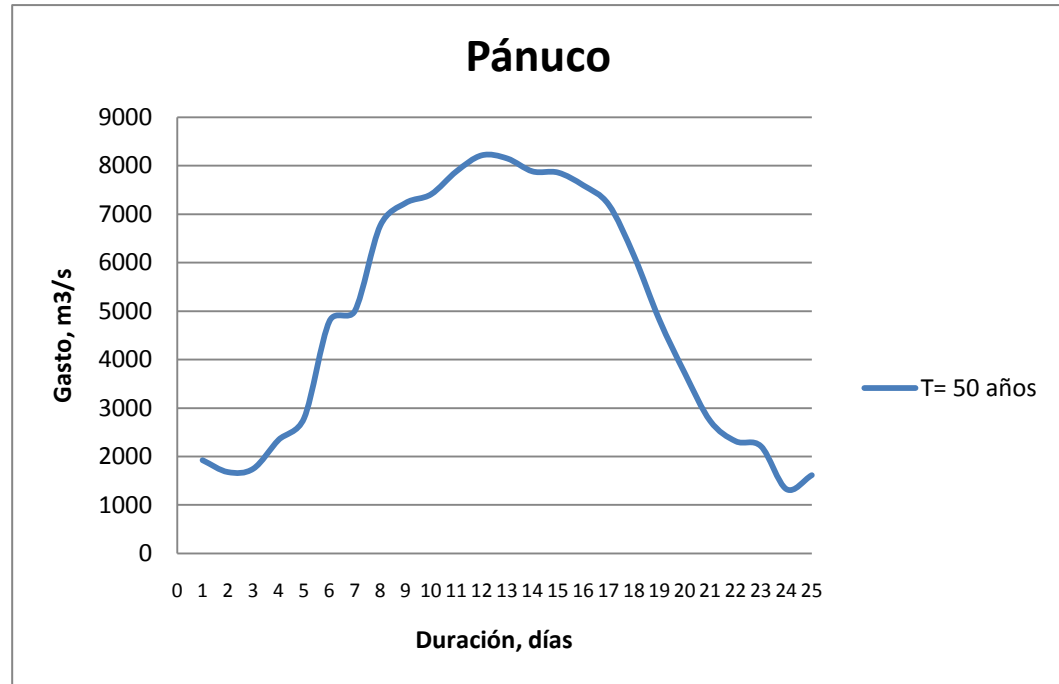
## **Extensión a 25 días**

Duración	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
días	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	2738.10	3771.83	4796.22	6191.06	8147.23	9565.51	10947.32	12752.41	14096.46	15450.92	17242.99	18659.97
⋮												⋮
16	1908.93	3026.31	4038.07	5107.98	6462.60	7449.29	8419.37	9690.08	10645.41	11597.06	12880.67	13824.94
17	1875.47	2992.76	3979.69	4984.70	6243.03	7159.51	8062.22	9246.33	10134.41	11029.38	12199.72	13080.91
18	1841.72	2959.00	3921.28	4862.99	6026.47	6873.30	7707.35	8800.80	9624.48	10454.54	11527.24	12395.61
19	1805.84	2911.07	3850.88	4742.55	5831.08	6620.82	7398.98	8419.63	9186.60	9962.53	10977.21	11741.20
20	1774.41	2875.08	3787.24	4620.91	5626.91	6355.57	7072.84	8014.46	8726.89	9428.28	10378.19	11085.10
21	1734.82	2835.39	3724.70	4516.40	5464.16	6149.53	6823.86	7710.81	8376.68	9047.75	9911.30	10577.17
22	1703.73	2788.77	3658.39	4406.30	5292.06	5930.46	6558.55	7383.08	8003.90	8624.72	9458.95	10040.97
23	1677.42	2753.54	3596.95	4297.47	5119.62	5710.58	6291.15	7051.39	7626.35	8201.31	8946.95	9521.91
24	1652.29	2714.46	3535.55	4204.56	4986.46	5547.37	6098.68	6820.60	7364.44	7910.42	8627.01	9207.11
25	1627.13	2674.59	3472.36	4109.85	4851.57	5383.33	5905.49	6589.26	7106.37	7615.41	8294.12	8811.24



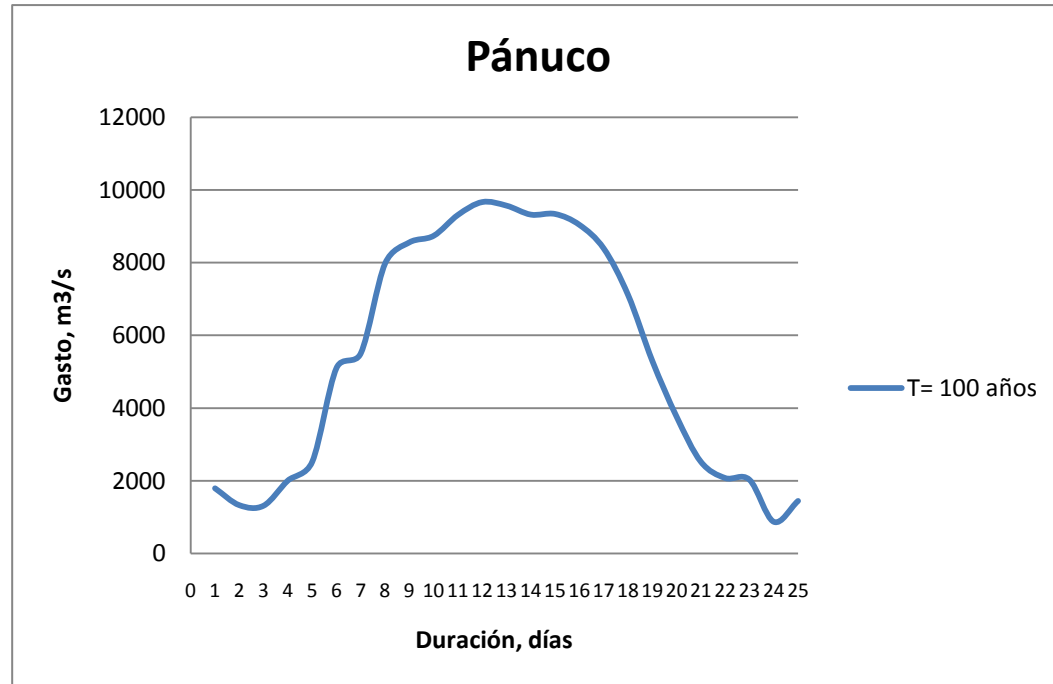
# 50 años

Duración	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	8147.23	8147.23	1923.78
2	8179.70	8212.17	1677.96
3	8079.77	7879.91	1747.68
4	8030.01	7880.73	2344.95
5	7995.34	7856.66	2789.25
6	7897.31	7407.16	4792.34
7	7853.74	7592.32	5002.64
8	7775.68	7229.26	6761.84
9	7710.94	7193.02	7229.26
10	7616.03	6761.84	7407.16
11	7481.24	6133.34	7880.73
12	7274.69	5002.64	8212.17
13	7085.12	4810.28	8147.23
14	6921.35	4792.34	7879.91
15	6707.49	3713.45	7856.66
16	6462.60	2789.25	7592.32
17	6243.03	2729.91	7193.02
18	6026.47	2344.95	6133.34
19	5831.08	2314.06	4810.28
20	5626.91	1747.68	3713.45
21	5464.16	2209.16	2729.91
22	5292.06	1677.96	2314.06
23	5119.62	1325.94	2209.16
24	4986.46	1923.78	1325.94
25	4851.57	1614.21	1614.21



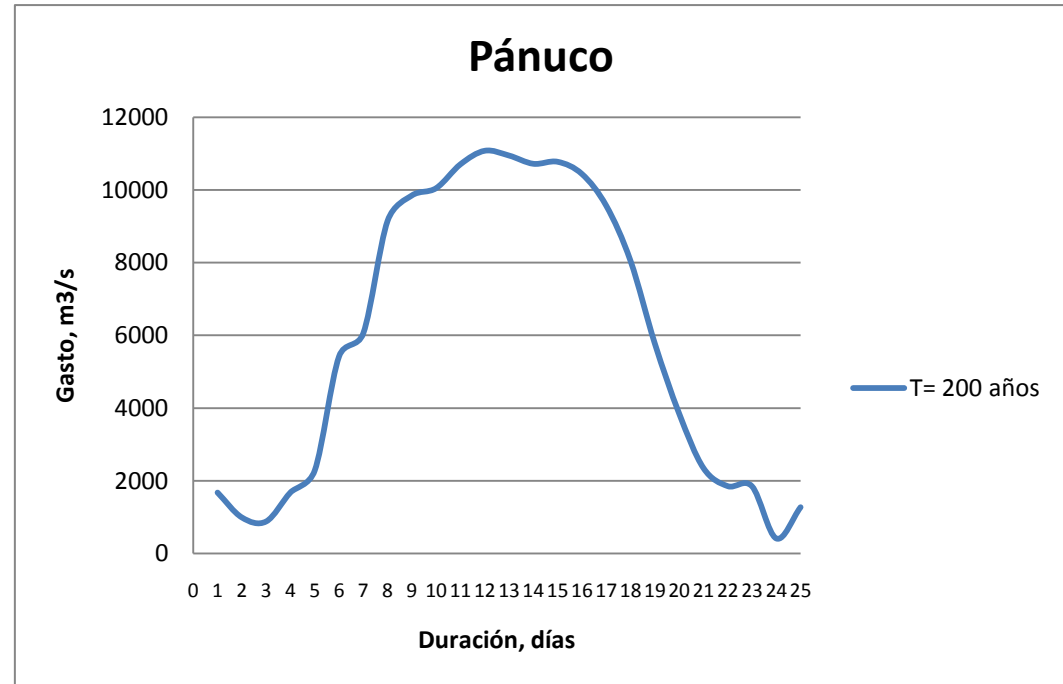
# 100 años

Duración	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	9565.51	9565.51	1793.54
2	9614.97	9664.43	1329.99
3	9516.32	9319.02	1315.82
4	9465.10	9311.44	2007.73
5	9439.41	9336.65	2520.89
6	9322.25	8736.45	5101.45
7	9281.58	9037.56	5505.28
8	9190.82	8555.50	7974.39
9	9101.69	8388.65	8555.50
10	8988.96	7974.39	8736.45
11	8818.36	7112.36	9311.44
12	8542.27	5505.28	9664.43
13	8292.61	5296.69	9565.51
14	8064.67	5101.45	9319.02
15	7777.85	3762.37	9336.65
16	7449.29	2520.89	9037.56
17	7159.51	2523.03	8388.65
18	6873.30	2007.73	7112.36
19	6620.82	2076.18	5296.69
20	6355.57	1315.82	3762.37
21	6149.53	2028.73	2523.03
22	5930.46	1329.99	2076.18
23	5710.58	873.22	2028.73
24	5547.37	1793.54	873.22
25	5383.33	1446.37	1446.37



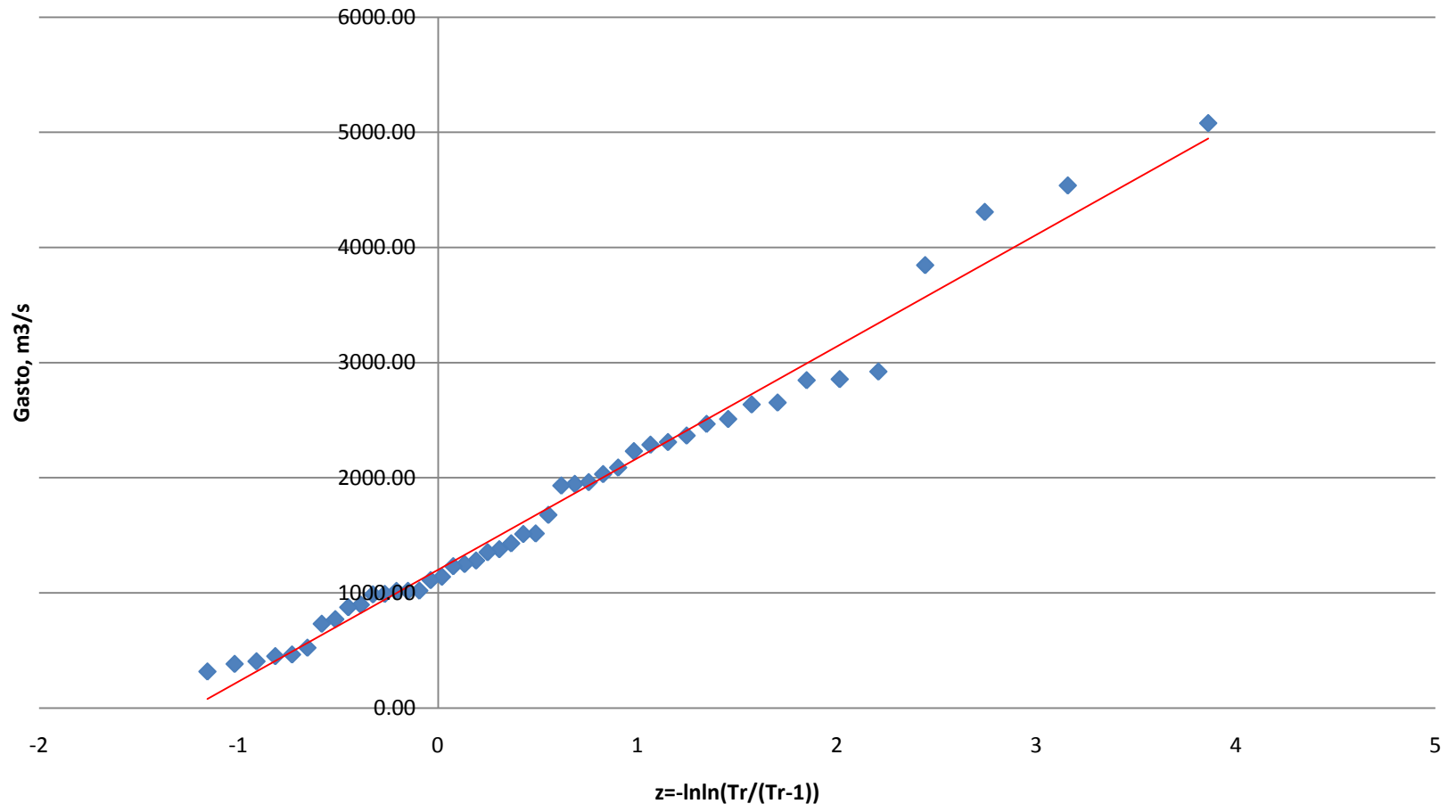
## 200 años

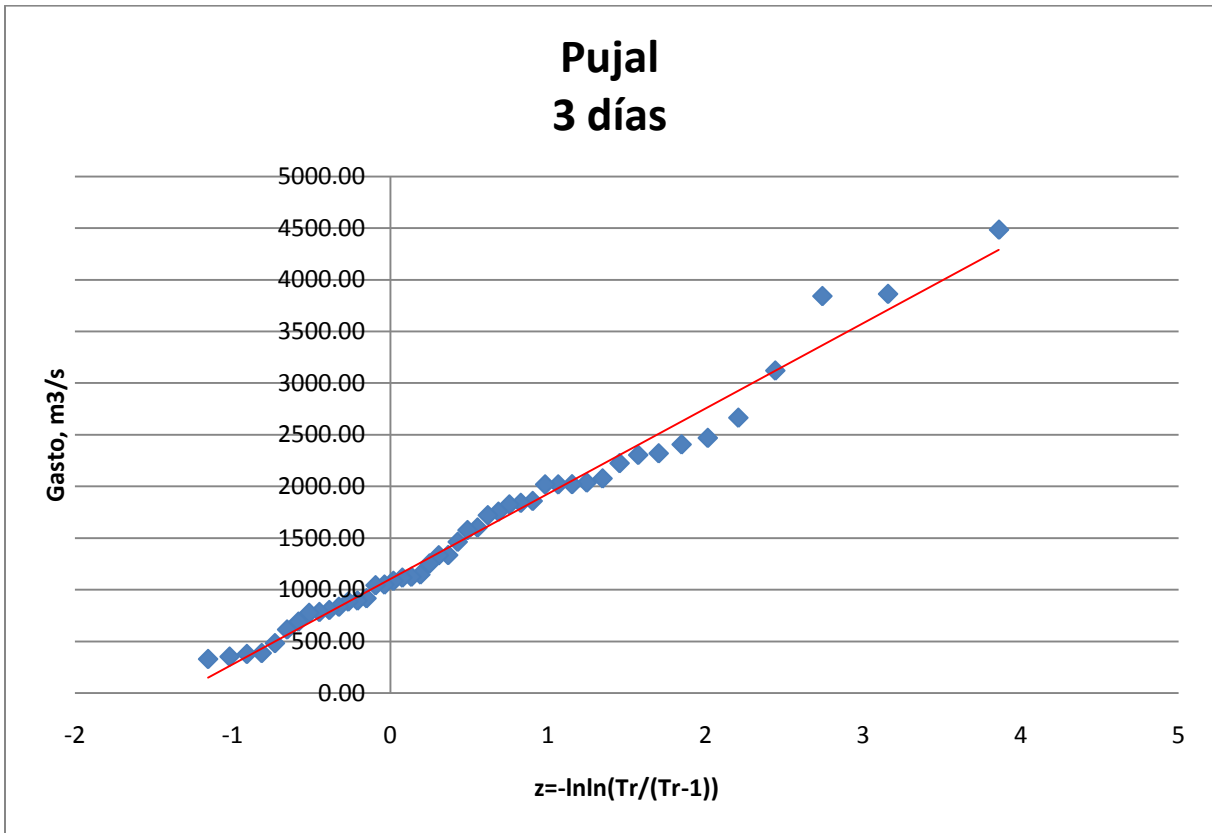
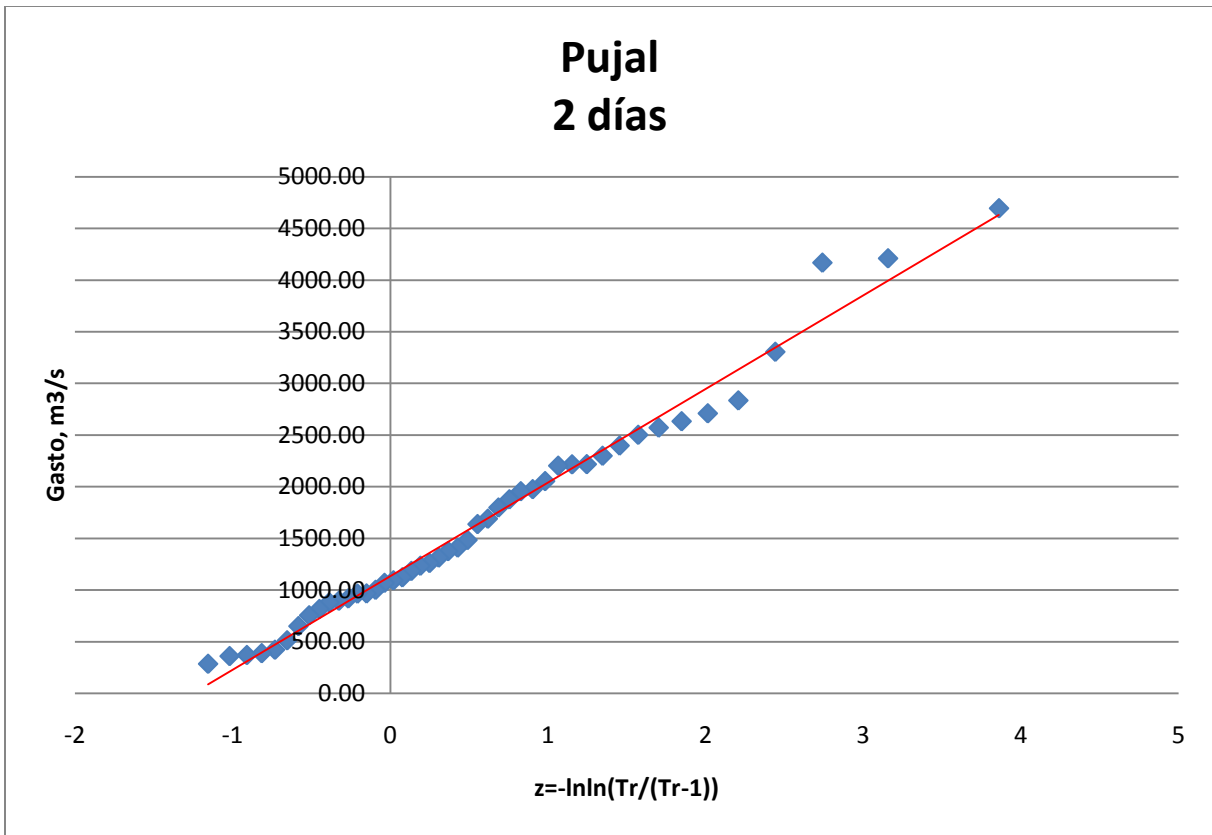
Duración	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	10947.32	10947.32	1671.87
2	11013.41	11079.50	987.04
3	10915.92	10720.94	876.18
4	10863.96	10708.08	1674.56
5	10846.39	10776.11	2277.77
6	10713.80	10050.85	5415.70
7	10674.66	10439.82	6057.04
8	10571.52	9849.54	9152.15
9	10459.85	9566.49	9849.54
10	10329.08	9152.15	10050.85
11	10121.68	8047.68	10708.08
12	9782.96	6057.04	11079.50
13	9474.44	5772.20	10947.32
14	9184.53	5415.70	10720.94
15	8828.81	3848.73	10776.11
16	8419.37	2277.77	10439.82
17	8062.22	2347.82	9566.49
18	7707.35	1674.56	8047.68
19	7398.98	1848.32	5772.20
20	7072.84	876.18	3848.73
21	6823.86	1844.26	2347.82
22	6558.55	987.04	1848.32
23	6291.15	408.35	1844.26
24	6098.68	1671.87	408.35
25	5905.49	1268.93	1268.93



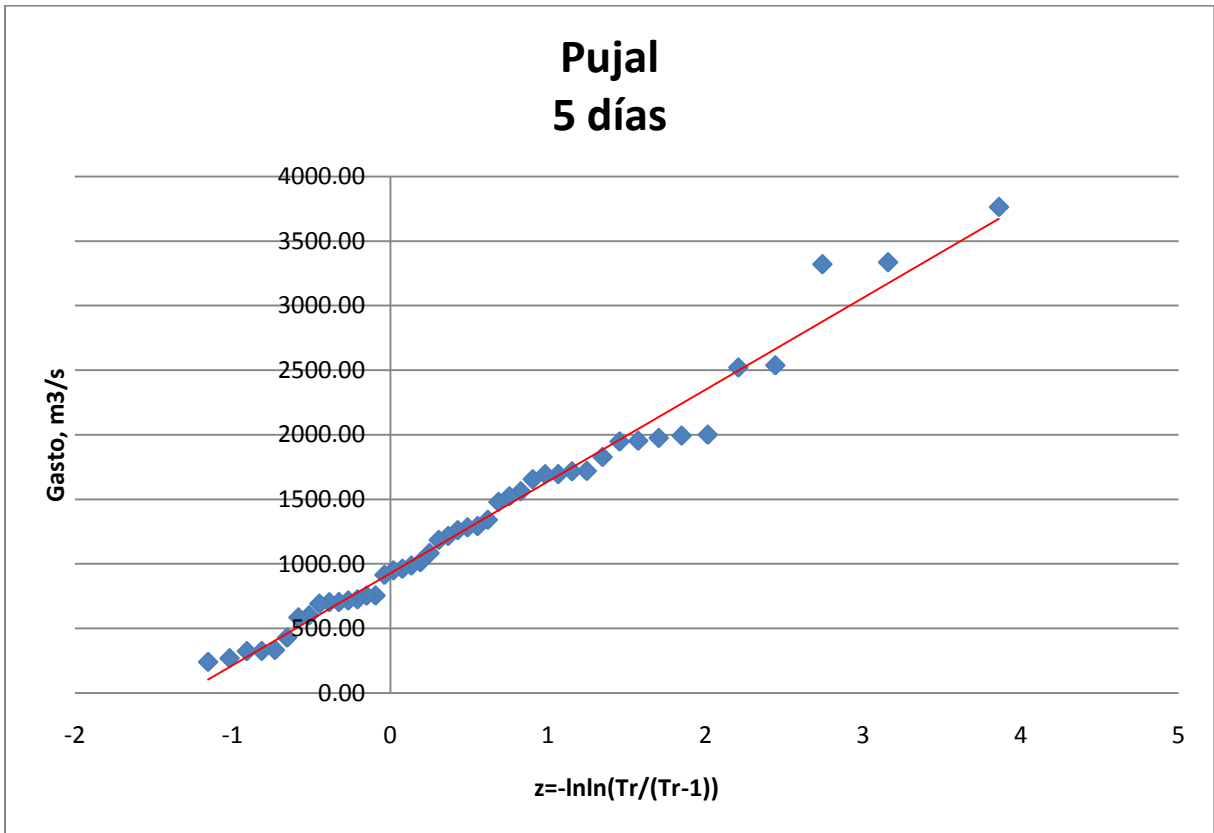
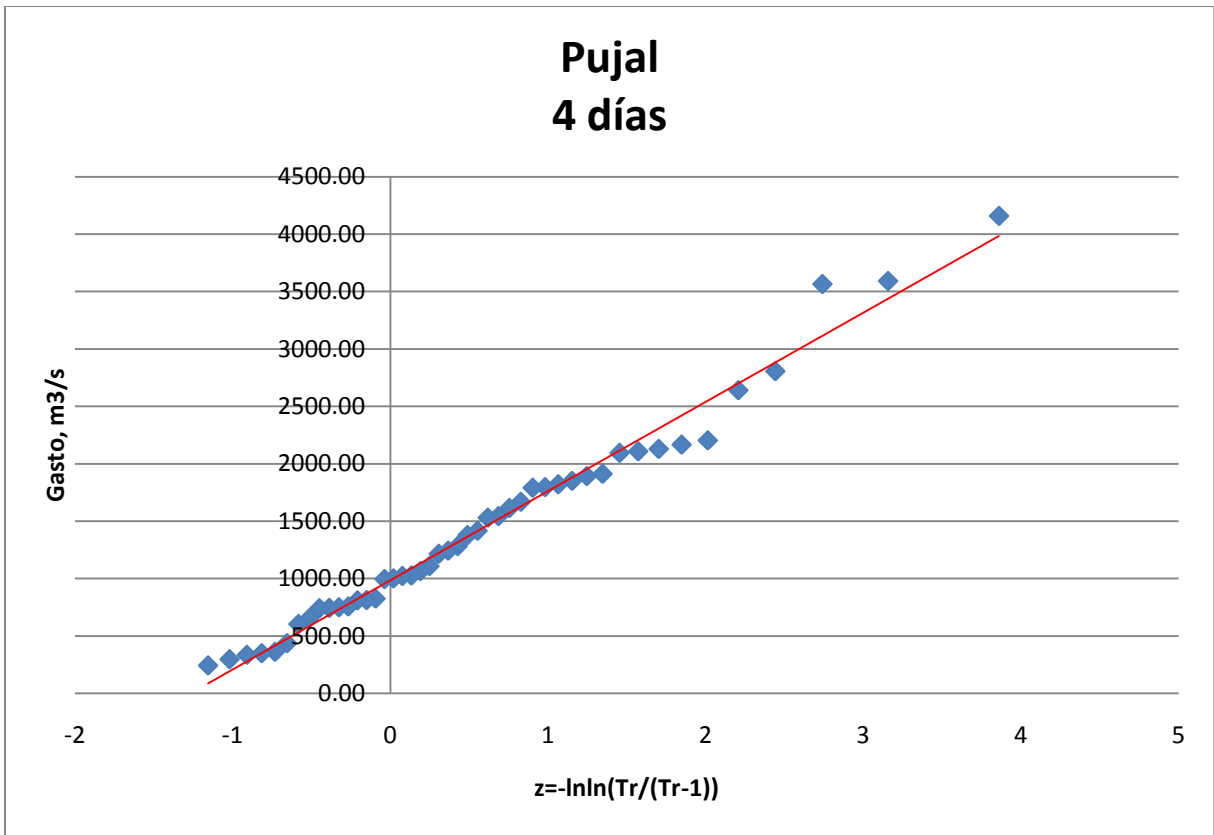
# **Anexo F. Estación Hidrométrica Pujal**

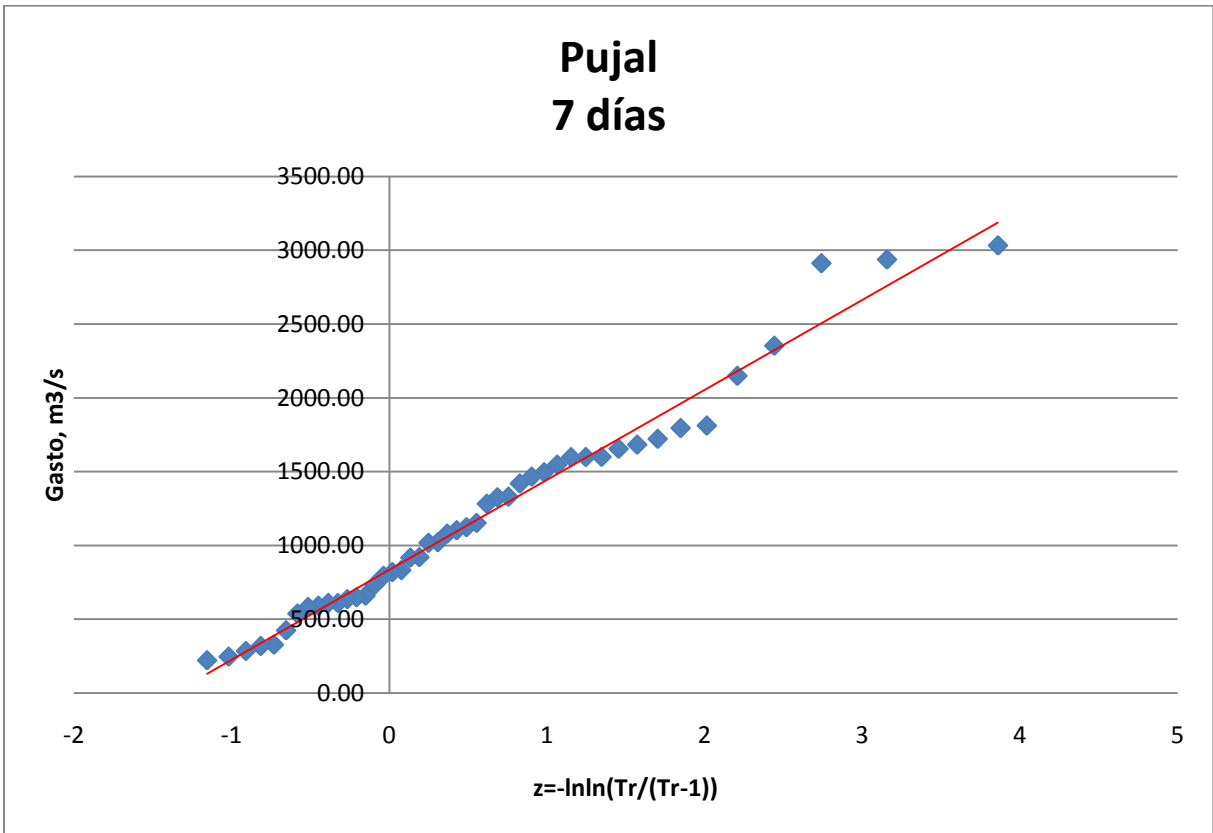
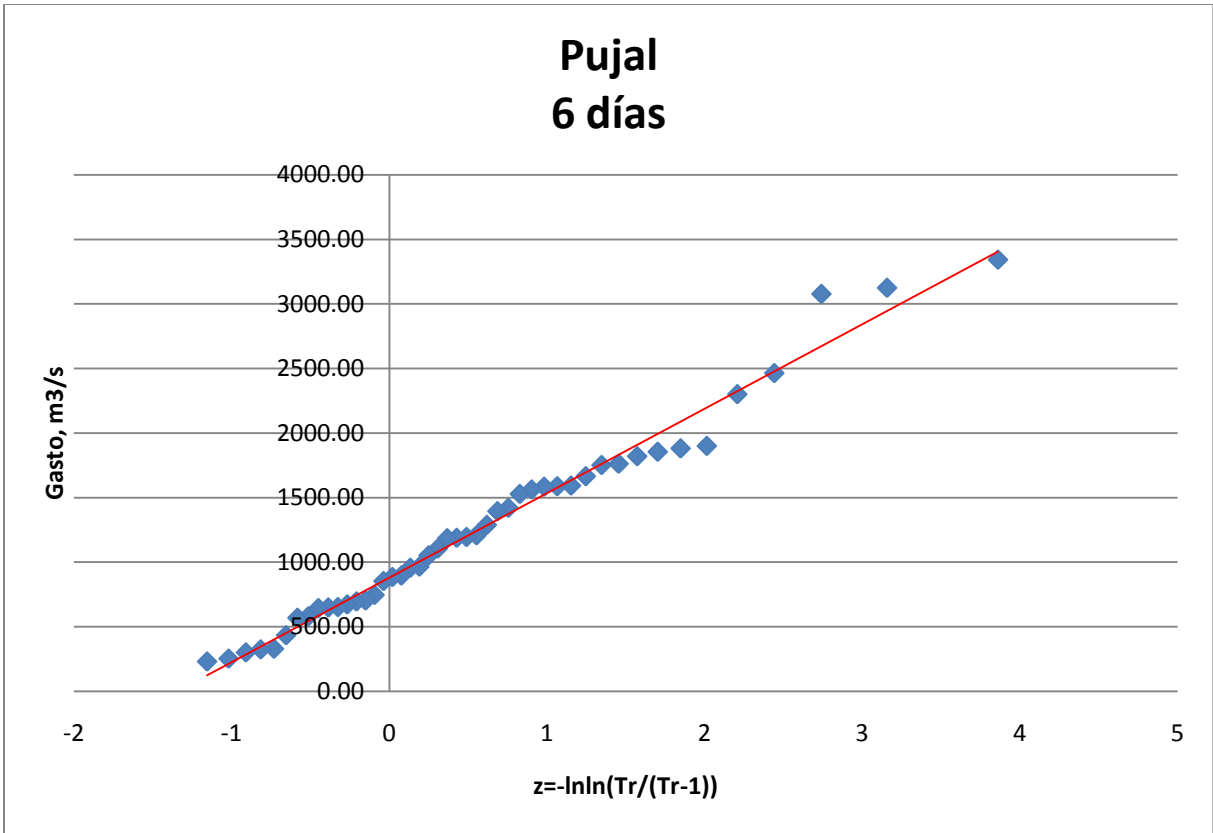
# Pujal 1 día



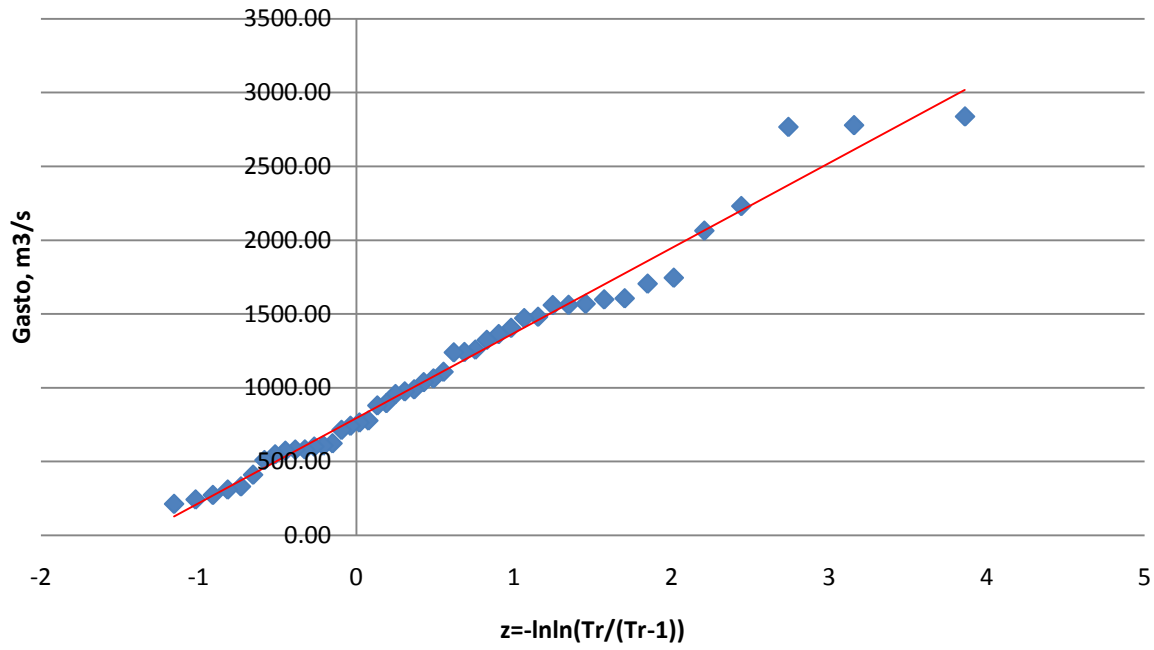




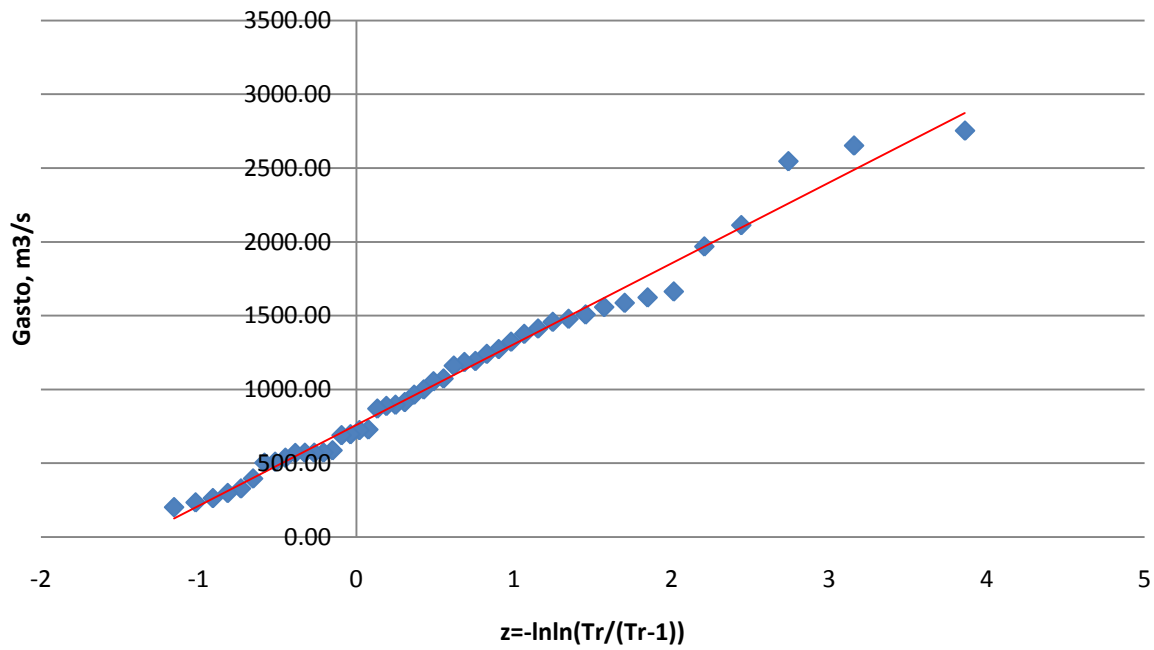


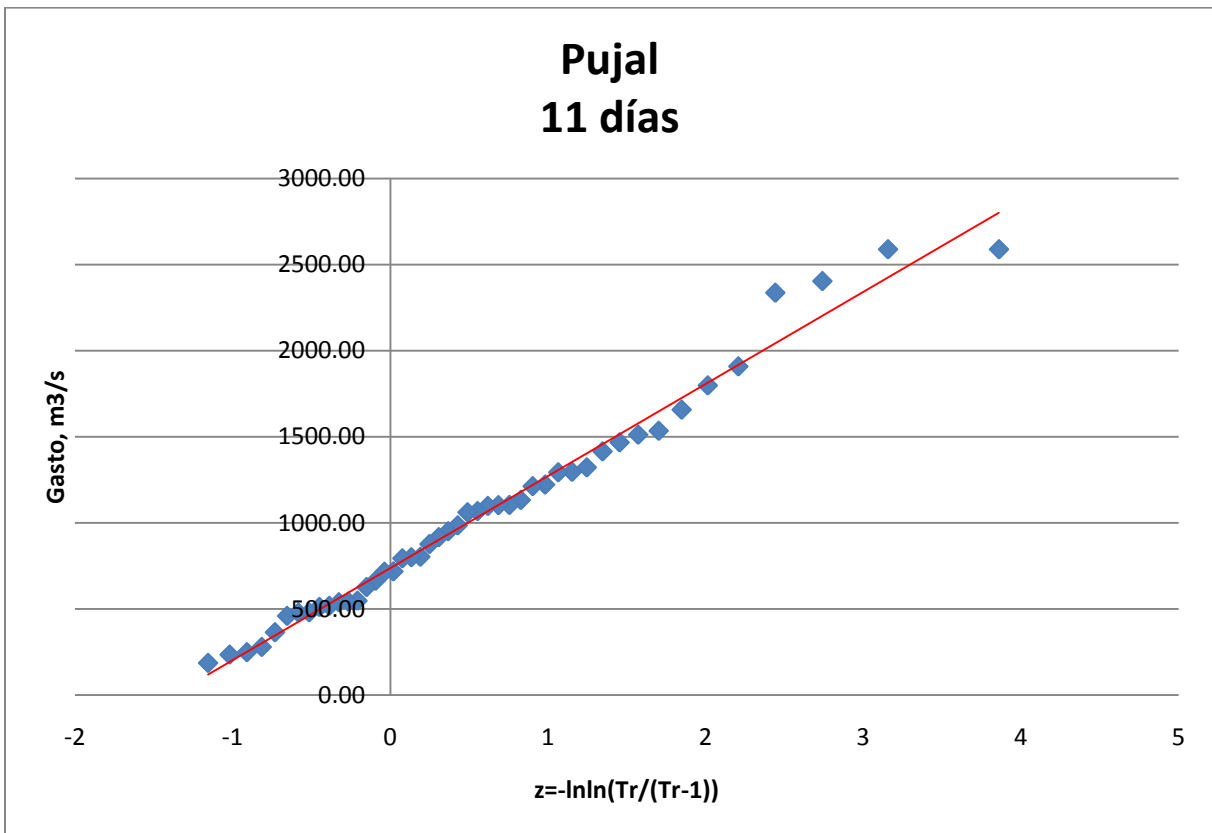
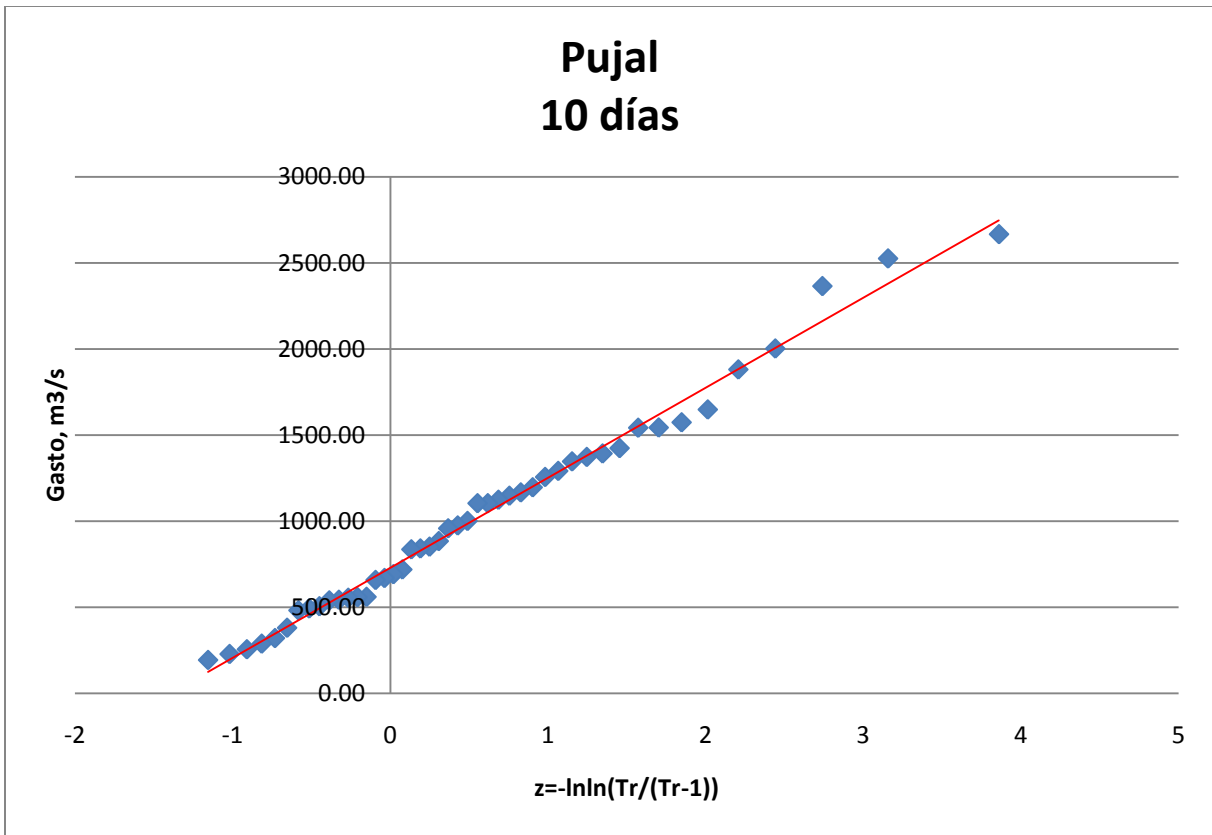


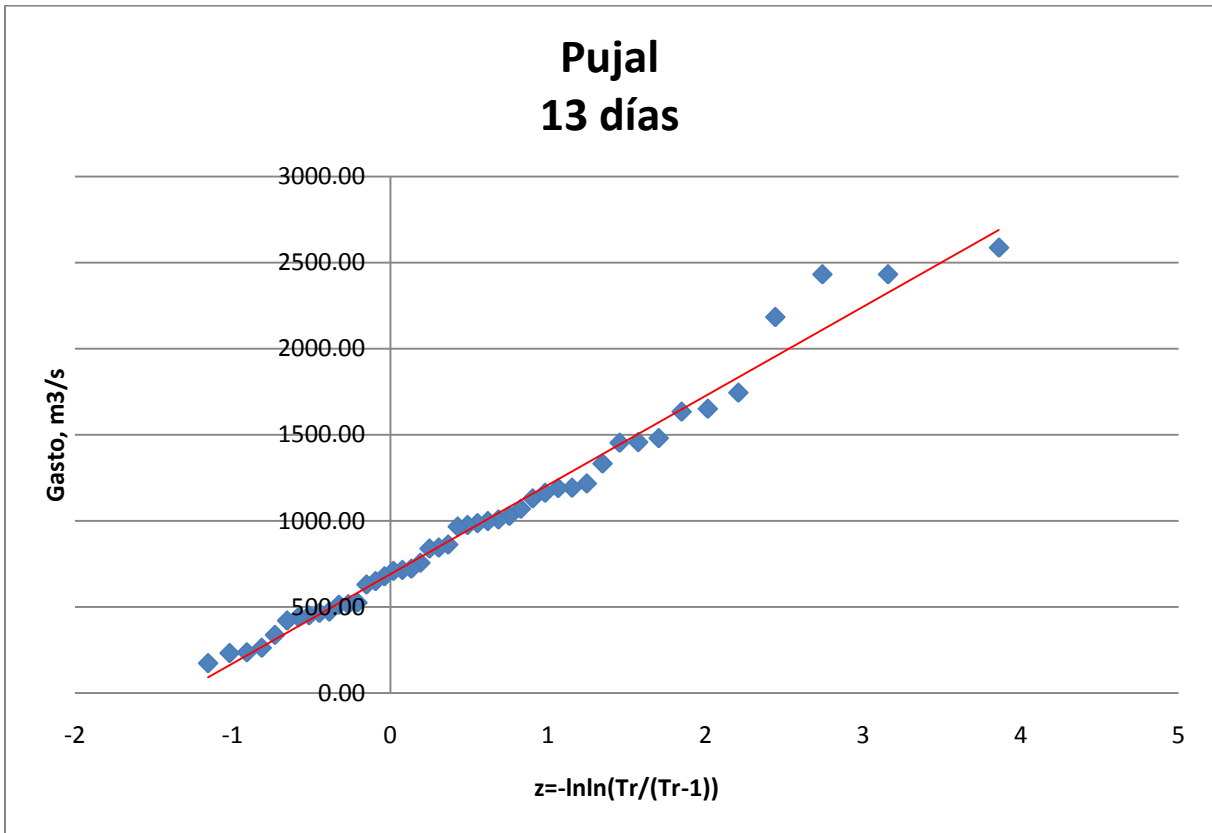
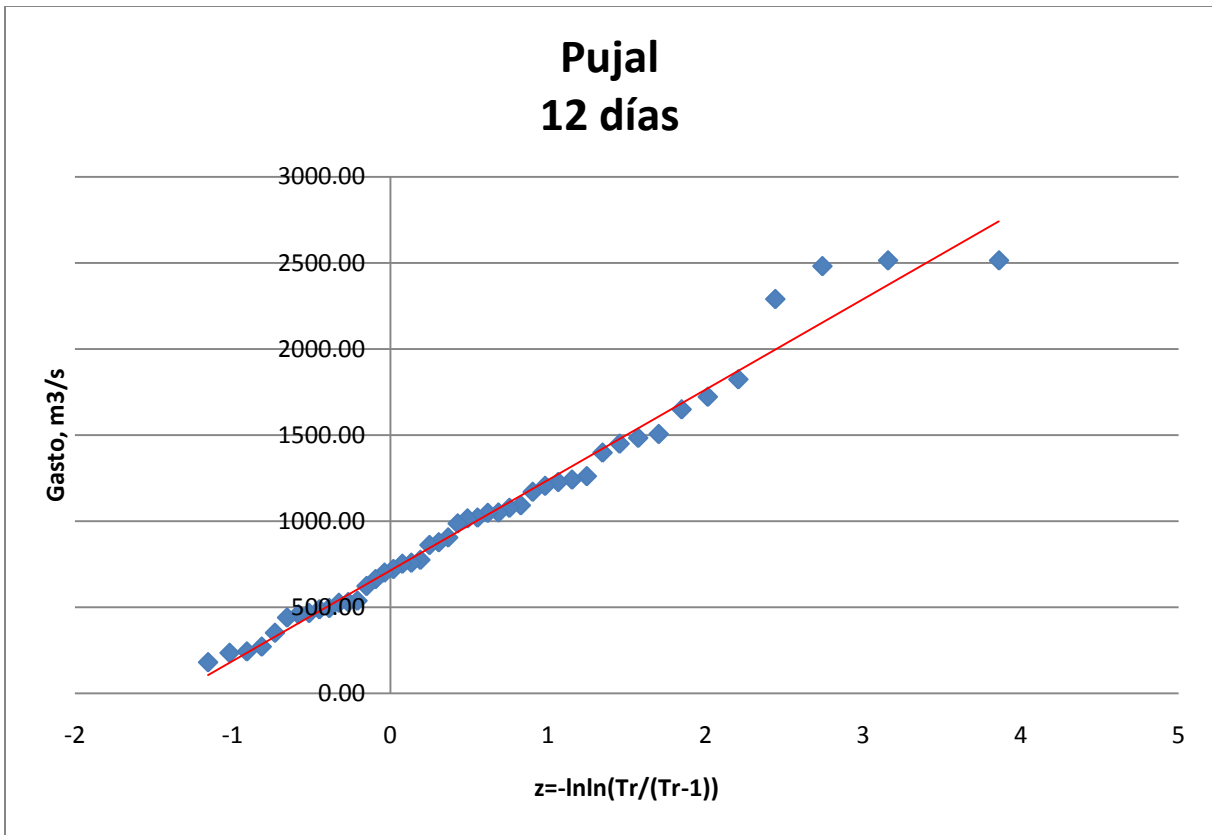
### Pujal 8 días



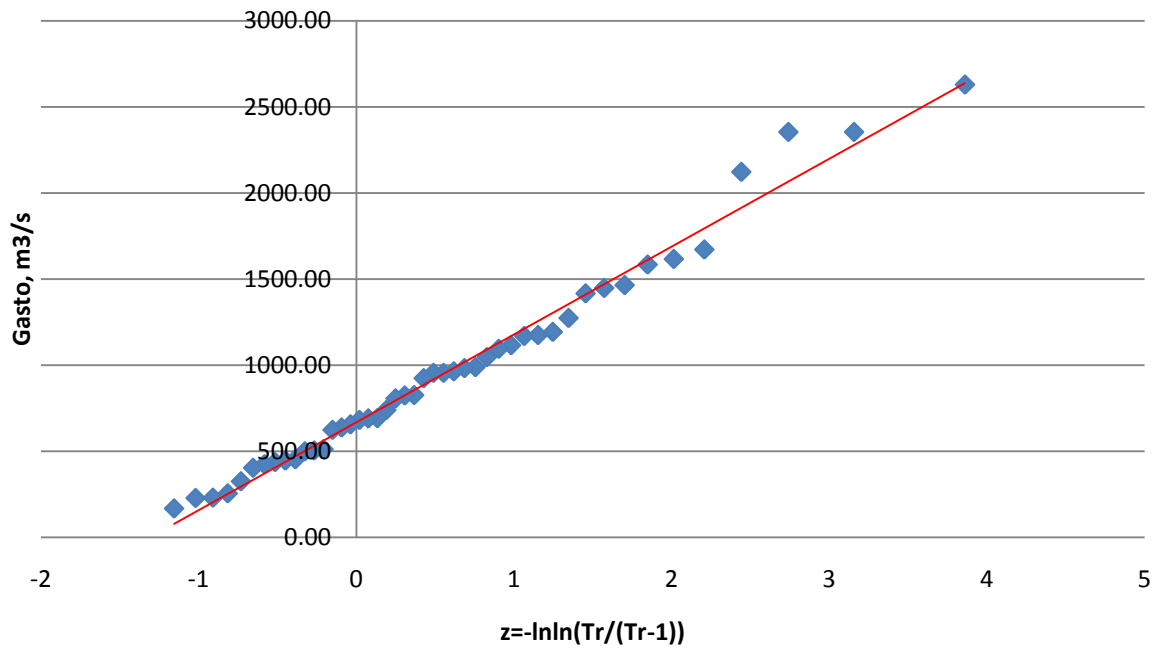
### Pujal 9 días



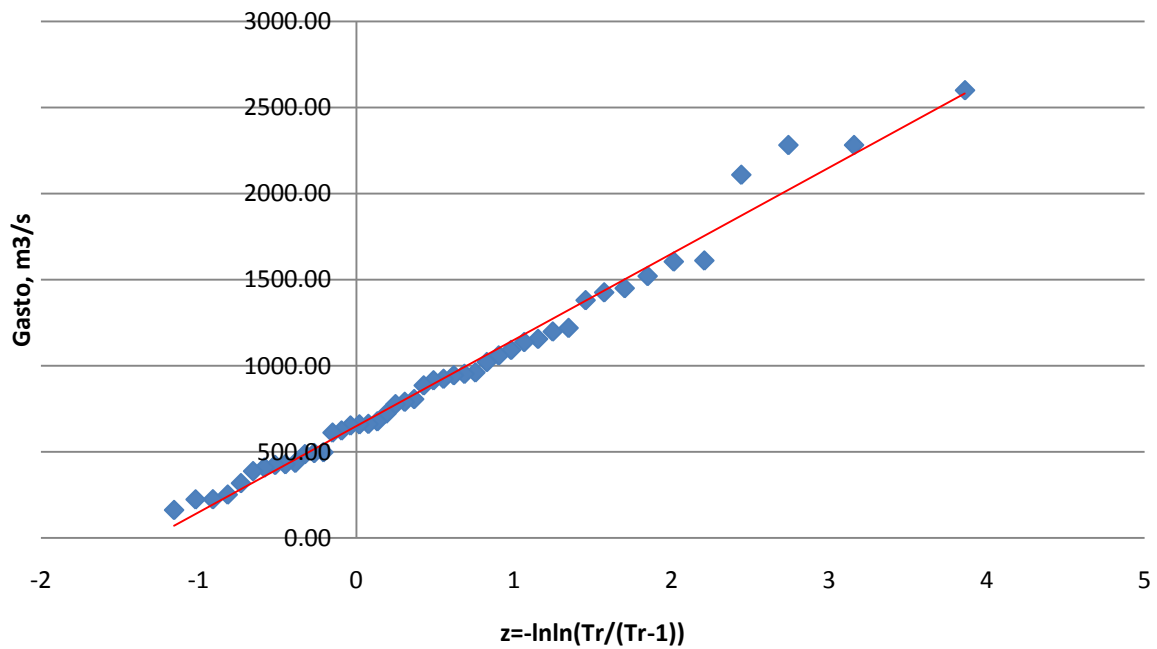




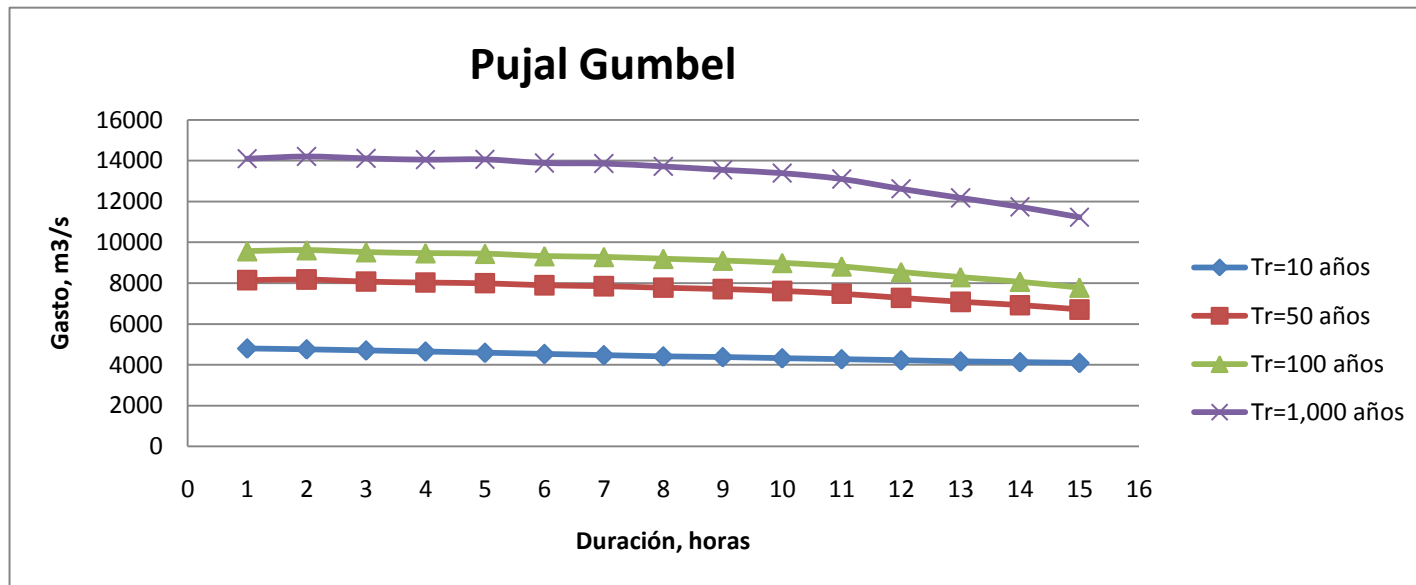
### Pujal 14 días



### Pujal 15 días



Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1555.06	2553.78	3215.03	3849.31	4670.32	5285.55	5898.54	6707.26	7318.47	7929.46	8736.99	9347.81
2	1463.36	2394.94	3011.72	3603.36	4369.16	4943.03	5514.80	6269.15	6839.26	7409.17	8162.40	8732.15
3	1402.13	2253.68	2817.48	3358.29	4058.31	4582.88	5105.54	5795.09	6316.23	6827.18	7525.71	8046.51
4	1266.49	2066.27	2595.80	3103.73	3761.19	4253.87	4744.75	5392.83	5881.93	6371.11	7017.78	7506.92
5	1184.74	1918.25	2403.89	2869.73	3472.71	3924.55	4374.76	4968.71	5417.61	5866.34	6459.42	6908.02
6	1116.41	1791.24	2238.04	2666.62	3221.37	3637.08	4051.27	4597.72	5010.71	5423.55	5969.19	6381.91
7	1055.06	1684.72	2101.60	2501.49	3019.10	3406.97	3793.43	4303.30	4688.64	5073.84	5582.95	5968.04
8	1001.05	1596.44	1990.64	2368.77	2858.22	3225.00	3590.43	4072.55	4436.93	4801.17	5282.58	5646.72
9	955.97	1520.29	1893.93	2252.33	2716.24	3063.87	3410.24	3867.21	4212.57	4557.81	5014.10	5359.24
10	917.77	1455.43	1811.41	2152.87	2594.85	2926.06	3256.06	3691.43	4020.47	4349.39	4784.12	5112.95
11	929.68	1481.36	1846.63	2196.99	2650.51	2990.36	3328.97	3775.69	4113.32	4450.82	4896.89	5234.30
12	903.26	1446.31	1805.85	2150.73	2597.15	2931.67	3264.98	3704.71	4037.05	4369.27	4808.35	5140.47
13	877.34	1411.39	1764.99	2104.16	2543.19	2872.17	3199.96	3632.42	3959.25	4285.97	4717.79	5044.42
14	853.00	1378.11	1725.78	2059.27	2490.95	2814.43	336.72	3561.94	3883.30	4204.55	4629.13	4950.29
15	831.14	1346.32	1687.41	2014.59	2438.10	2755.46	3071.66	3488.82	3804.10	4119.27	4535.82	4805.90

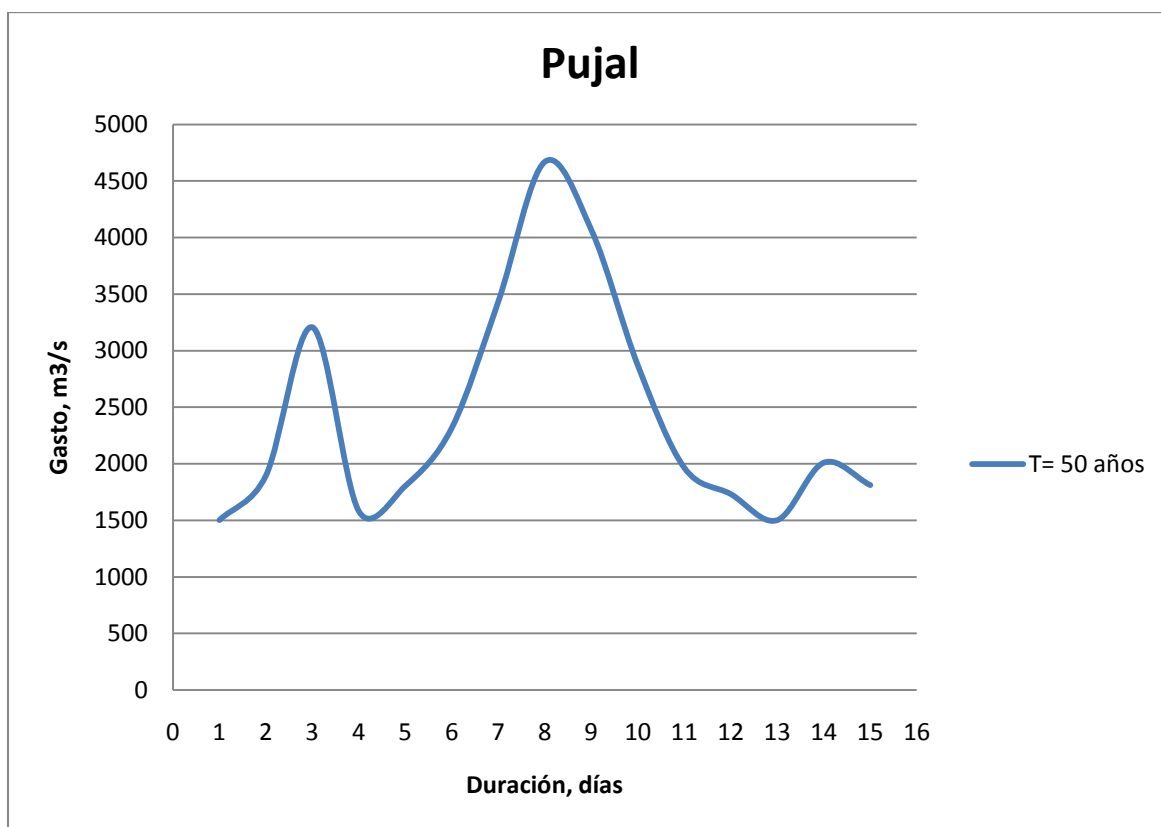


## **Avenidas de diseño, muestra original**



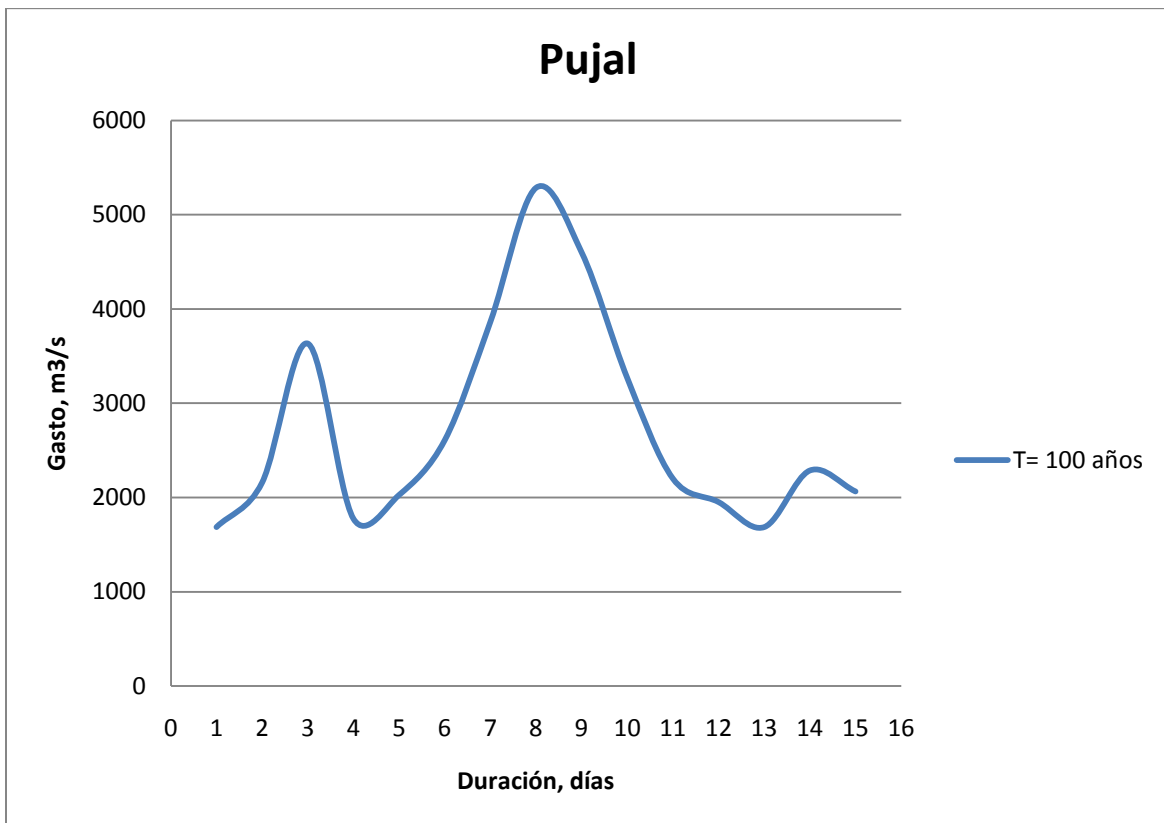
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	4670.32	4670.32	1502.34
2	4369.16	4068.00	1895.67
3	4058.31	3436.61	3207.11
4	3761.19	2869.83	1580.40
5	3472.71	2318.79	1805.48
6	3221.37	1964.67	2318.79
7	3019.10	1805.48	3436.61
8	2858.22	1732.06	4670.32
9	2716.24	1580.40	4068.00
10	2594.85	1502.34	2869.83
11	2650.51	3207.11	1964.67
12	2597.15	2010.19	1732.06
13	2543.19	1895.67	1502.34
14	2490.95	1811.83	2010.19
15	2438.10	1698.20	1811.83



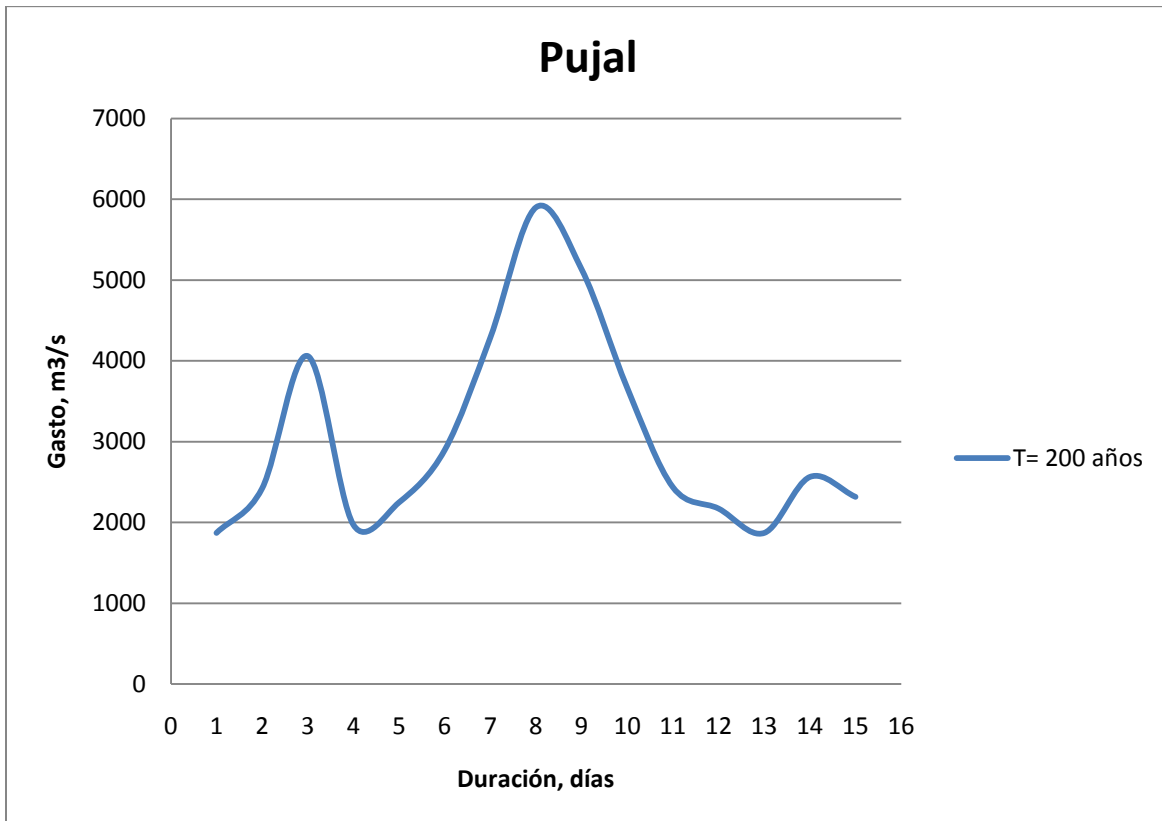
# 100 años

Tiempo, días	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	5285.55	5285.55	1685.77
2	4943.03	4600.51	2158.17
3	4582.88	3862.58	3633.36
4	4253.87	3266.84	1774.83
5	3924.55	2607.27	2026.31
6	3637.08	2199.73	2607.27
7	3406.97	2026.31	3862.58
8	3225.00	1951.21	5285.55
9	3063.87	1774.83	4600.51
10	2926.06	1685.77	3266.84
11	2990.36	3633.36	2199.73
12	2931.67	2286.08	1951.21
13	2872.17	2158.17	1685.77
14	2814.43	2063.81	2286.08
15	2755.46	1929.88	2063.81



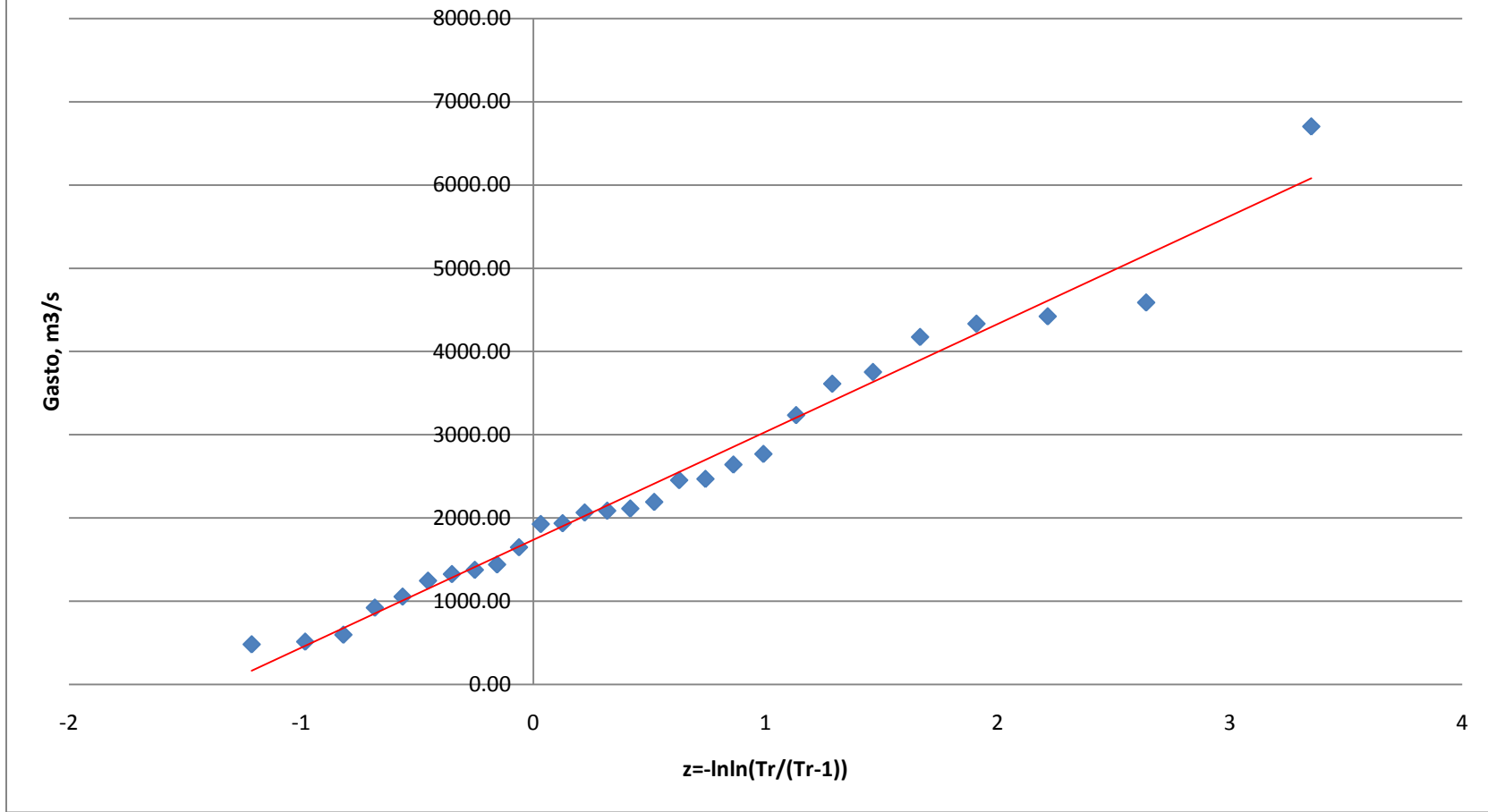
## 200 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	5898.54	5898.54	1868.44
2	5514.80	5131.06	2419.72
3	5105.54	4287.02	4058.07
4	4744.75	3662.38	1968.72
5	4374.76	2894.80	2246.39
6	4051.27	2433.82	2894.80
7	3793.43	2246.39	4287.02
8	3590.43	2169.43	5898.54
9	3410.24	1968.72	5131.06
10	3256.06	1868.44	3662.38
11	3328.97	4058.07	2433.82
12	3264.98	2561.09	2169.43
13	3199.96	2419.72	1868.44
14	3136.72	2314.60	2561.09
15	3071.66	2160.82	2314.60

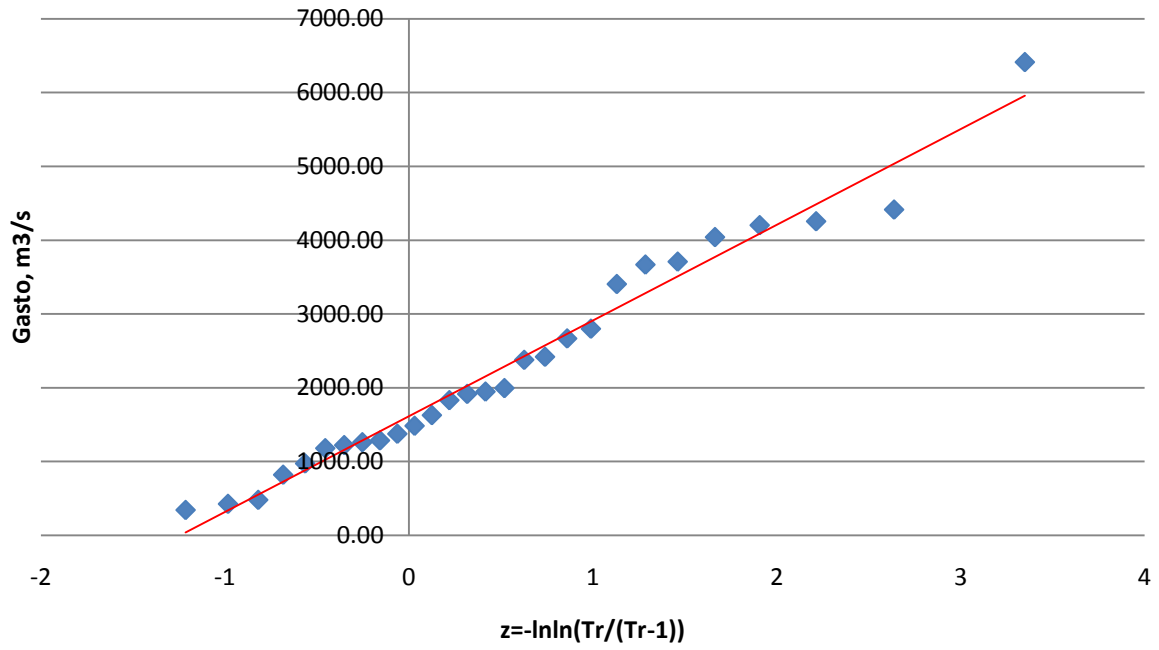


# **Anexo G. Estación Hidrométrica San Vicente**

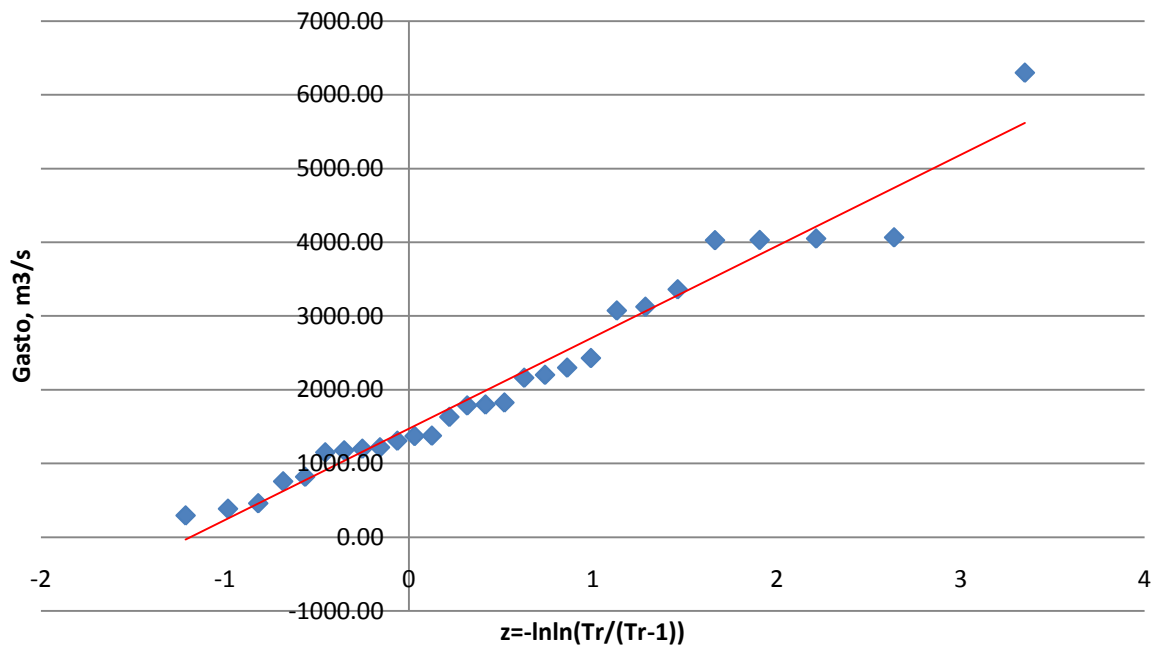
# San Vicente 1 día



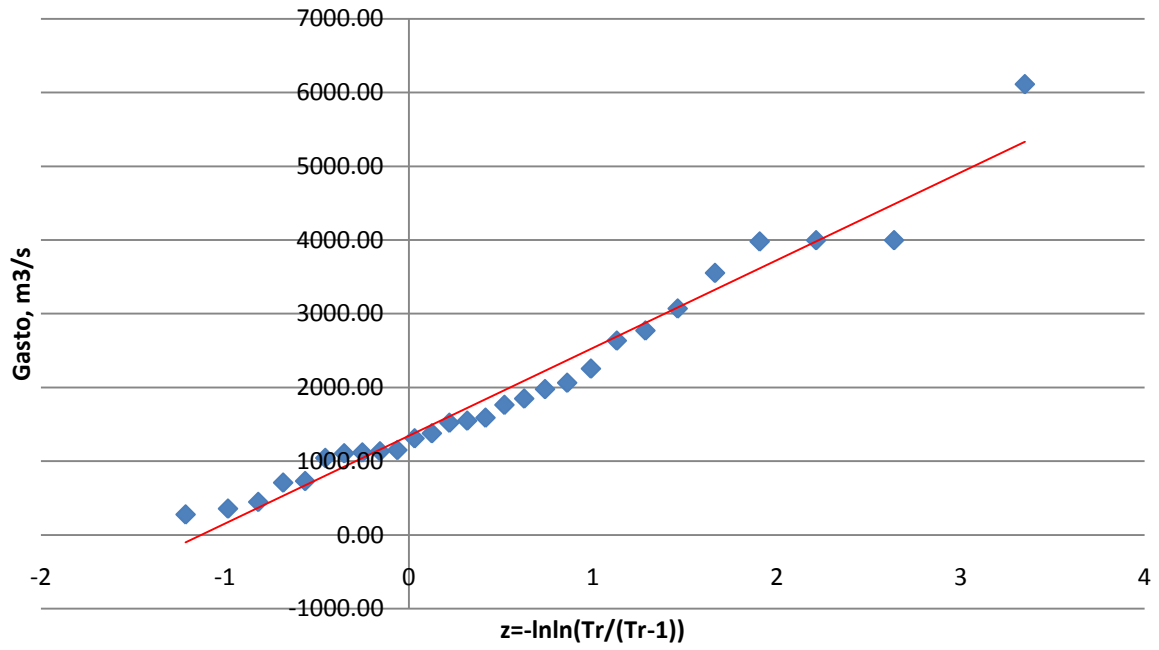
### San Vicente 2 días



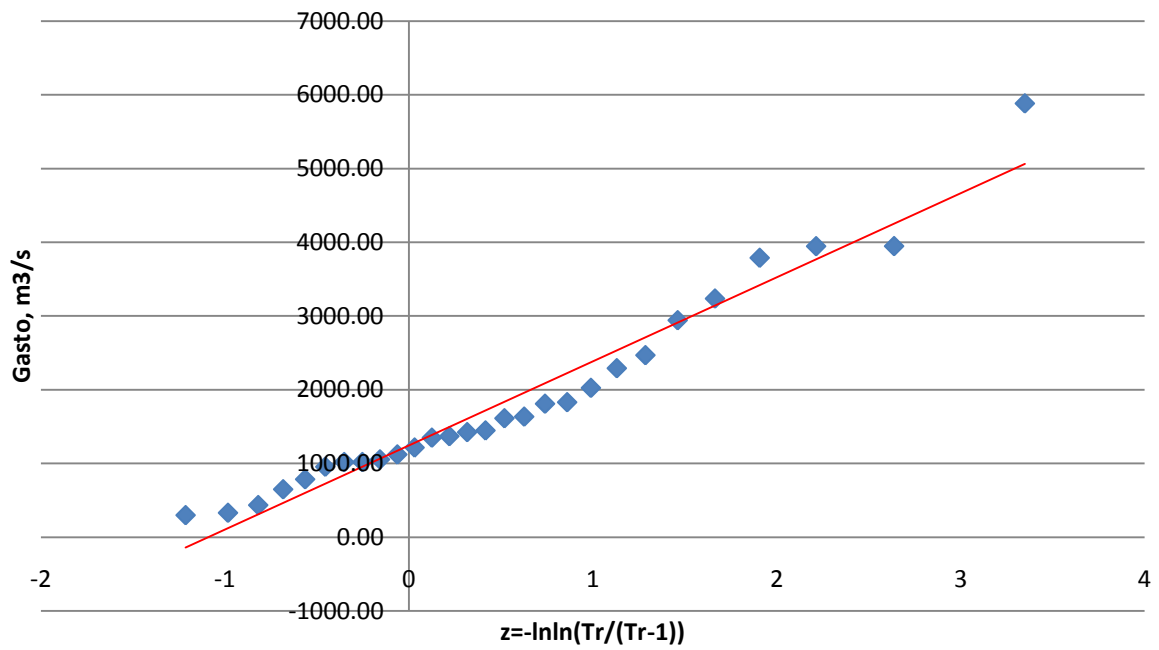
### San Vicente 3 días



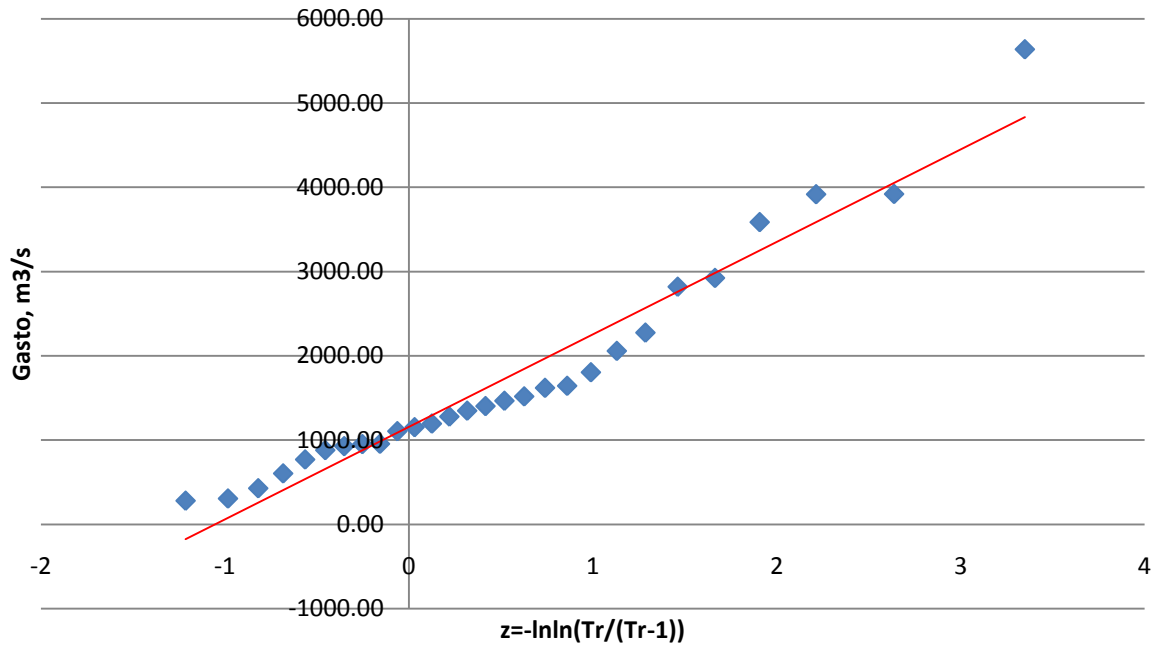
### San Vicente 4 días



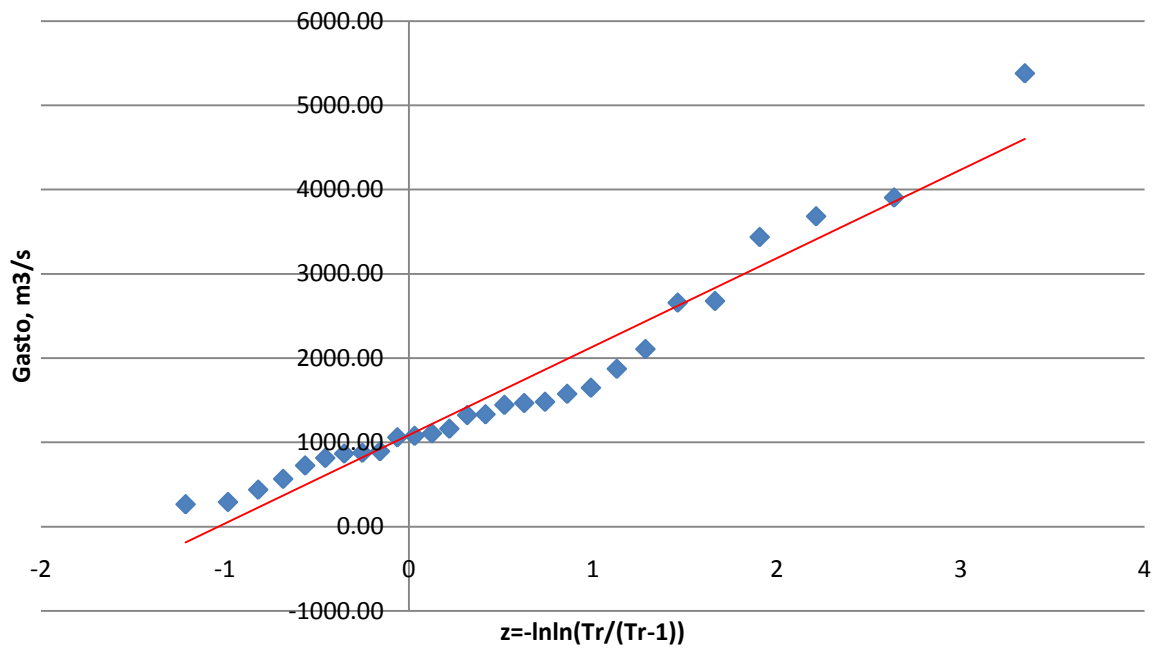
### San Vicente 5 días



### San Vicente 6 días

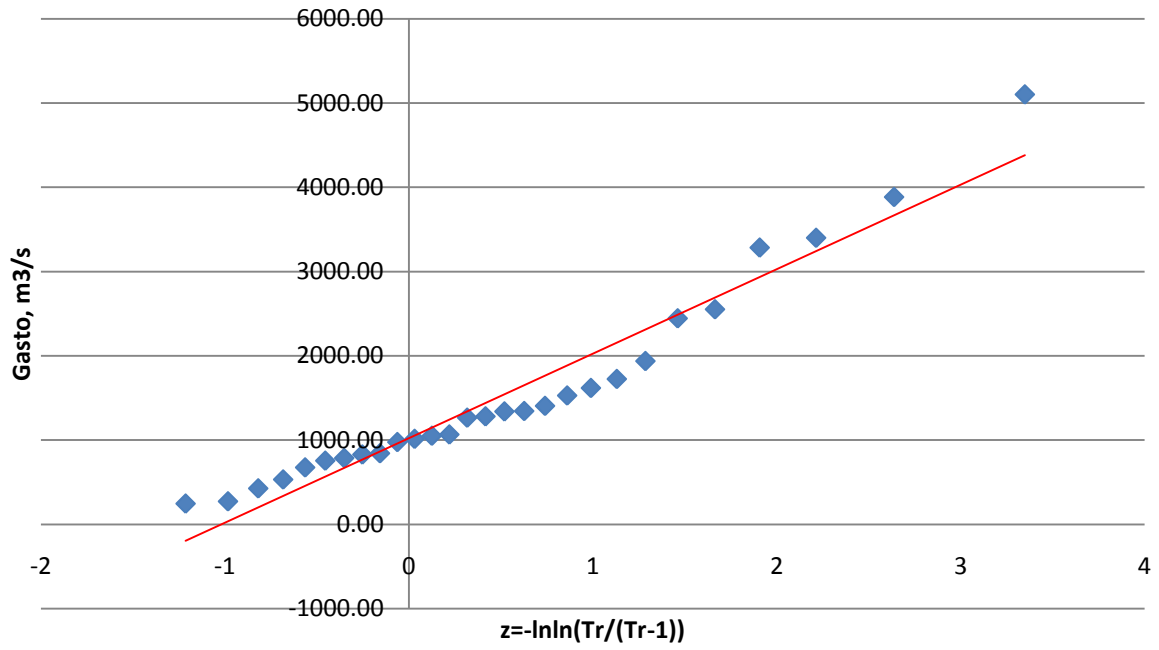


### San Vicente 7 días

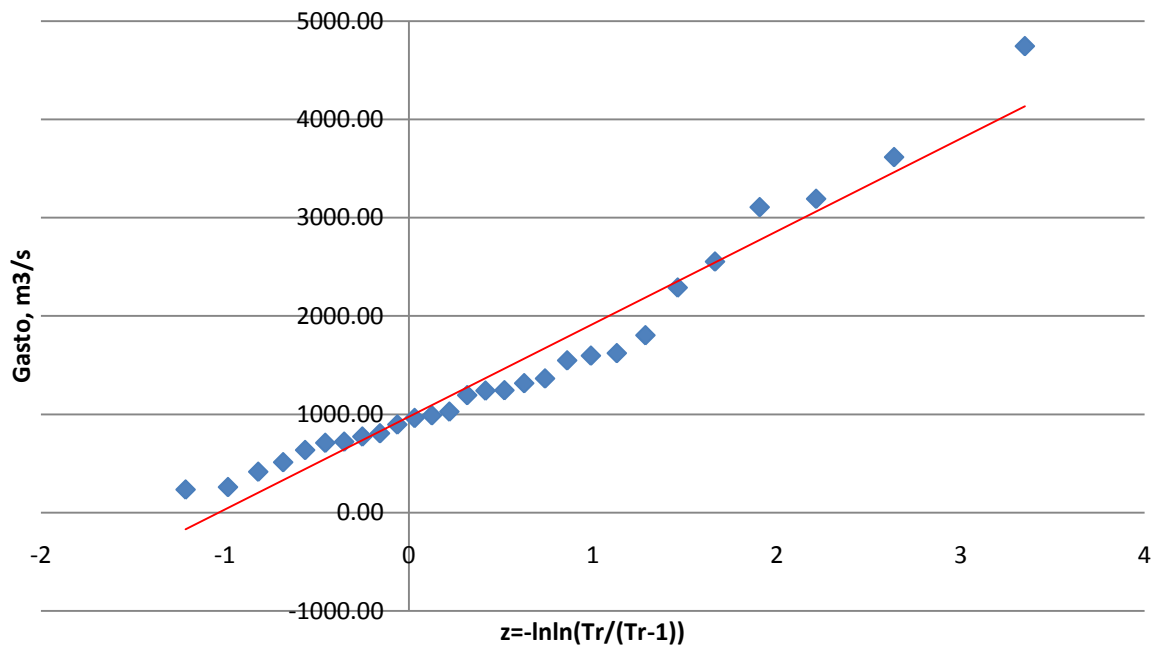




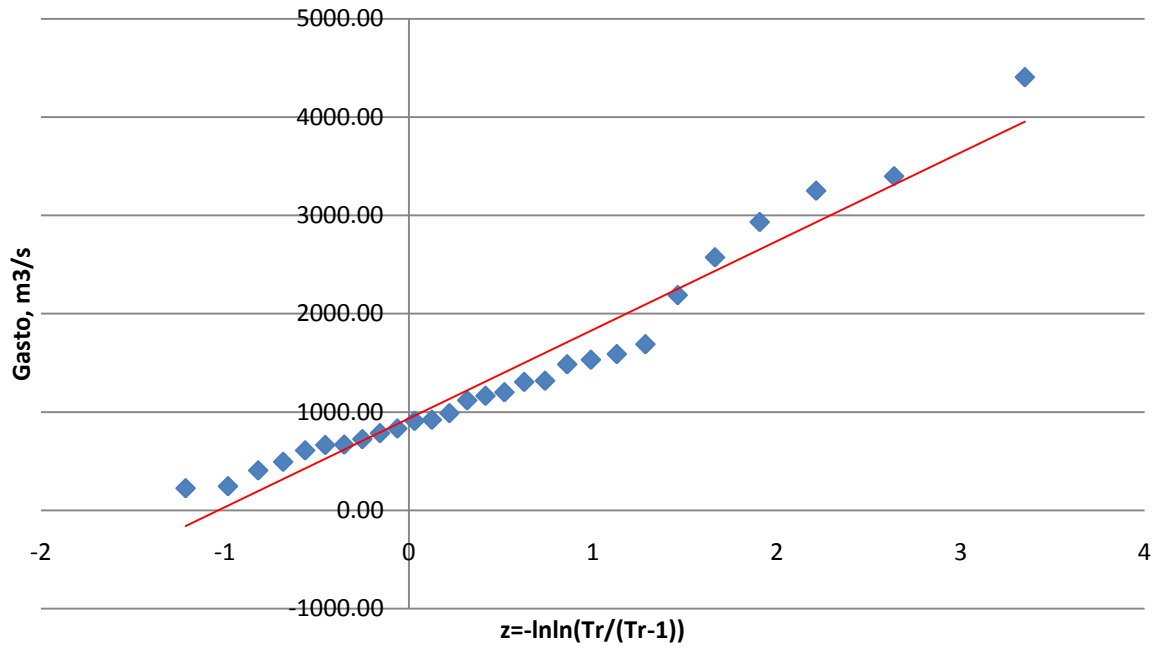
### San Vicente 8 días



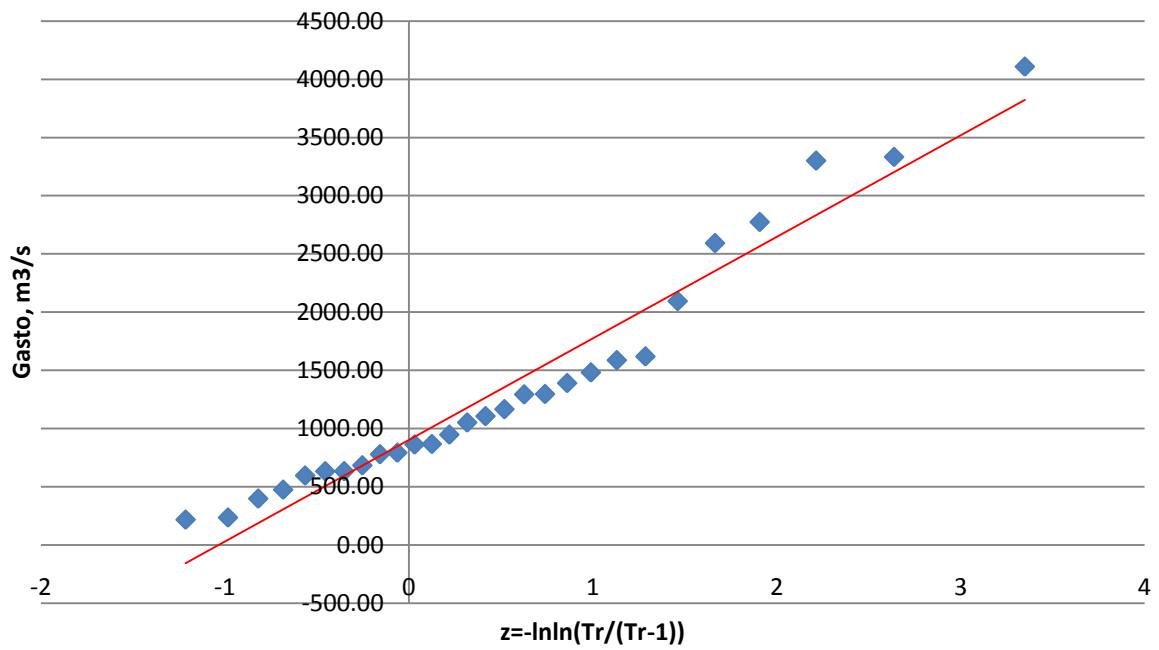
### San Vicente 9 días



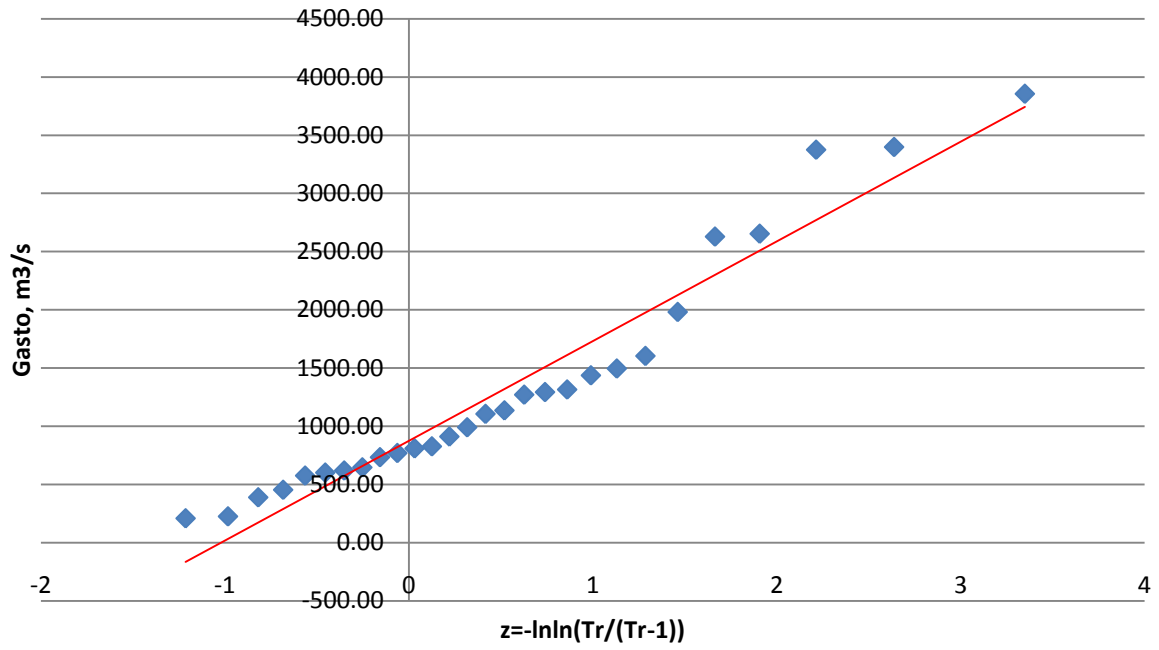
### San Vicente 10 días



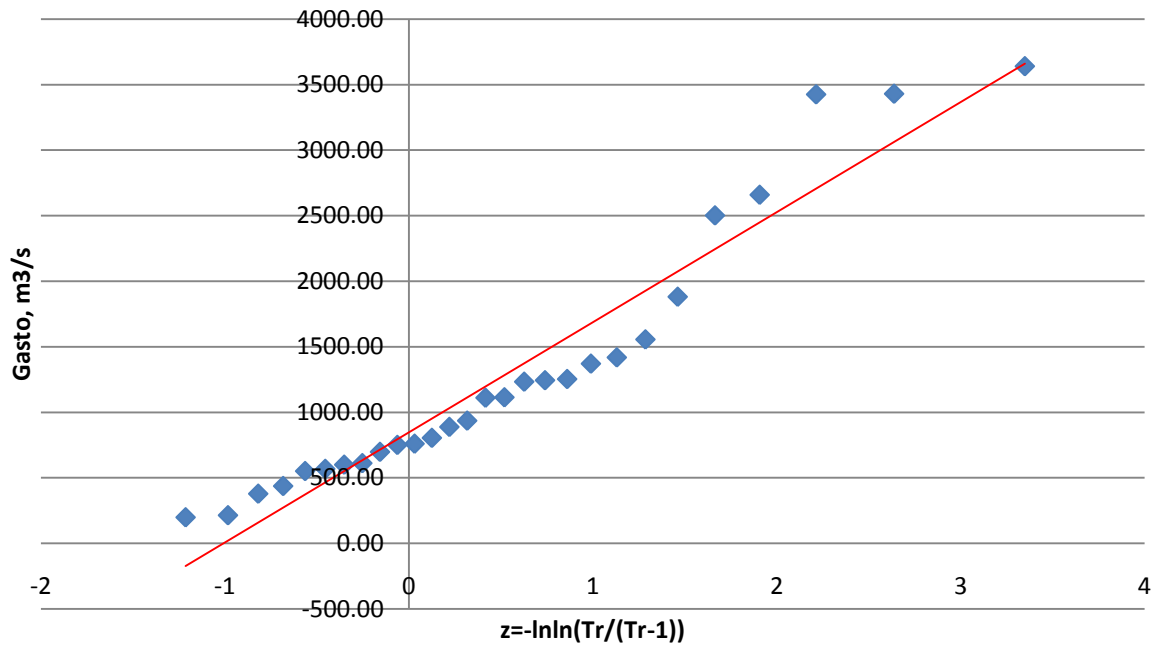
### San Vicente 11 días



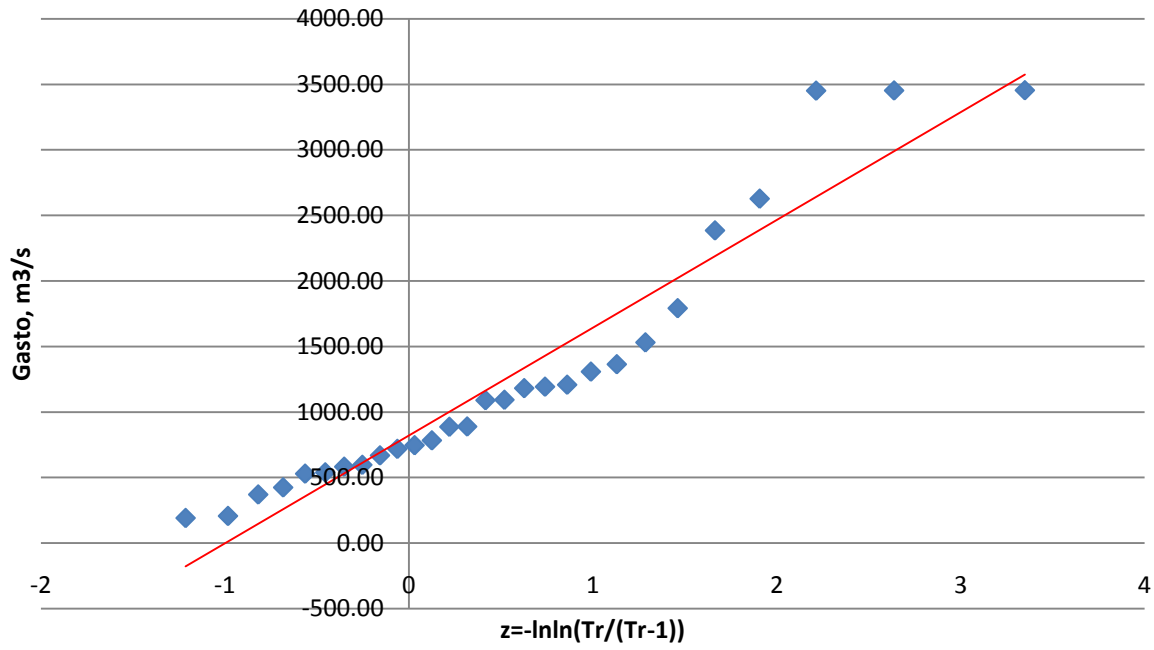
### San Vicente 12 días



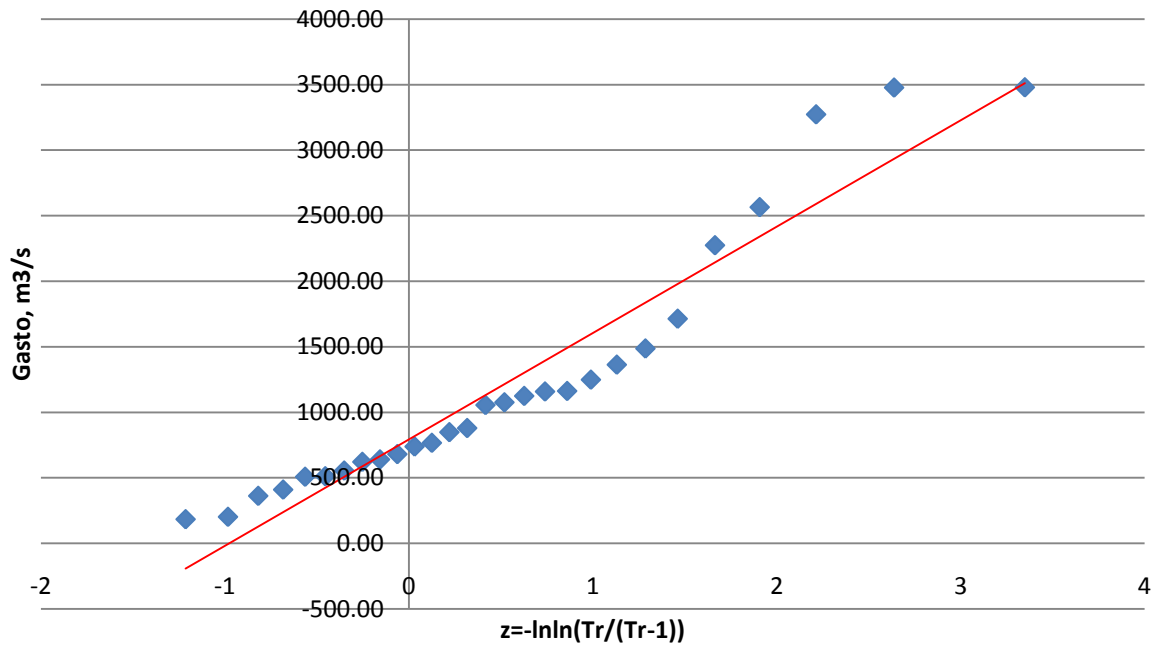
### Sn Vicente 13 días



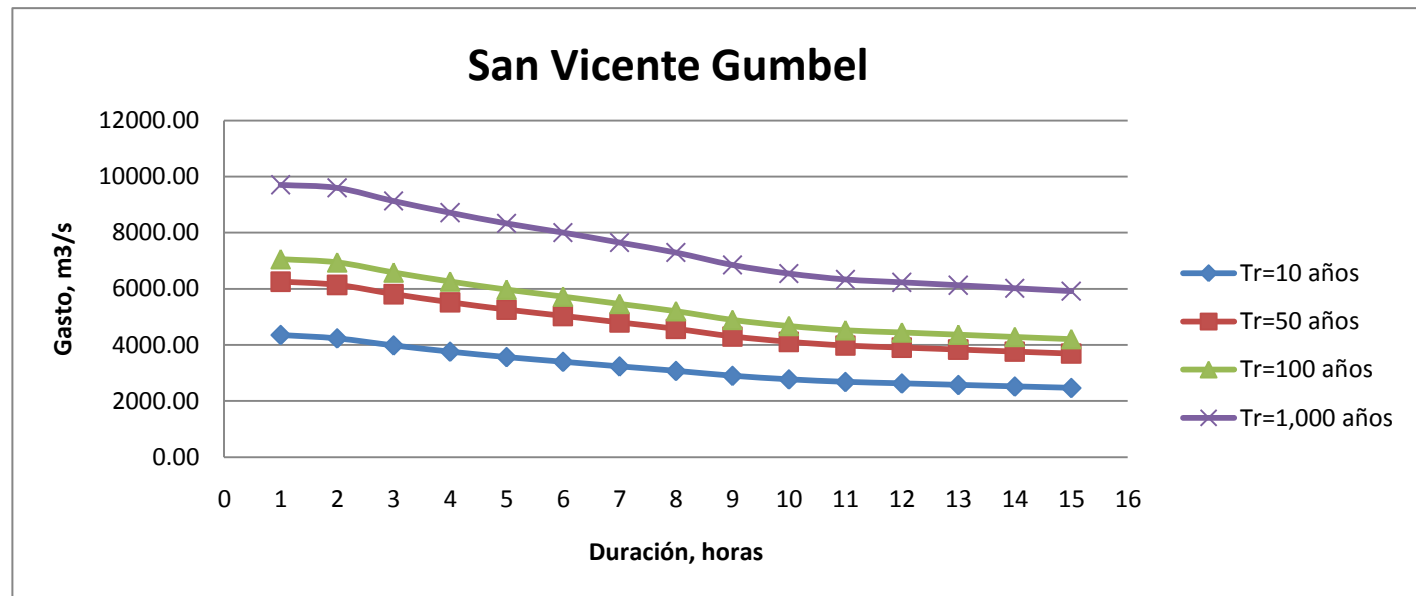
### San Vicente 14 días



### San Vicente 15 días



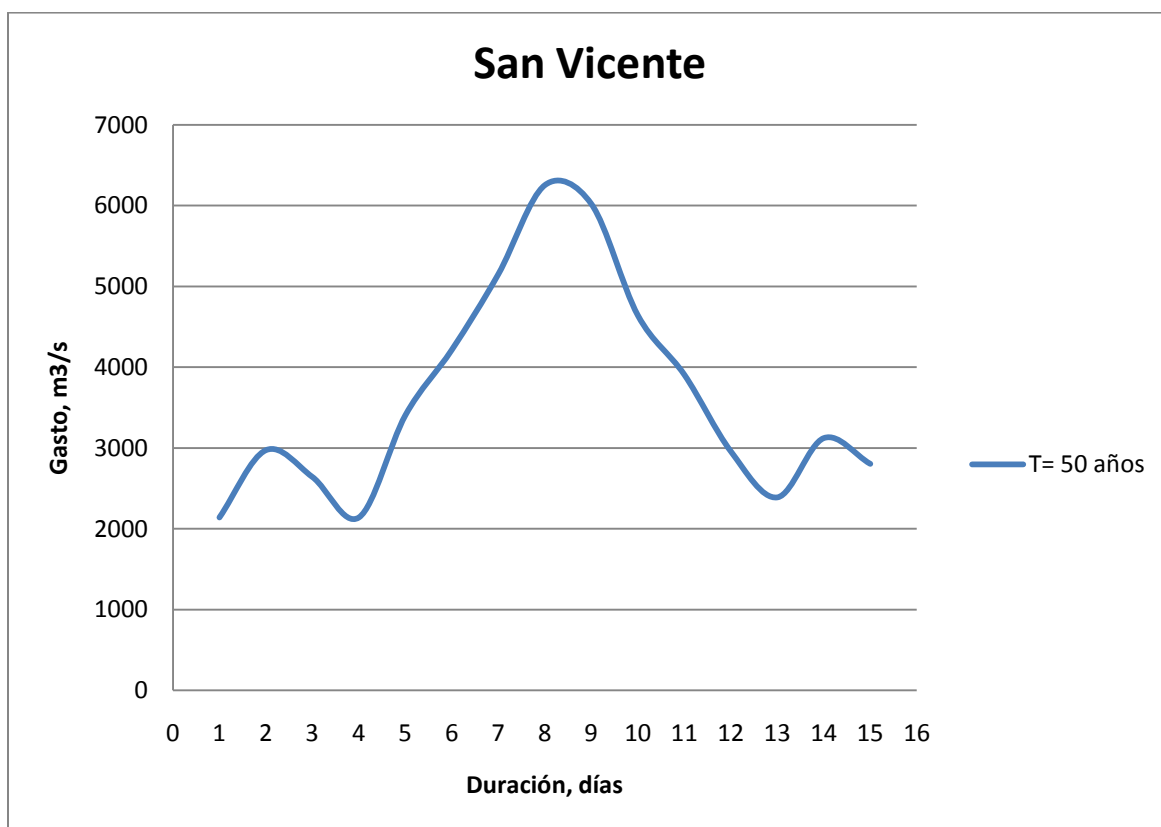
Duración		Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
días	$\alpha$	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1		2189.10	3492.07	4354.75	5182.25	6253.37	7056.02	7855.02	8910.82	9708.23	10505.35	11558.88	12355.76
2		2062.79	3368.94	4233.72	5063.23	6136.96	6941.56	7743.23	8800.88	9600.23	10399.29	11455.38	12254.21
3		1898.71	3152.27	3982.24	4778.37	5808.87	6581.09	7350.49	8365.56	9132.73	9899.63	10913.21	11679.88
4		1754.54	2960.78	3759.41	4525.48	5517.08	6260.14	7000.49	7977.25	8715.46	9453.40	10428.71	11166.44
5		1637.83	2798.10	3566.30	4303.18	5256.99	5971.74	6683.87	7623.41	8333.48	9043.30	9981.45	10691.06
6		1533.97	2655.43	3397.94	4110.17	5032.09	5722.93	6411.25	7319.36	8005.69	8691.77	9598.54	10284.42
7		1446.10	2521.29	3233.16	3916.00	4799.87	5462.21	6122.13	6992.77	7650.77	8308.54	9177.90	9835.48
8		1366.58	2393.47	3073.37	3725.54	4569.71	5202.30	5832.58	6664.11	7292.57	7920.79	8751.10	9379.15
9		1299.10	2261.11	2898.05	3509.02	4299.85	4892.47	5482.92	6261.92	6850.66	7439.19	8217.04	8805.40
10		1244.55	2162.80	2770.76	3353.94	4108.79	4674.45	5238.05	5981.60	6543.57	7105.33	7847.79	8409.38
11		1201.81	2091.00	2679.72	3244.44	3975.41	4523.16	5068.92	5788.95	6333.13	6877.11	7596.07	8139.90
12		1167.95	2045.22	2626.05	3183.20	3904.37	4444.78	4983.23	5693.60	6230.48	6767.17	7476.50	8013.03
13		1133.56	1998.90	2571.83	3121.39	3832.75	4365.81	4896.93	5597.64	6127.22	6656.60	7356.28	7885.51
14		1100.51	1952.88	2517.23	3058.56	3759.27	4284.34	4807.51	5497.72	6019.37	6540.82	7230.02	7751.33
15		1070.52	1910.13	2466.02	2999.25	3689.45	4206.66	4721.99	5401.86	5915.69	6429.34	7108.21	7621.71



## **Avenidas de diseño, muestra original**

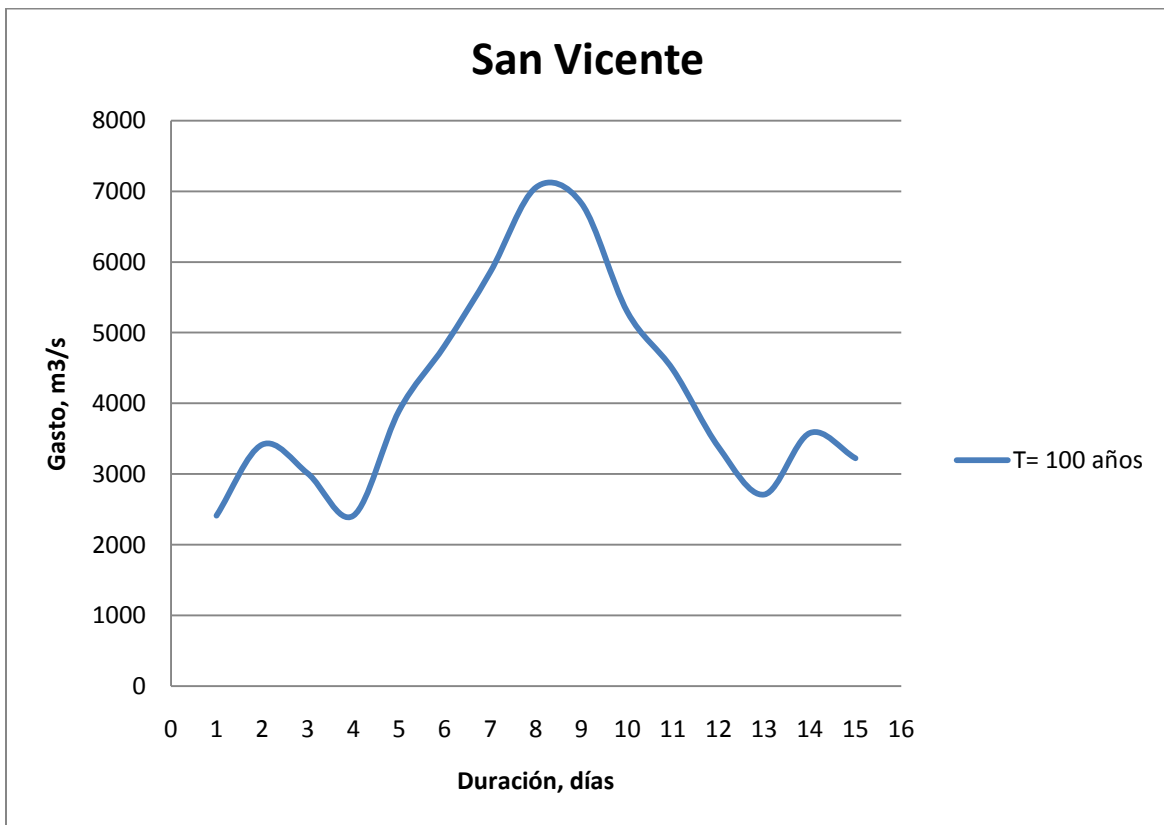
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	6253.37	6253.37	2140.97
2	6136.96	6020.55	2973.31
3	5808.87	5152.69	2641.61
4	5517.08	4641.71	2140.97
5	5256.99	4216.63	3406.55
6	5032.09	3907.59	4216.63
7	4799.87	3406.55	5152.69
8	4569.71	2958.59	6253.37
9	4299.85	2140.97	6020.55
10	4108.79	2389.25	4641.71
11	3975.41	2641.61	3907.59
12	3904.37	3122.93	2958.59
13	3832.75	2973.31	2389.25
14	3759.27	2804.03	3122.93
15	3689.45	2711.97	2804.03



# 100 años

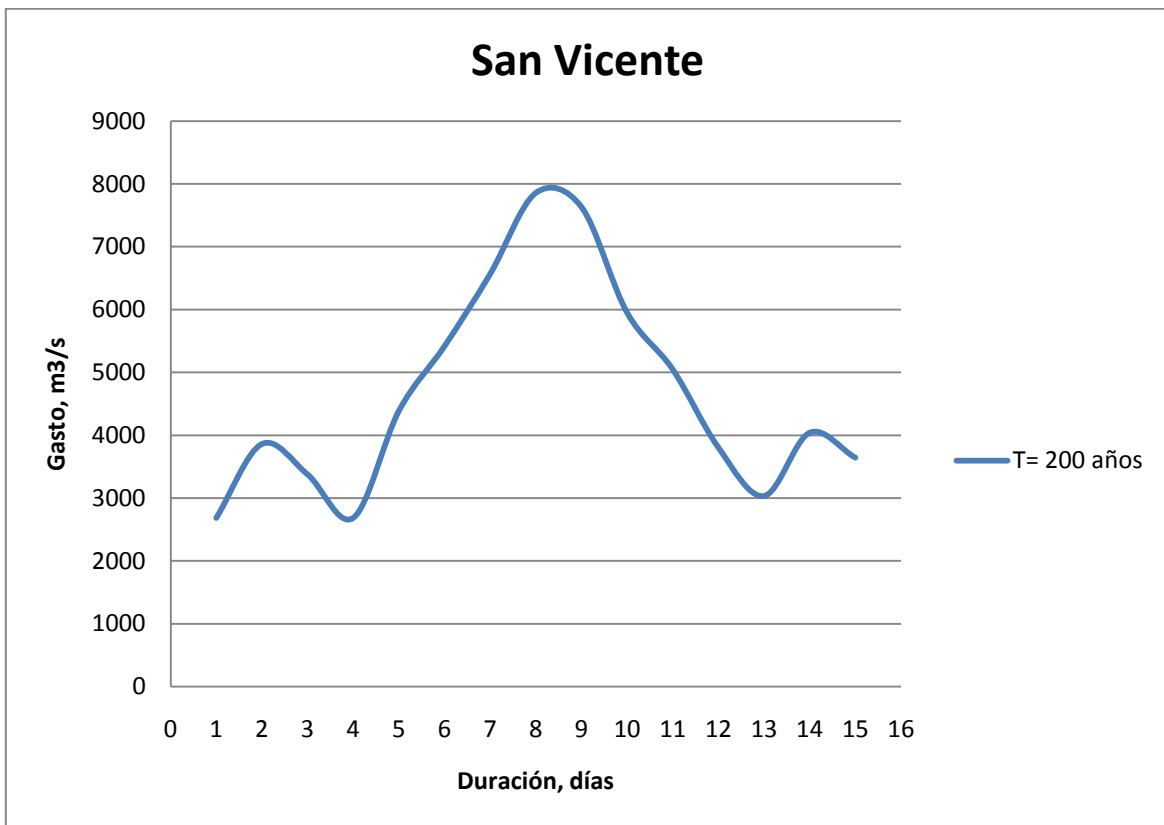
Tiempo, días	Q <sub>medio</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>indiv</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	7056.02	7056.02	2413.83
2	6941.56	6827.10	3418.17
3	6581.09	5860.15	3010.26
4	6260.14	5297.29	2413.83
5	5971.74	4818.14	3897.89
6	5722.93	4478.88	4818.14
7	5462.21	3897.89	5860.15
8	5202.30	3382.93	7056.02
9	4892.47	2413.83	6827.10
10	4674.45	2712.27	5297.29
11	4523.16	3010.26	4478.88
12	4444.78	3582.60	3382.93
13	4365.81	3418.17	2712.27
14	4284.34	3225.23	3582.60
15	4206.66	3119.14	3225.23





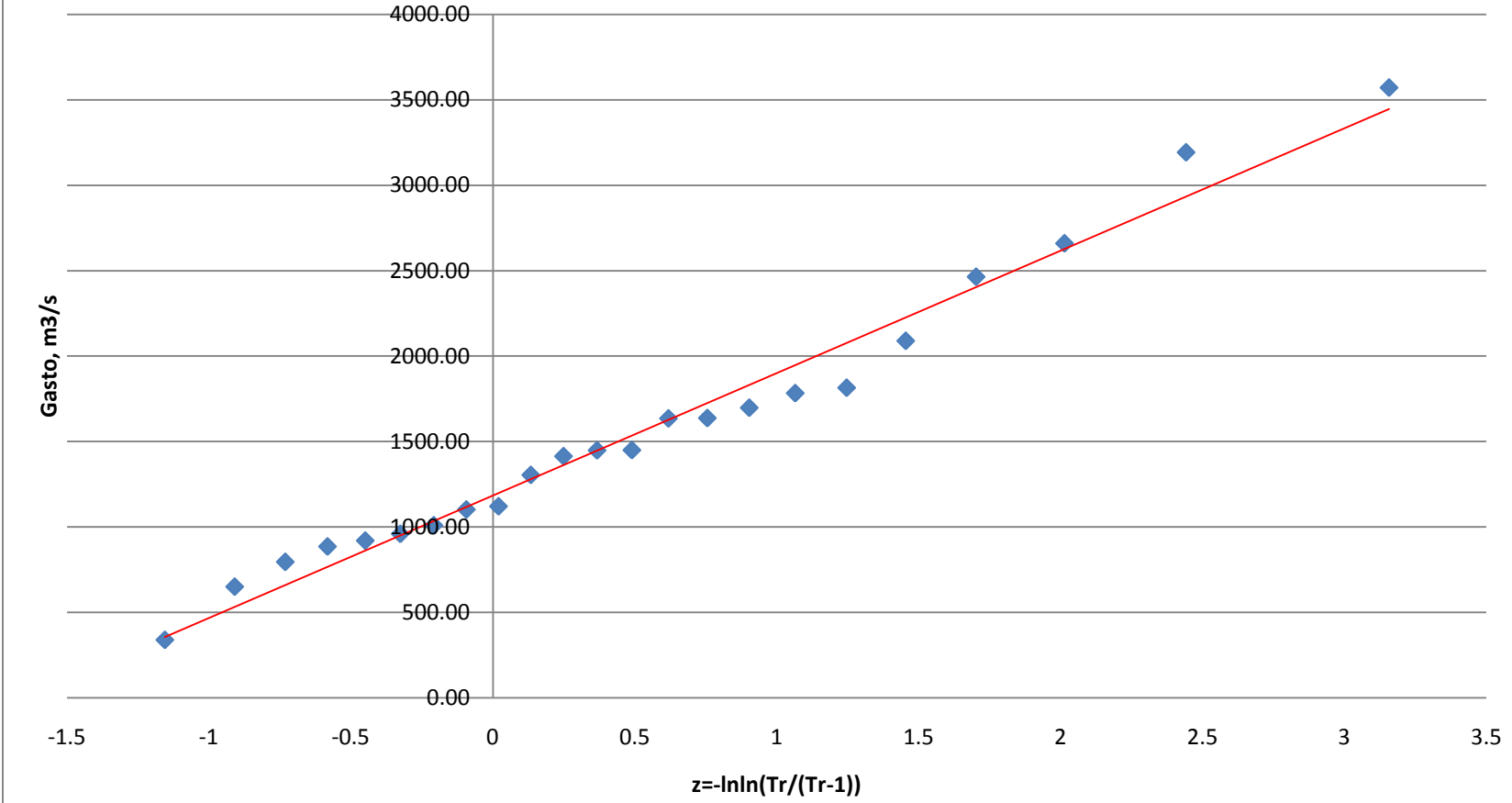
## 200 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	7855.02	7855.02	2685.64
2	7743.23	7631.44	3861.33
3	7350.49	6565.01	3377.62
4	7000.49	5950.49	2685.64
5	6683.87	5417.39	4387.41
6	6411.25	5048.15	5417.39
7	6122.13	4387.41	6565.01
8	5832.58	3805.73	7855.02
9	5482.92	2685.64	7631.44
10	5238.05	3034.22	5950.49
11	5068.92	3377.62	5048.15
12	4983.23	4040.64	3805.73
13	4896.93	3861.33	3034.22
14	4807.51	3645.05	4040.64
15	4721.99	3524.71	3645.05

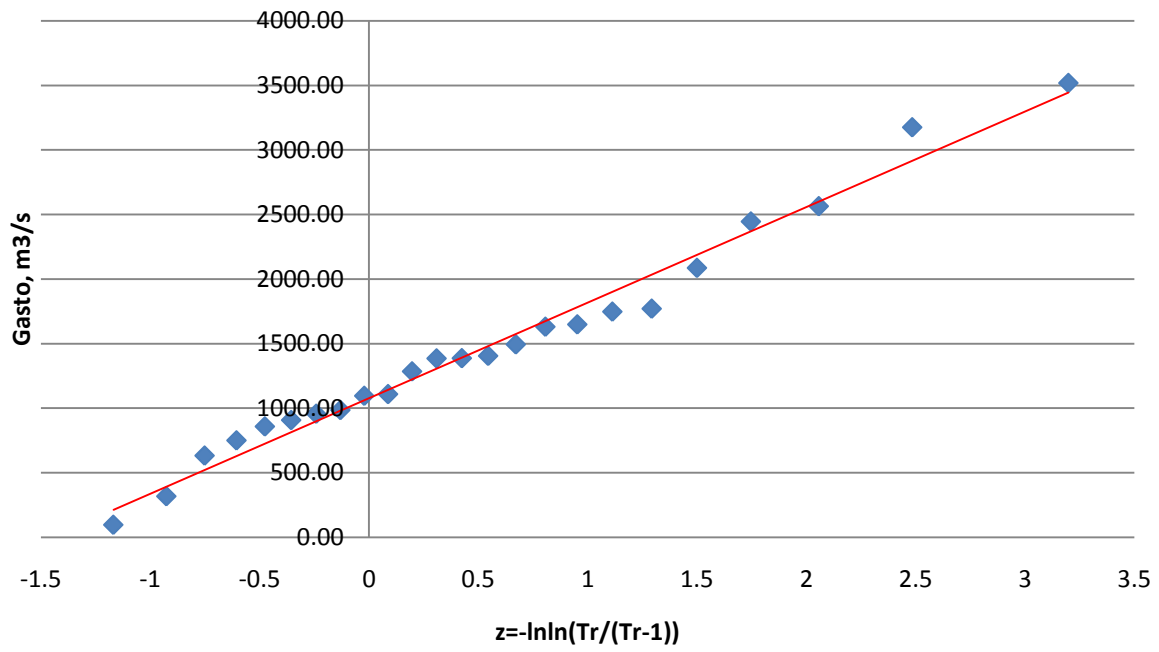


# **Anexo H. Estación Hidrométrica Tamuin**

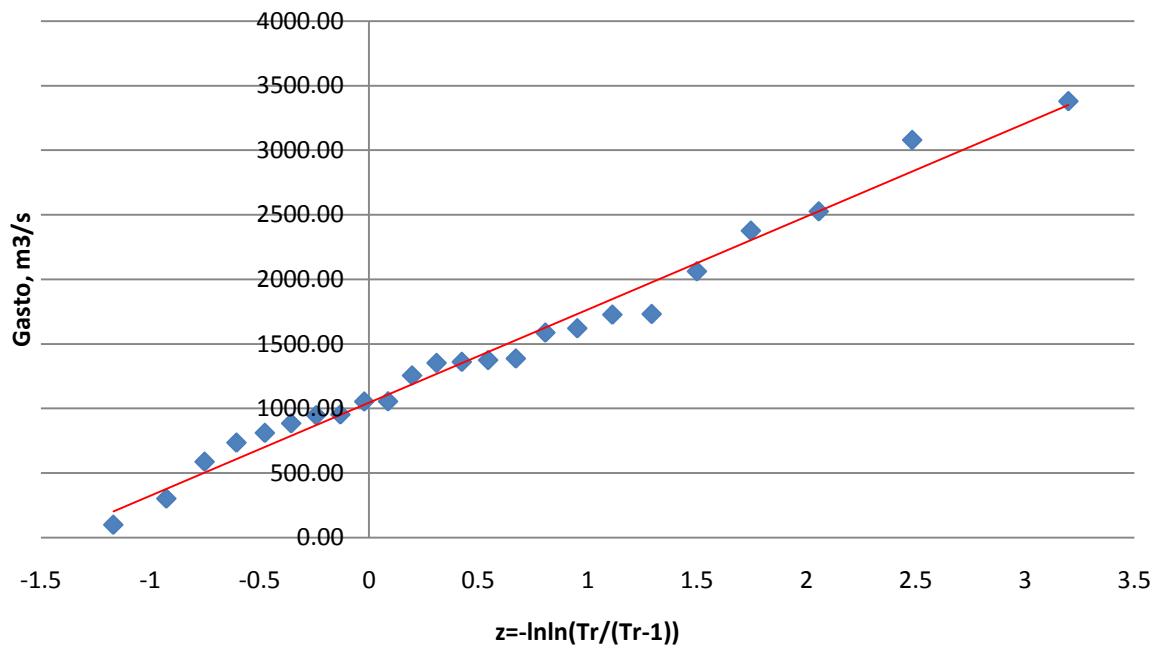
# Tamuin 1 día

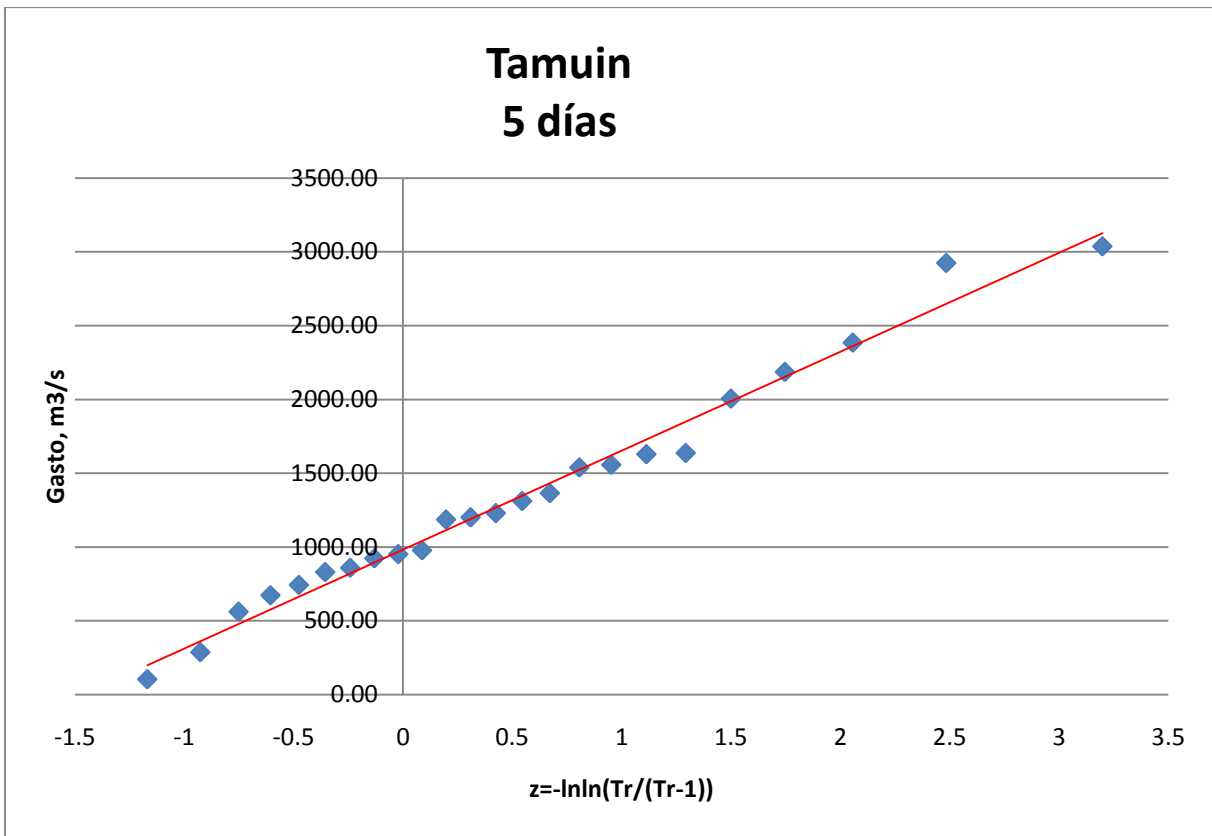
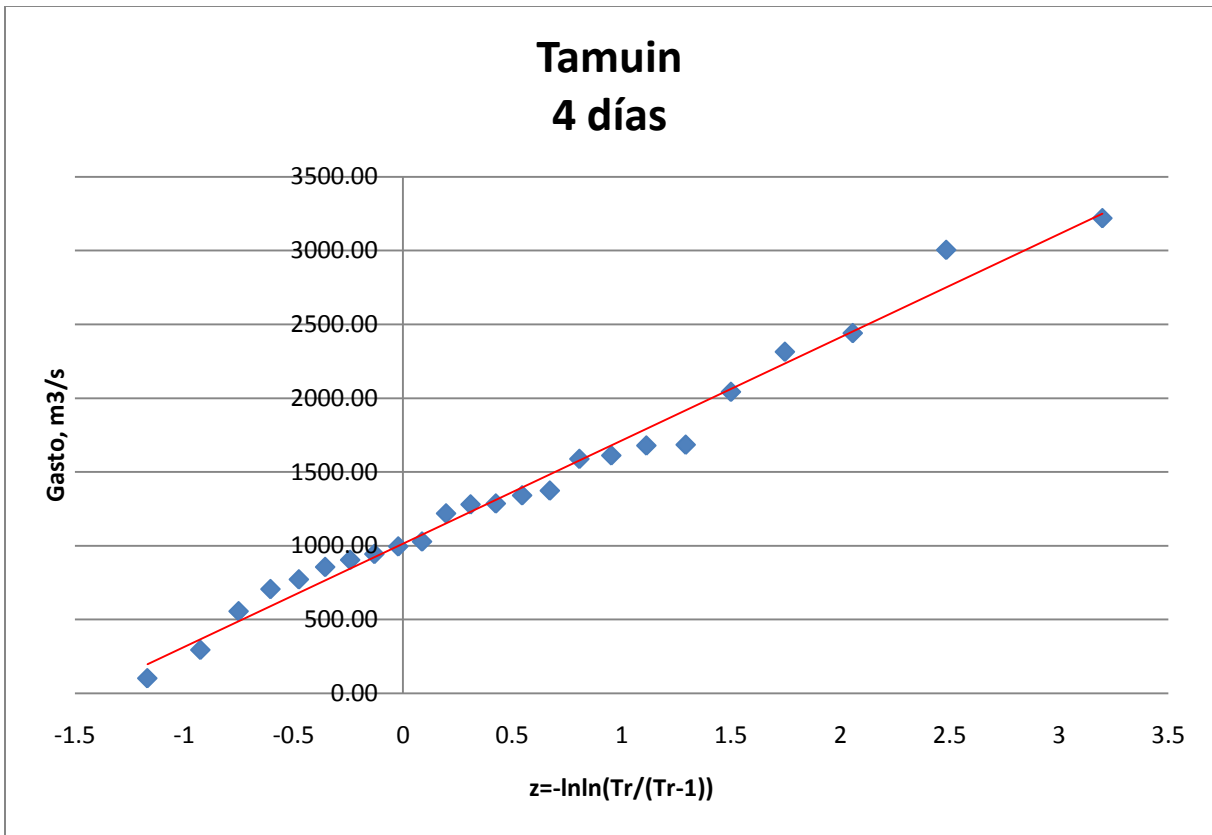


### Tamuin 2 días

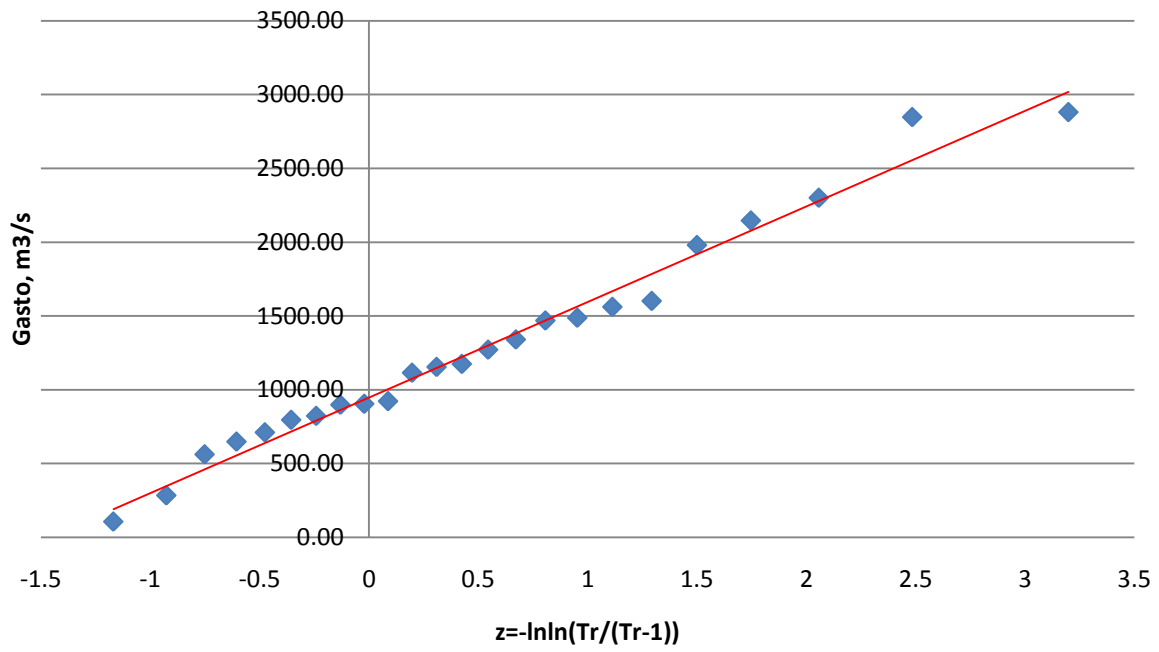


### Tamuin 3 días

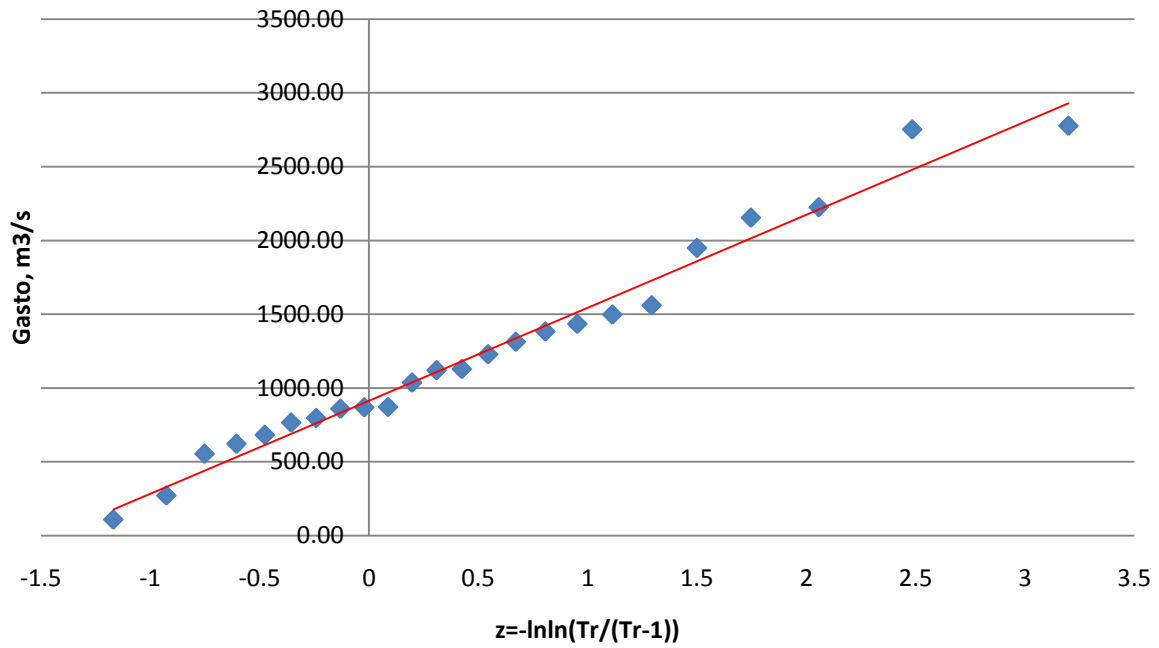




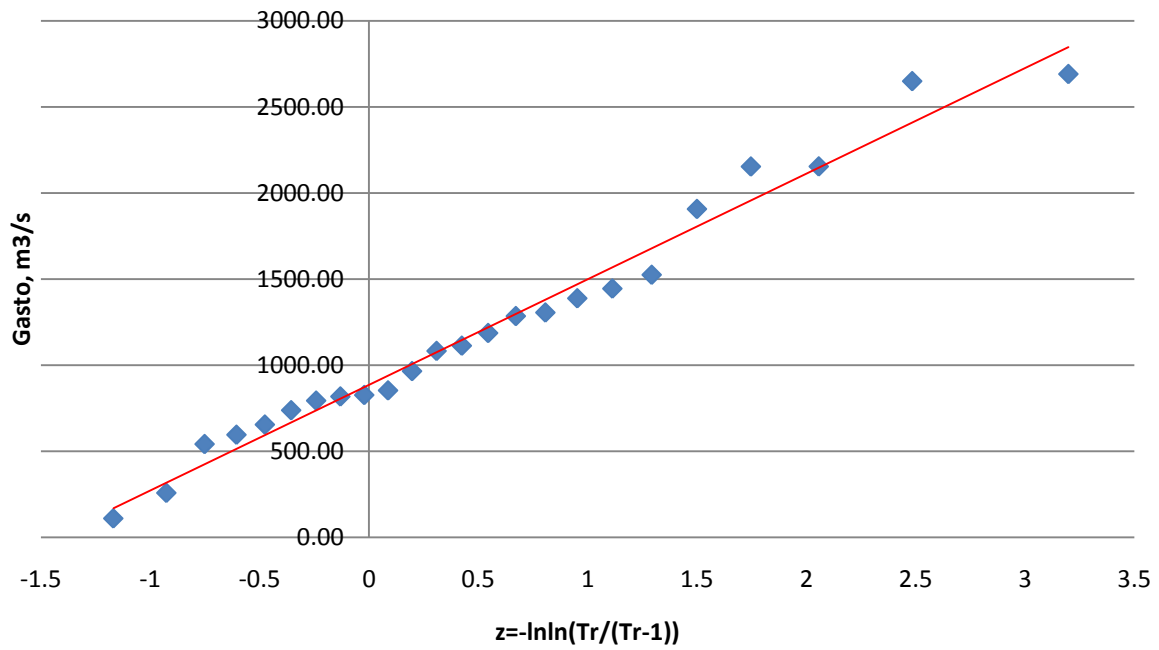
### Tamuin 6 días



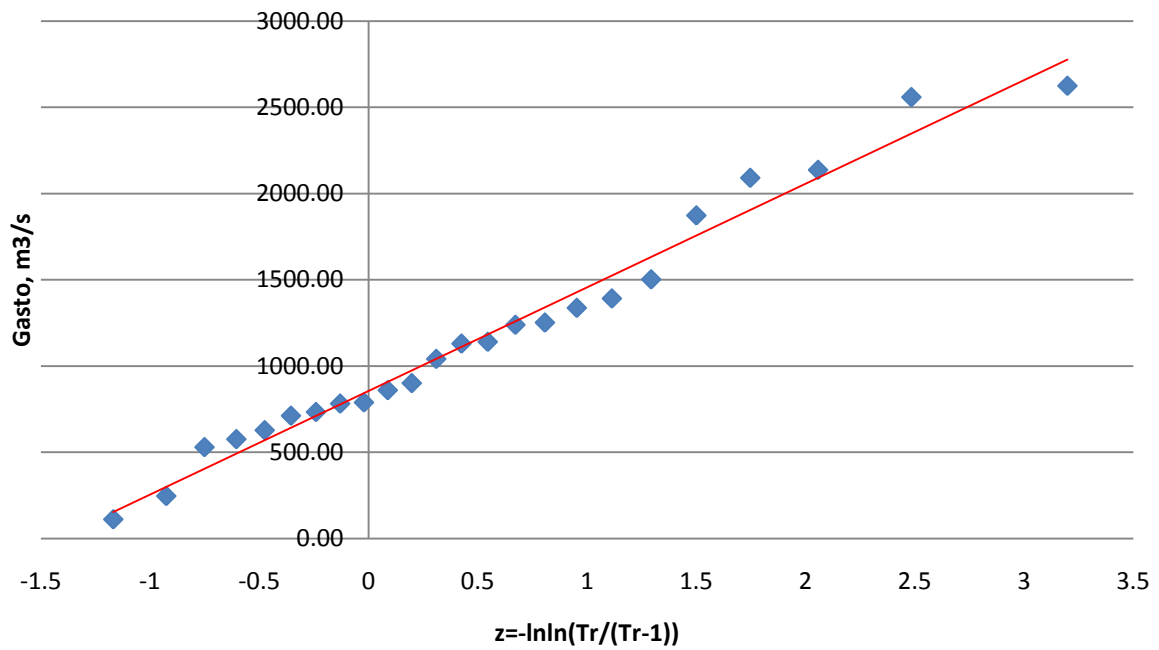
### Tamuin 7 días

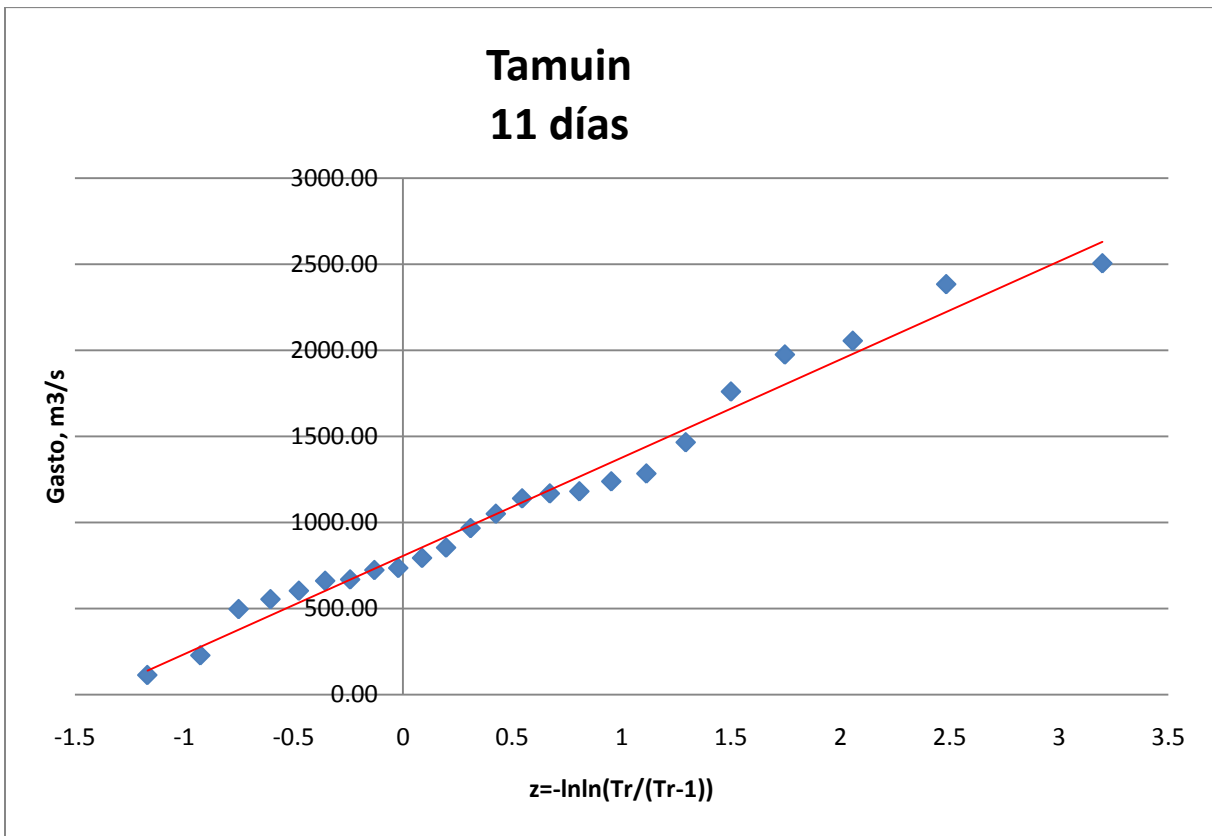
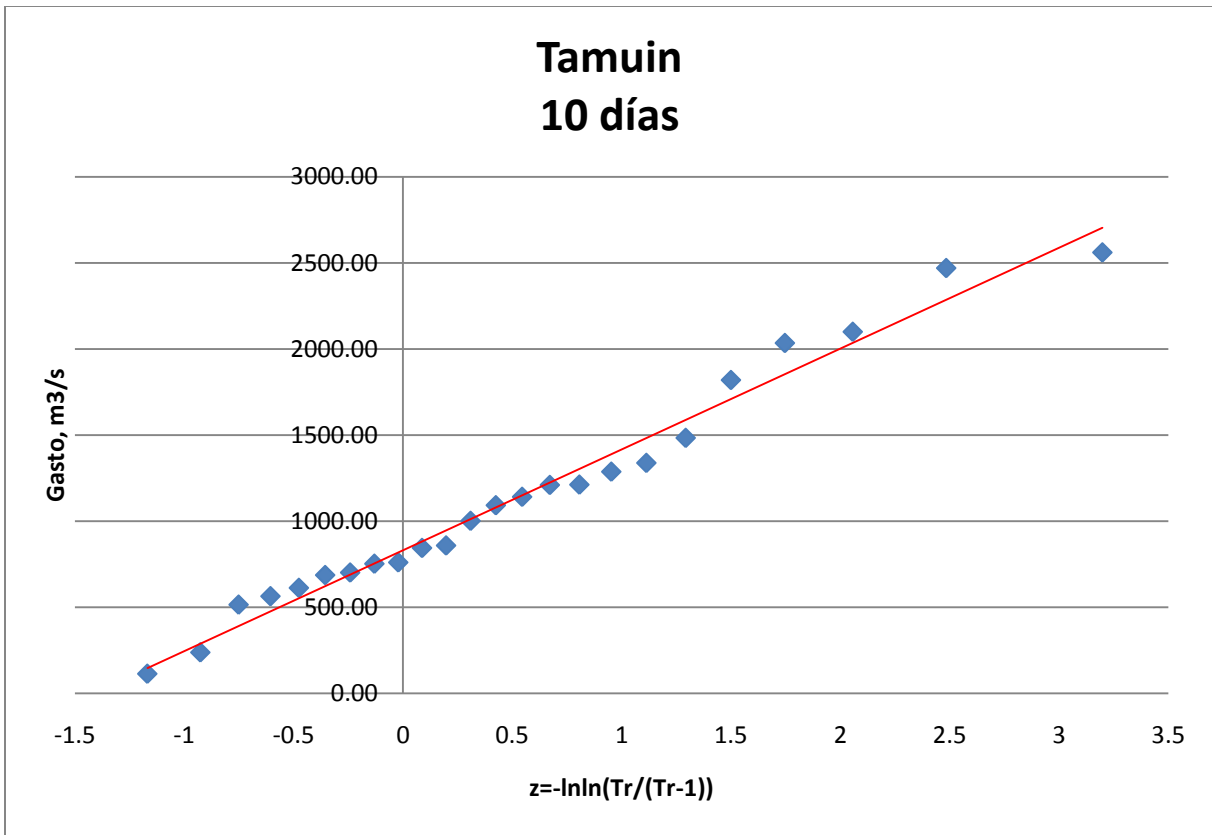


### Tamuin 8 días

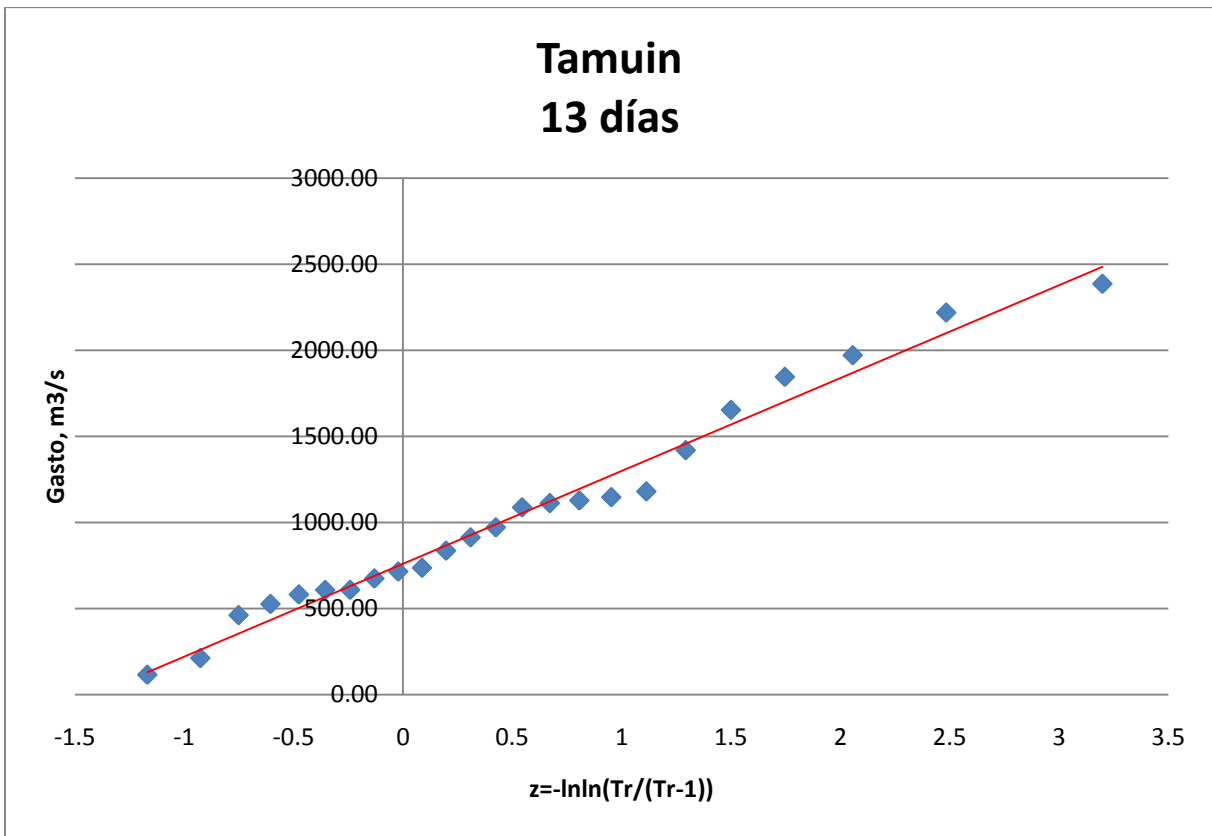
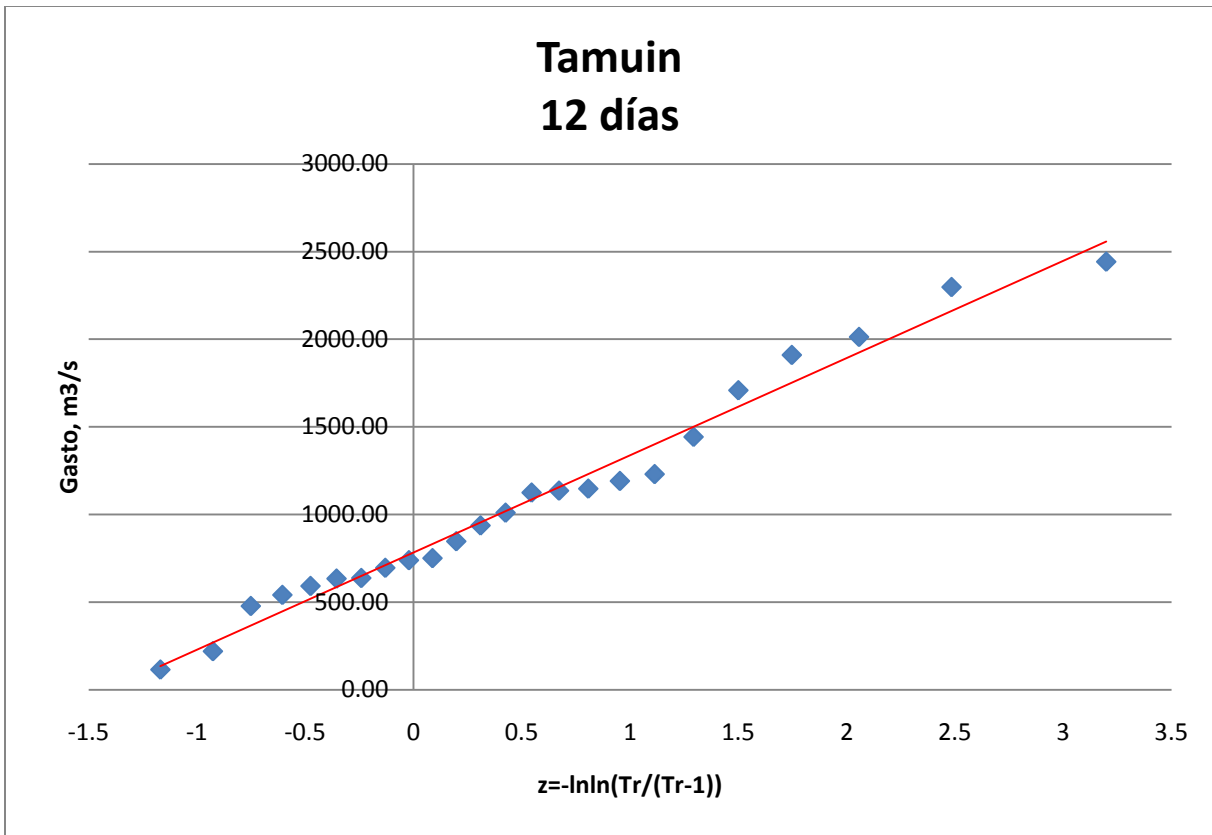


### Tamuin 9 días

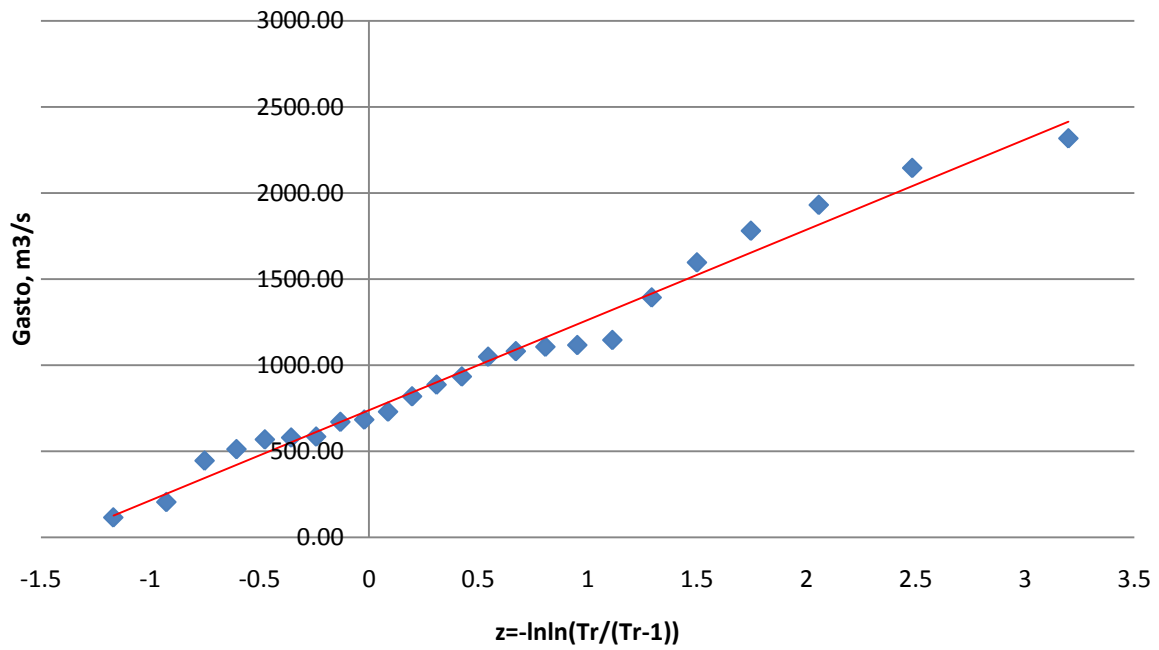




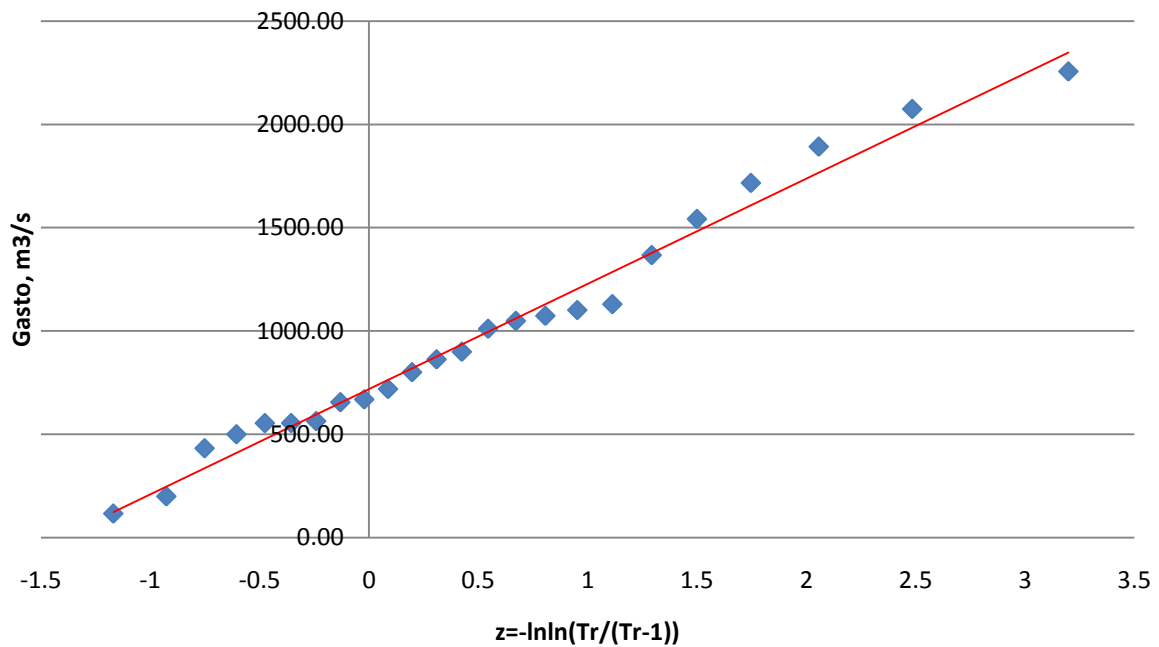




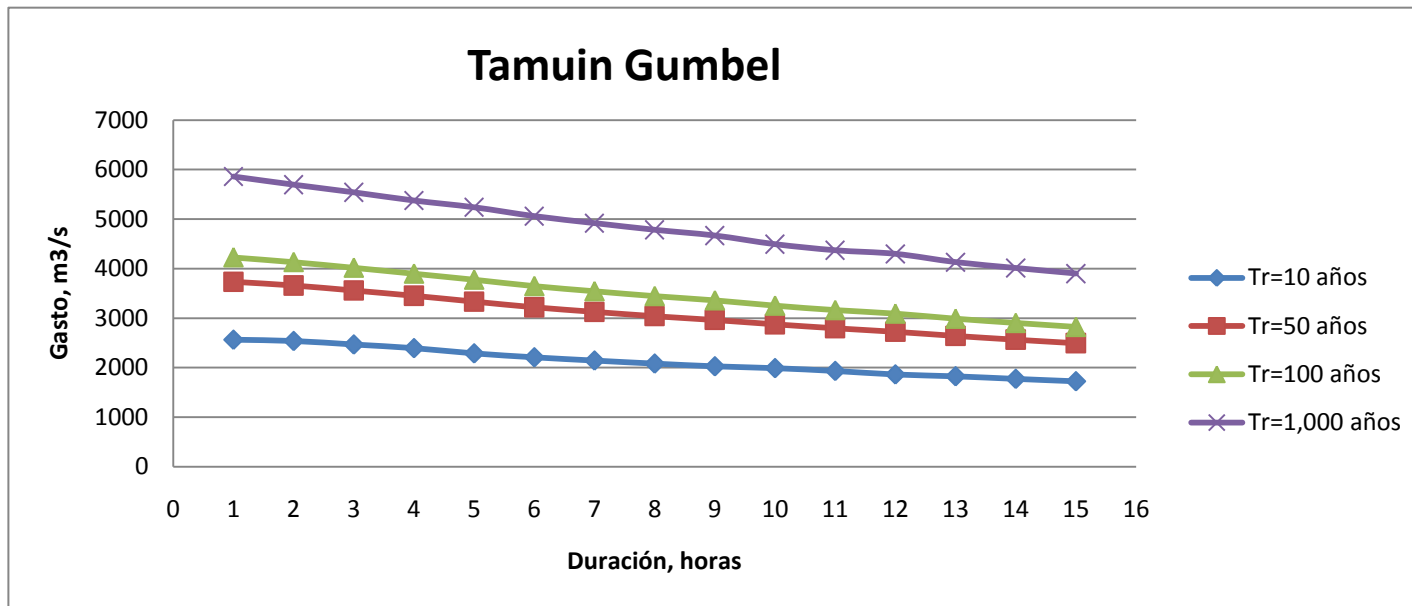
### Tamuin 14 días



### Tamuin 15 días



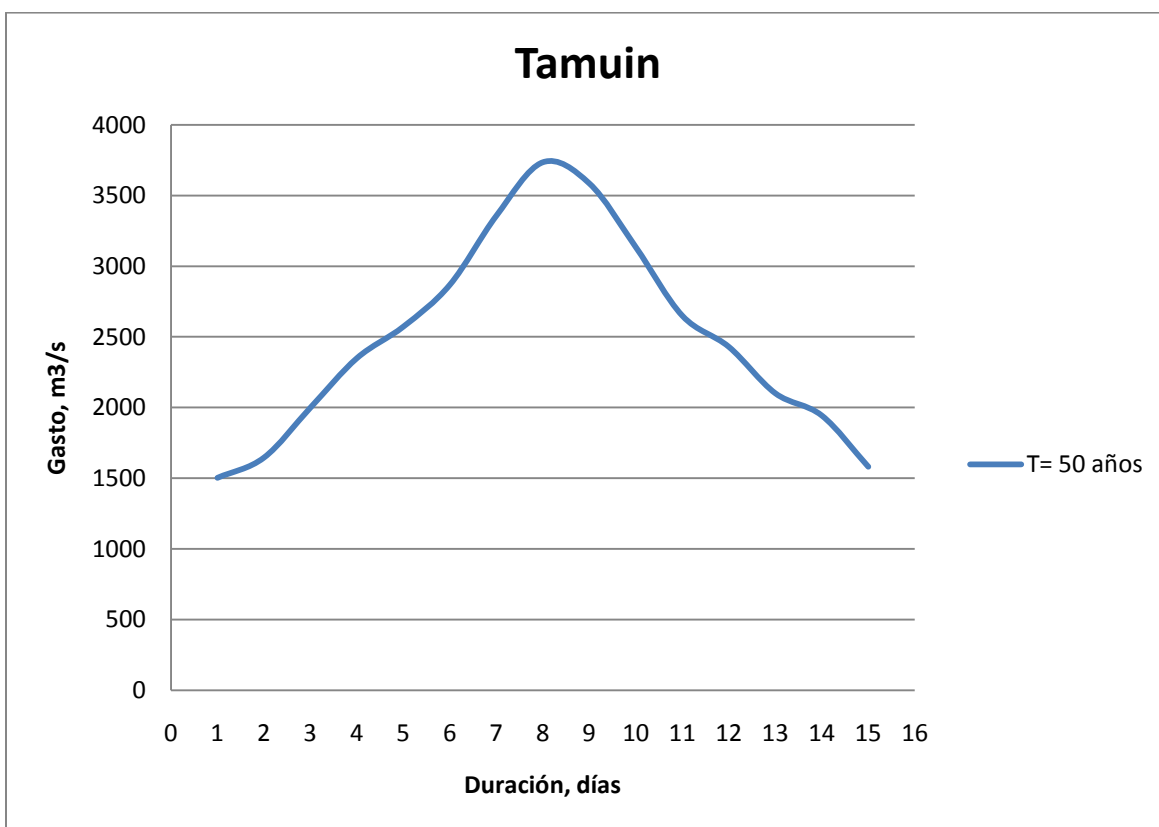
Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1233.10	2035.03	2565.97	3075.27	3734.50	4228.50	4720.70	5370.06	5860.83	6351.43	6999.83	7490.28
2	1263.54	2031.71	2540.31	3028.17	3659.66	4132.87	4604.35	5226.38	5696.50	6166.45	6787.56	7257.37
3	1226.60	1974.21	2469.20	2944.00	3558.58	4019.12	4477.99	5083.37	5540.90	5998.27	6602.76	7059.99
4	1189.98	1915.29	2395.50	2856.14	3452.38	3899.18	4344.35	4931.66	5375.54	5819.26	6405.71	6849.31
5	1096.66	1814.43	2289.65	2745.49	3335.53	3777.69	4218.23	4799.44	5238.70	5677.81	6258.16	6697.14
6	1057.90	1751.41	2210.58	2651.02	3221.13	3648.35	4074.00	4635.58	5060.00	5484.27	6045.02	6469.17
7	1022.30	1697.52	2144.57	2573.39	3128.46	3544.40	3958.83	4505.59	4918.81	53331.89	5877.84	6290.80
8	990.70	1648.03	2083.23	2500.59	3041.05	3445.98	3849.42	4381.69	4783.97	5186.10	5717.59	6119.61
9	960.40	1602.79	2028.11	2436.09	2964.17	3359.89	3754.17	4274.35	4667.49	5060.48	5579.89	5972.78
10	977.85	1586.98	1991.27	2377.12	2877.85	3253.08	3626.94	4120.18	4492.96	4865.61	5358.12	5730.65
11	948.76	1541.60	1934.12	2310.62	2797.98	3163.18	3527.05	4007.10	4369.92	4732.60	5211.95	5574.53
12	878.80	1471.24	1863.49	2239.74	2726.76	3091.72	3455.34	3935.07	4297.64	4660.08	5139.10	5501.43
13	894.48	1455.23	1826.50	2182.63	2643.60	2989.04	3333.21	3787.28	4130.46	4473.51	4926.91	5269.86
14	869.34	1413.83	1774.33	2120.13	2567.73	2903.15	3237.34	3678.24	4011.46	4344.57	4784.82	5117.82
15	845.81	1375.09	1725.51	2061.65	2496.75	2822.79	3147.65	3576.23	3900.14	4223.94	4651.89	4975.59



## **Avenidas de diseño, muestra original**

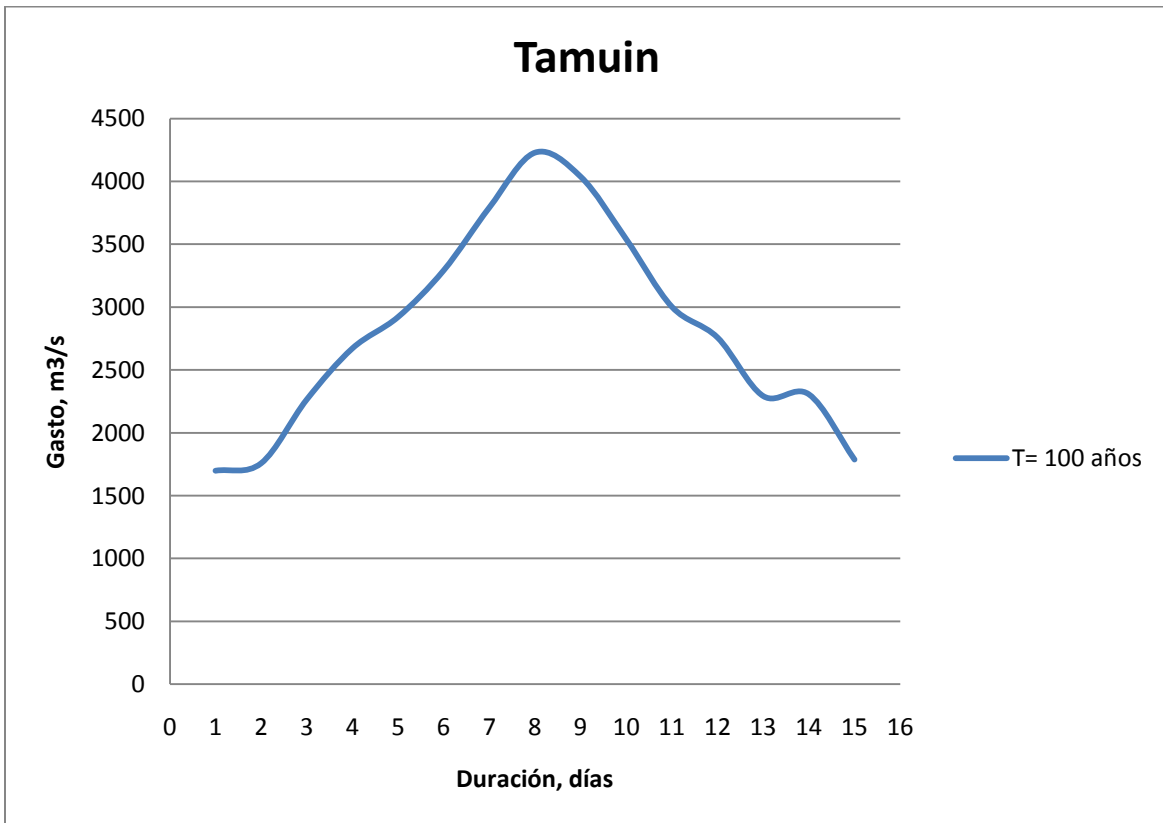
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	3734.50	3734.50	1503.03
2	3659.66	3584.82	1645.68
3	3558.58	3356.42	1999.28
4	3452.38	3133.78	2349.13
5	3335.53	2868.13	2572.44
6	3221.13	2649.13	2868.13
7	3128.46	2572.44	3356.42
8	3041.05	2429.18	3734.50
9	2964.17	2349.13	3584.82
10	2877.85	2100.97	3133.78
11	2797.98	1999.28	2649.13
12	2726.76	1943.34	2429.18
13	2643.60	1645.68	2100.97
14	2567.73	1581.42	1943.34
15	2496.75	1503.03	1581.42



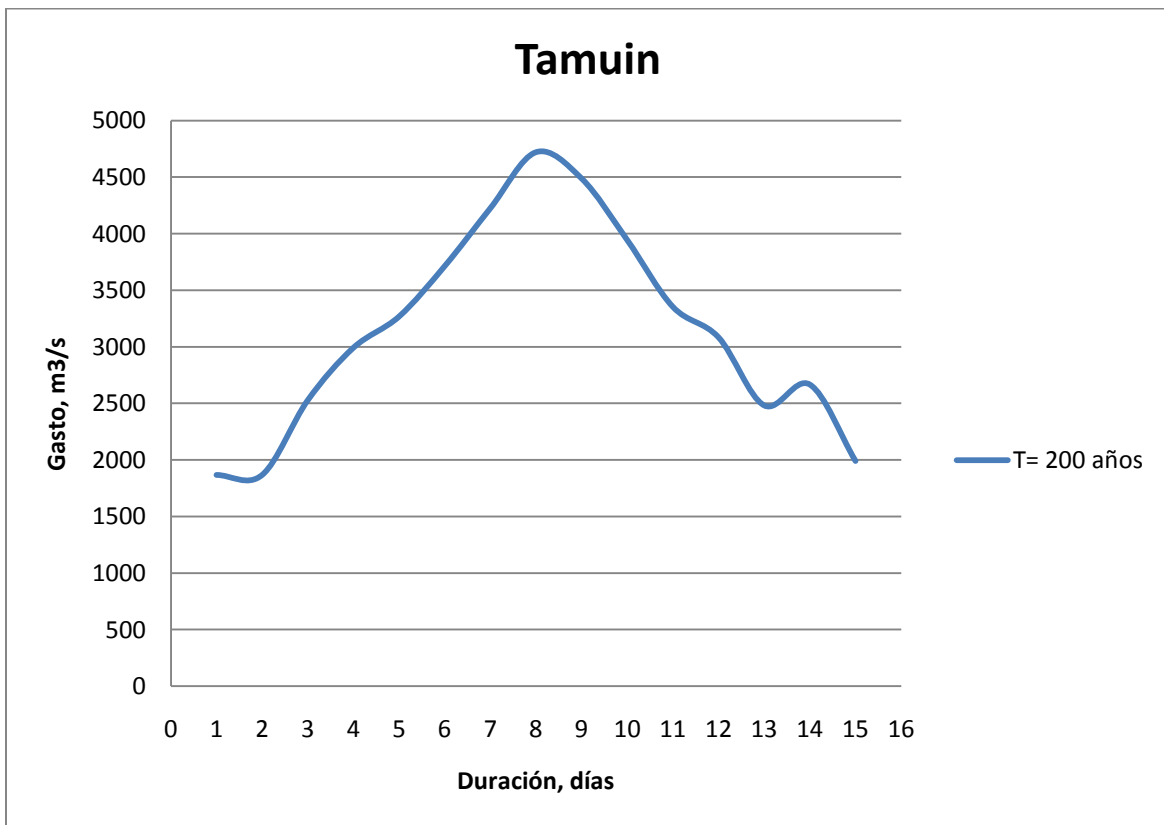
# 100 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	4228.50	4228.50	1697.75
2	4132.87	4037.24	1756.88
3	4019.12	3791.62	2264.18
4	3899.18	3539.36	2671.17
5	3777.69	3291.73	2920.70
6	3648.35	3001.65	3291.73
7	3544.40	2920.70	3791.62
8	3445.98	2757.04	4228.50
9	3359.89	2671.17	4037.24
10	3253.08	2291.79	3539.36
11	3163.18	2264.18	3001.65
12	3091.72	2305.66	2757.04
13	2989.04	1756.88	2291.79
14	2903.15	1786.58	2305.66
15	2822.79	1697.75	1786.58



## 200 años

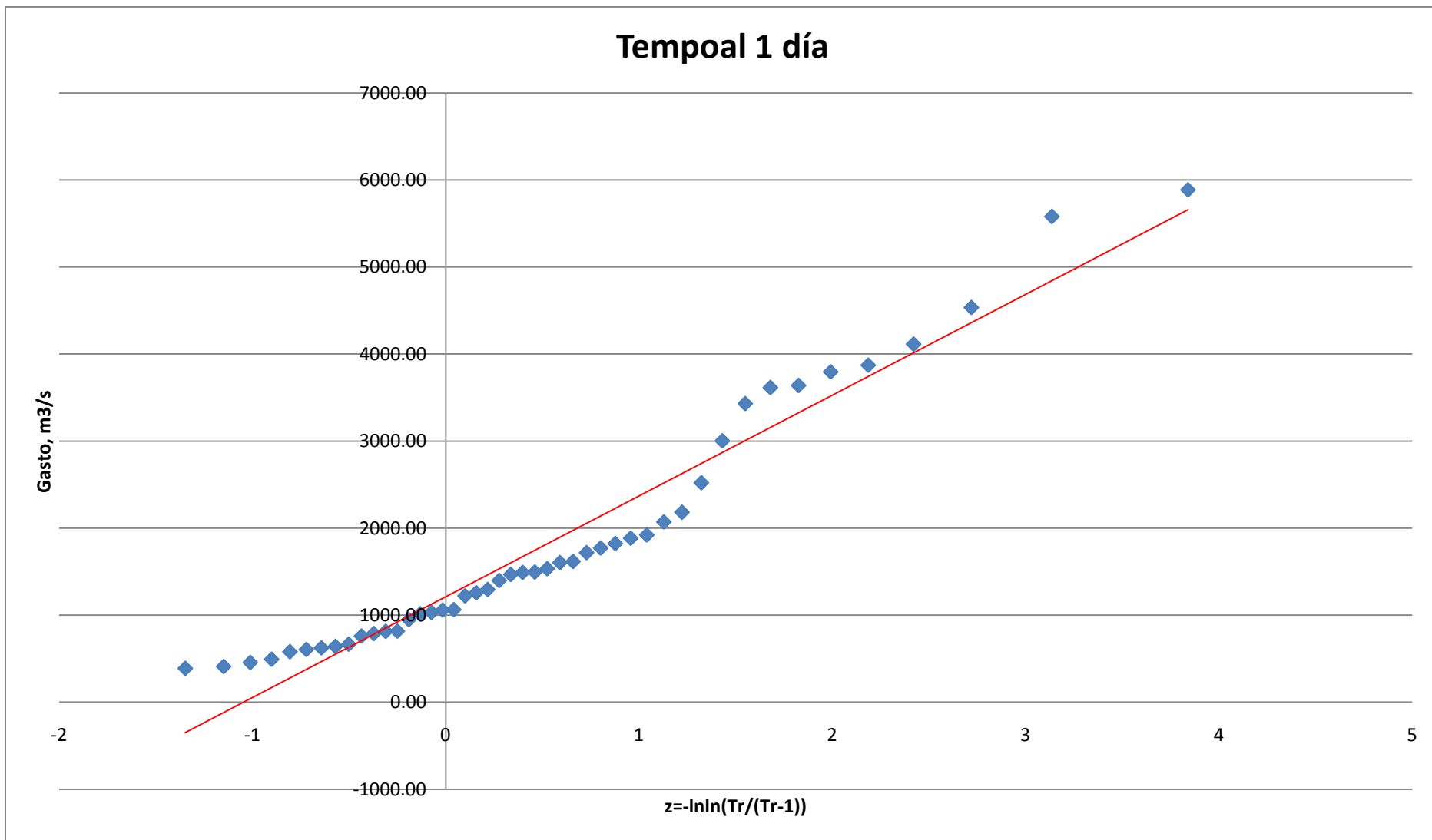
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	4720.70	4720.70	1867.65
2	4604.35	4488.00	1867.65
3	4477.99	4225.27	2528.15
4	4344.35	3943.43	2992.17
5	4218.23	3713.75	3267.81
6	4074.00	3352.85	3713.75
7	3958.83	3267.81	4225.27
8	3849.42	3083.55	4720.70
9	3754.17	2992.17	4488.00
10	3626.94	2481.87	3943.43
11	3527.05	2528.15	3352.85
12	3455.34	2666.53	3083.55
13	3333.21	1867.65	2481.87
14	3237.34	1991.03	2666.53
15	3147.65	1891.99	1991.03

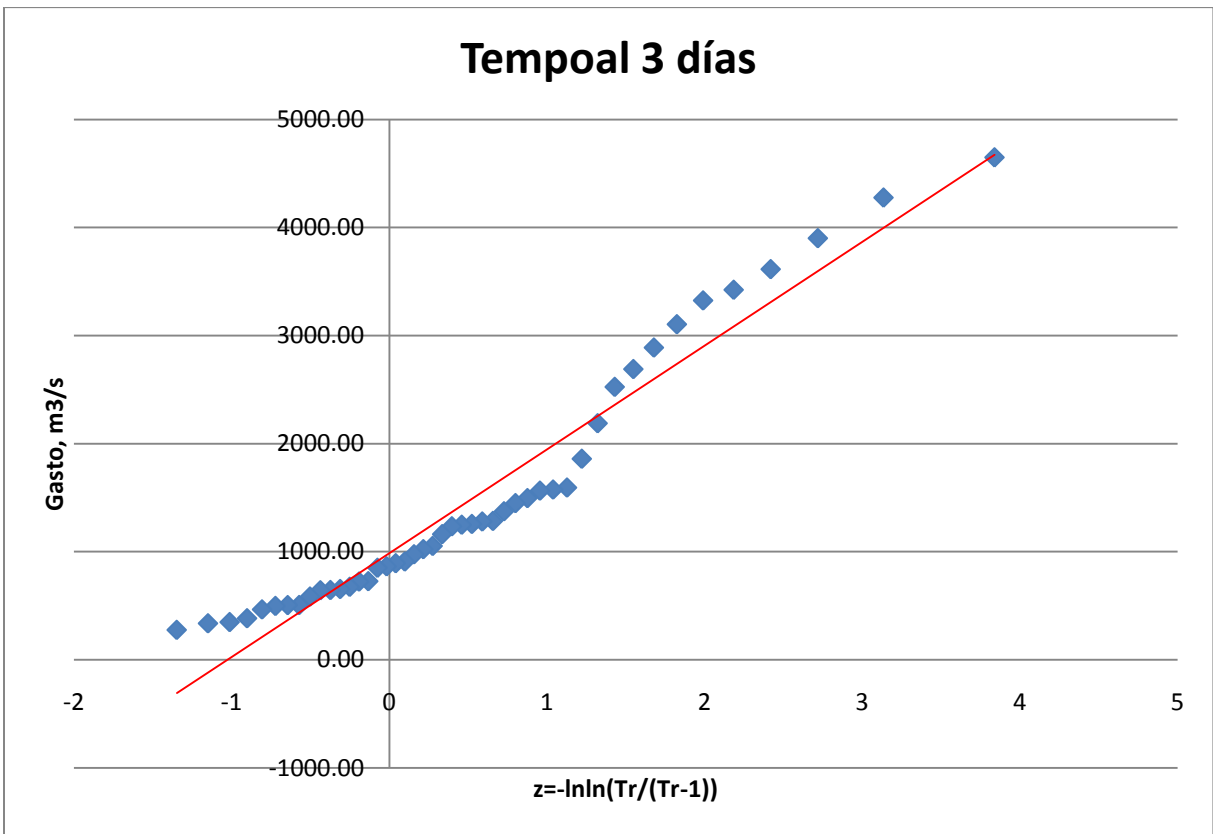
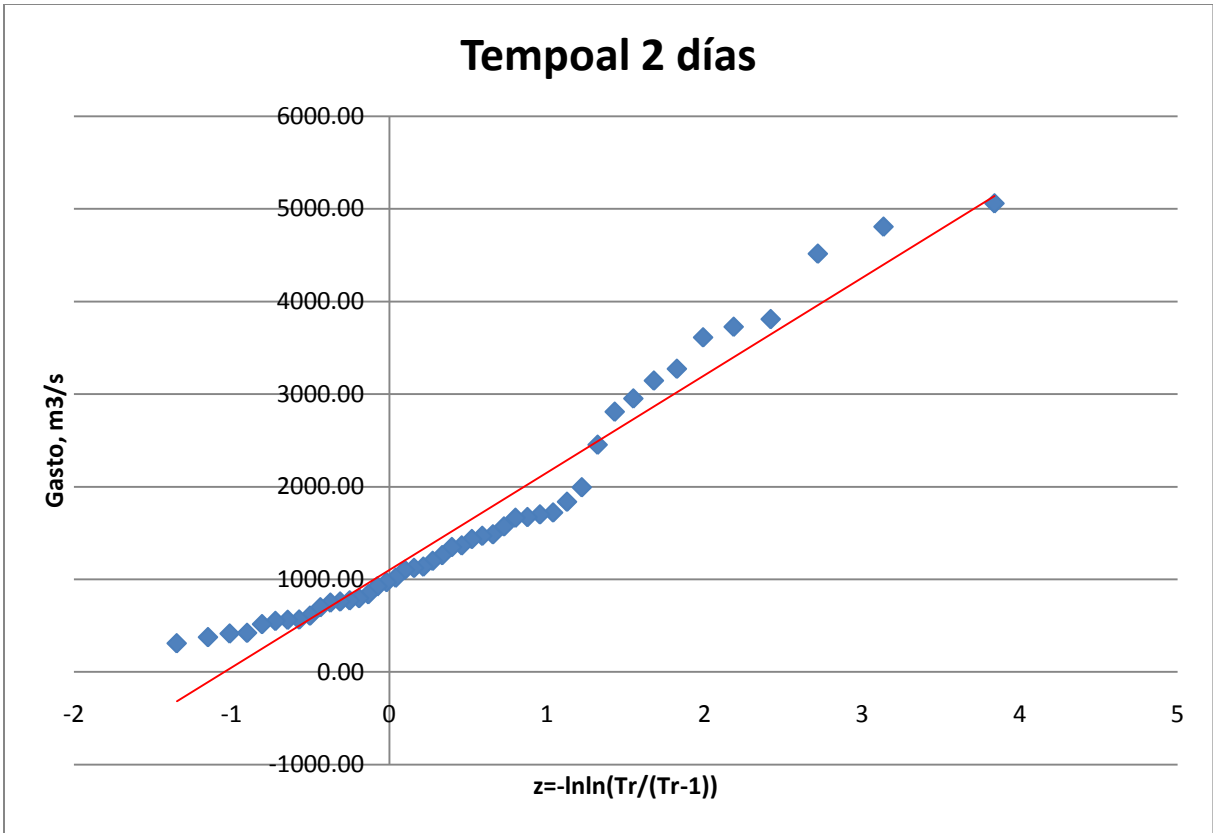


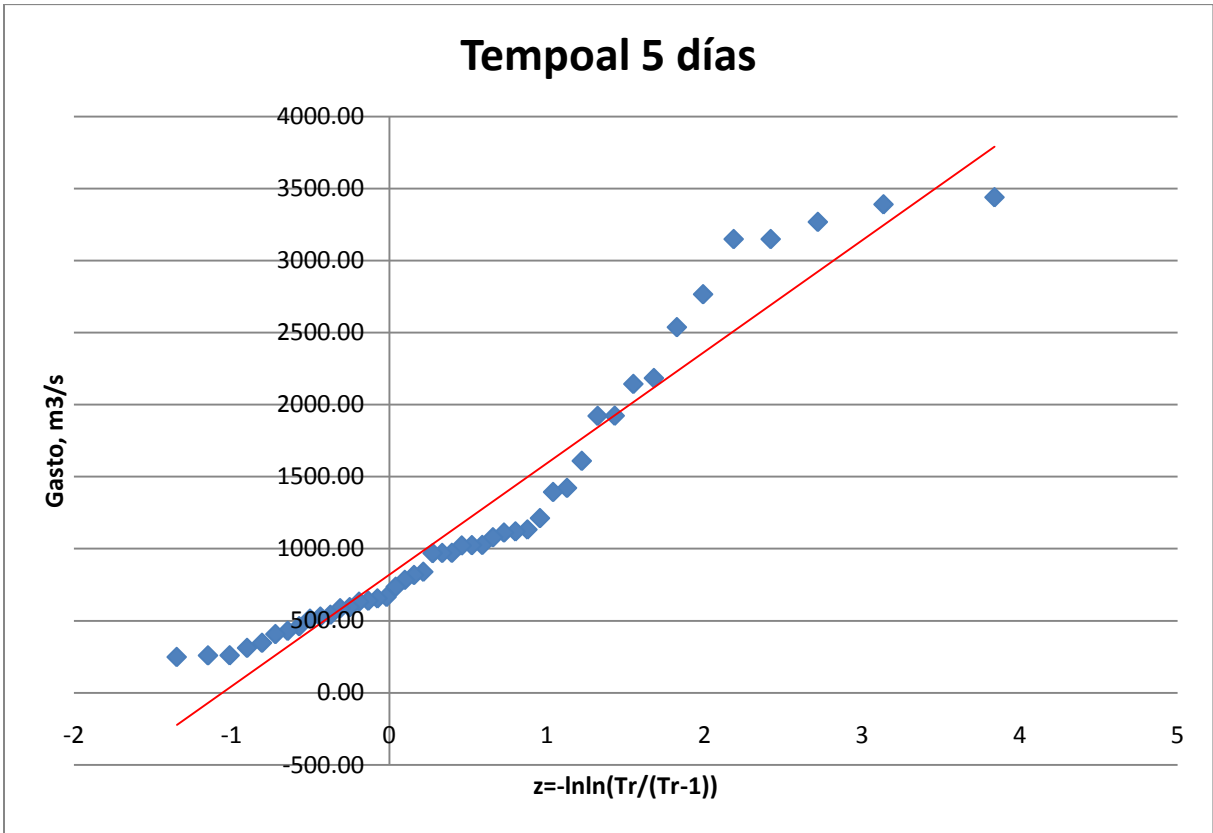
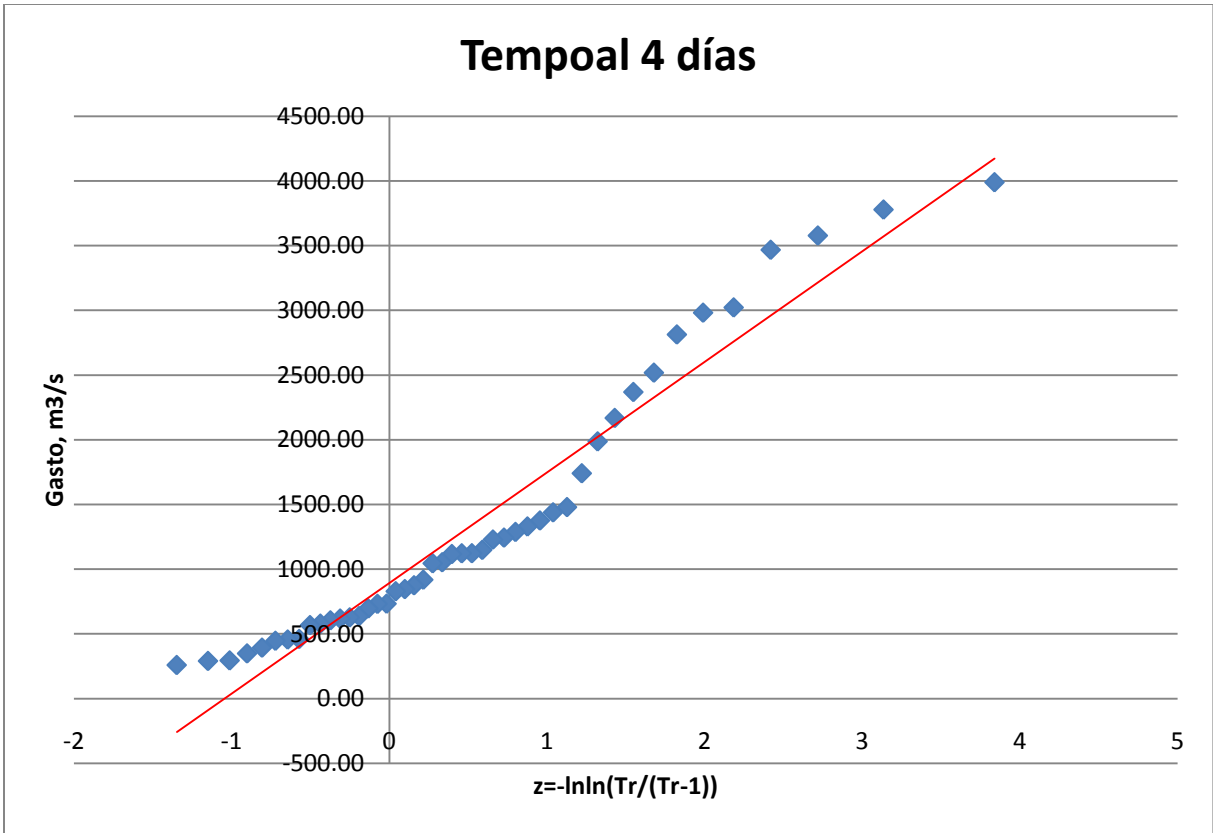
# **Anexo I. Estación Hidrométrica Tempoal**



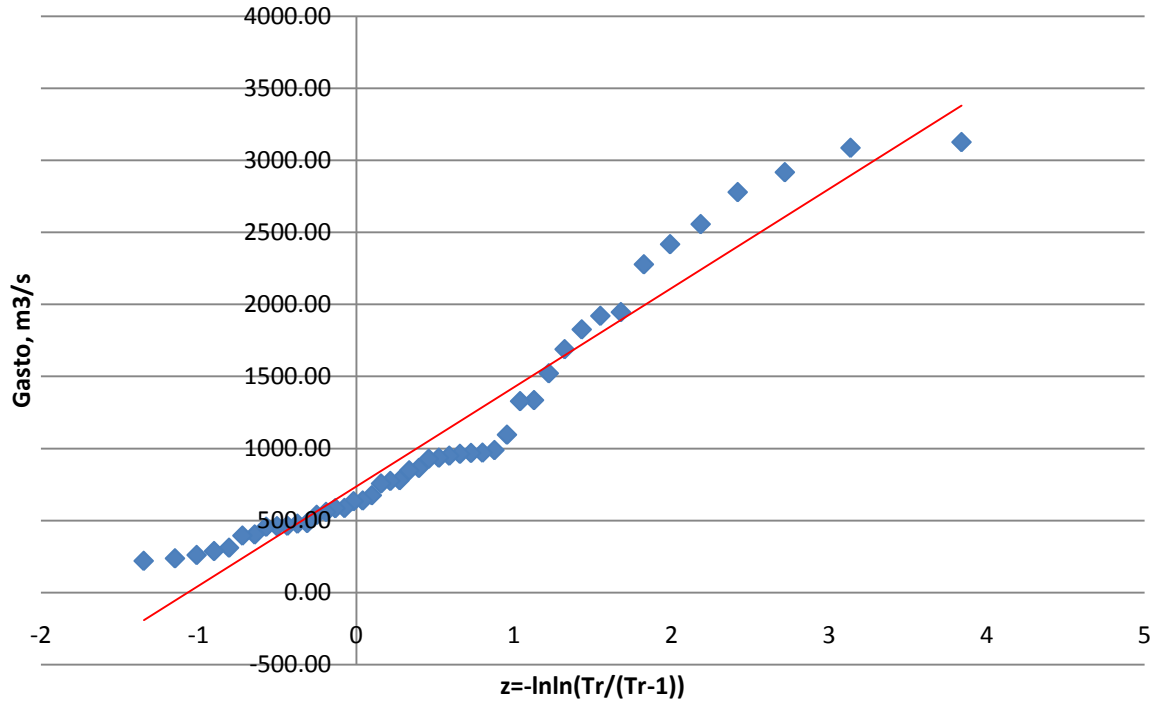
### Tempoal 1 día



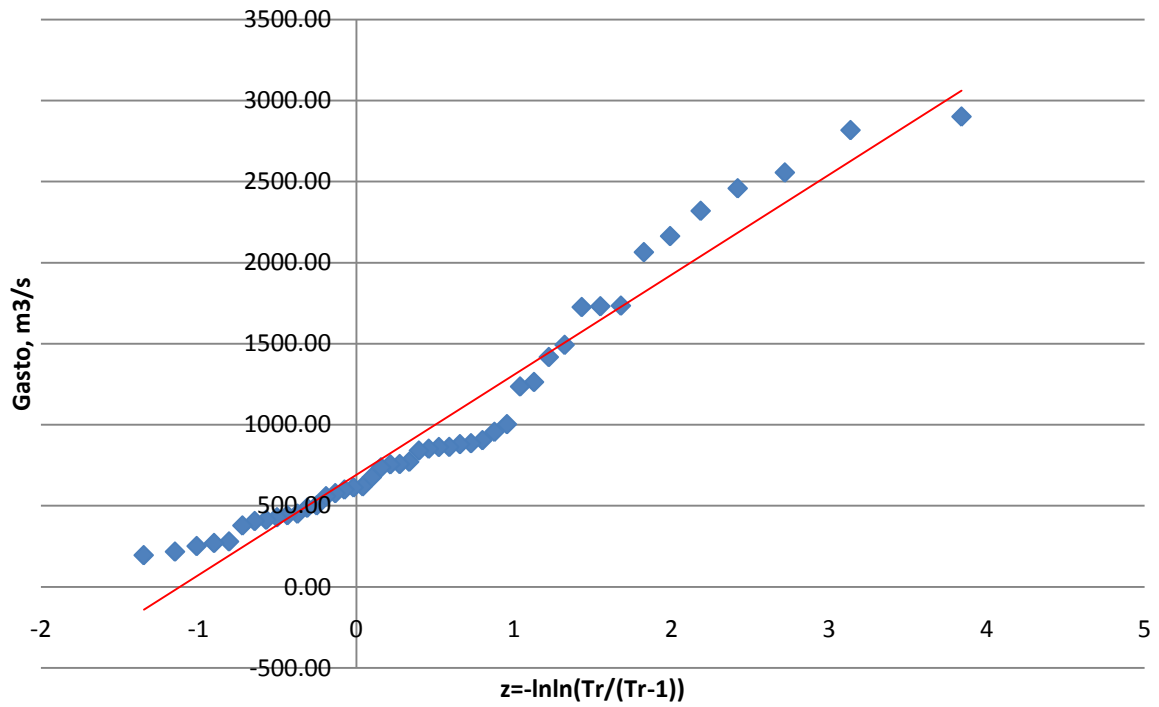


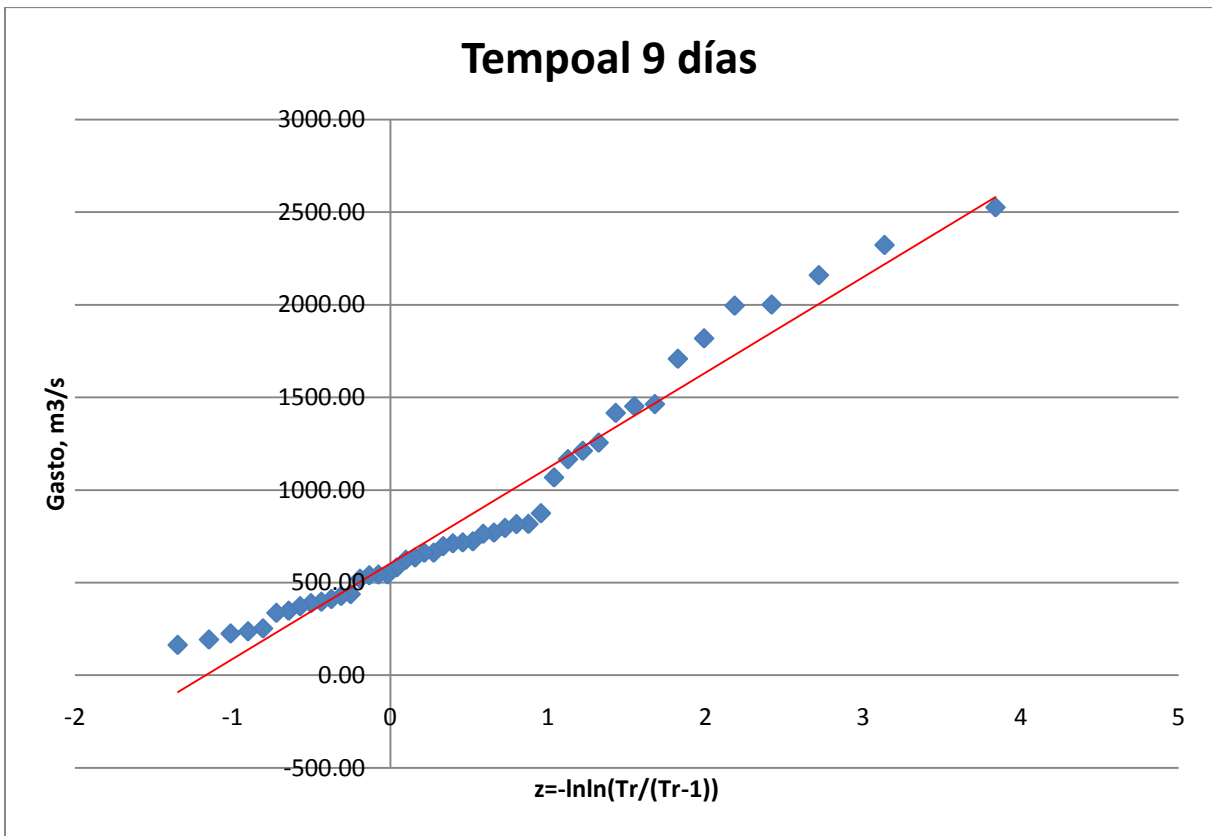
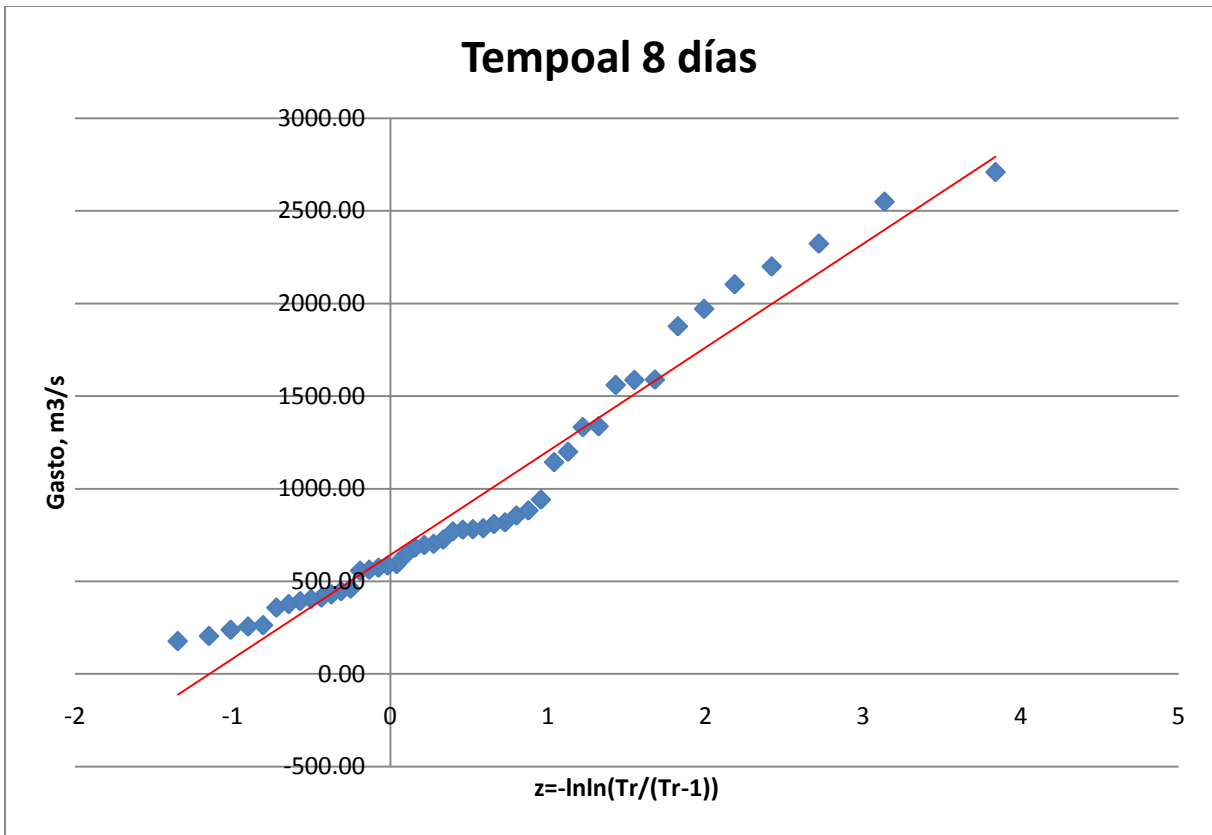


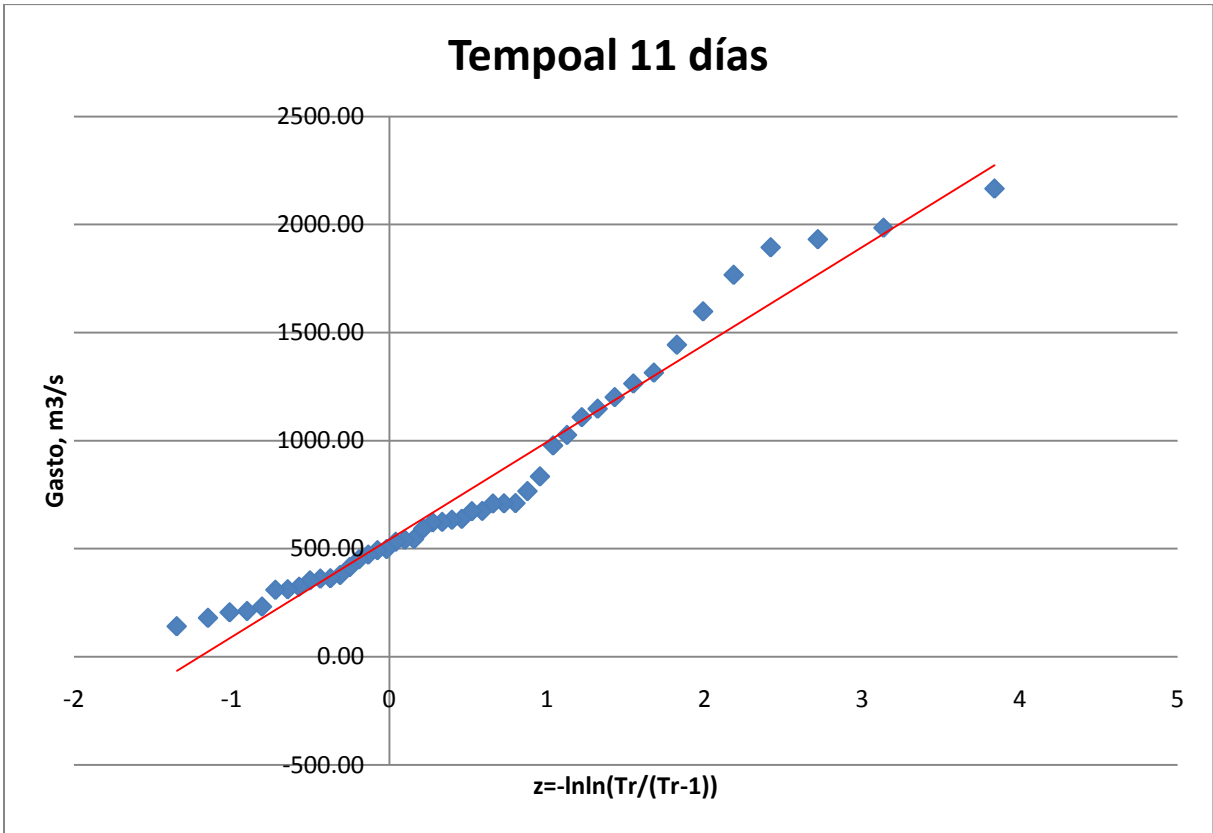
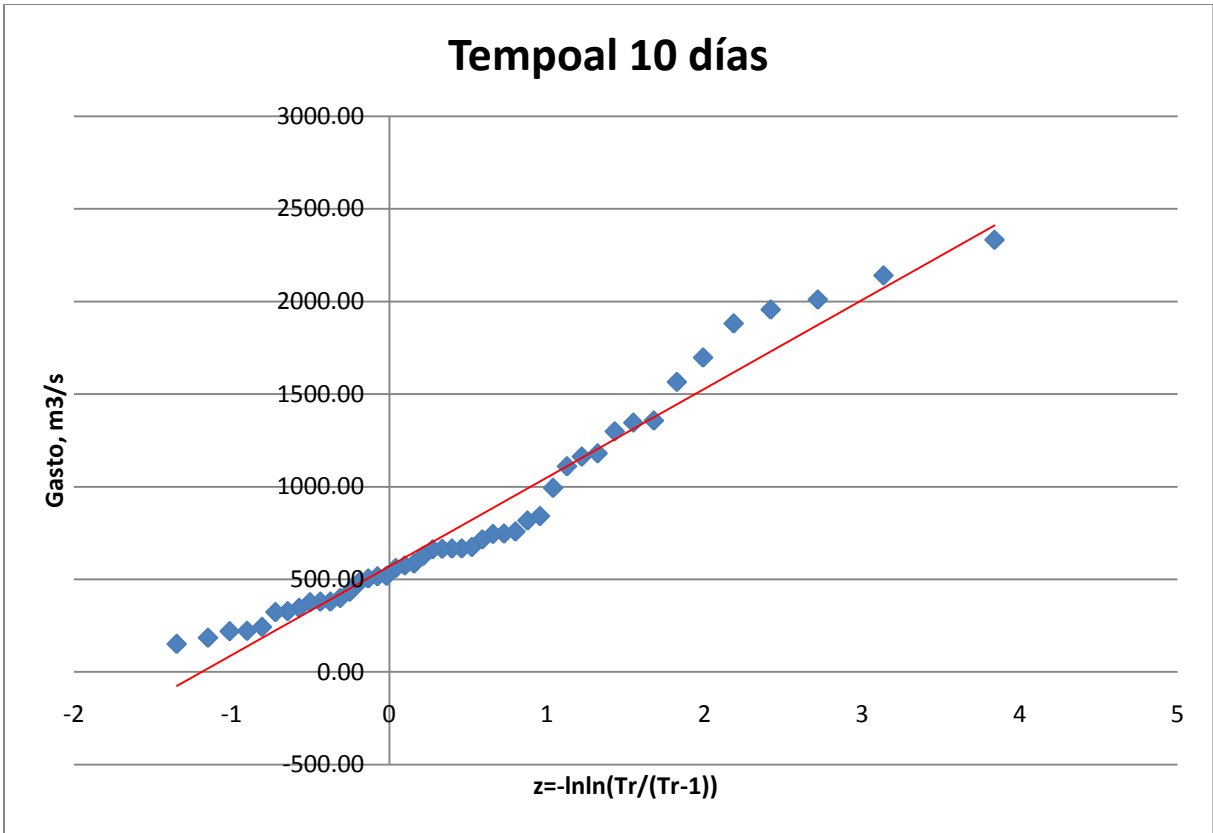
### Tempoal 6 días

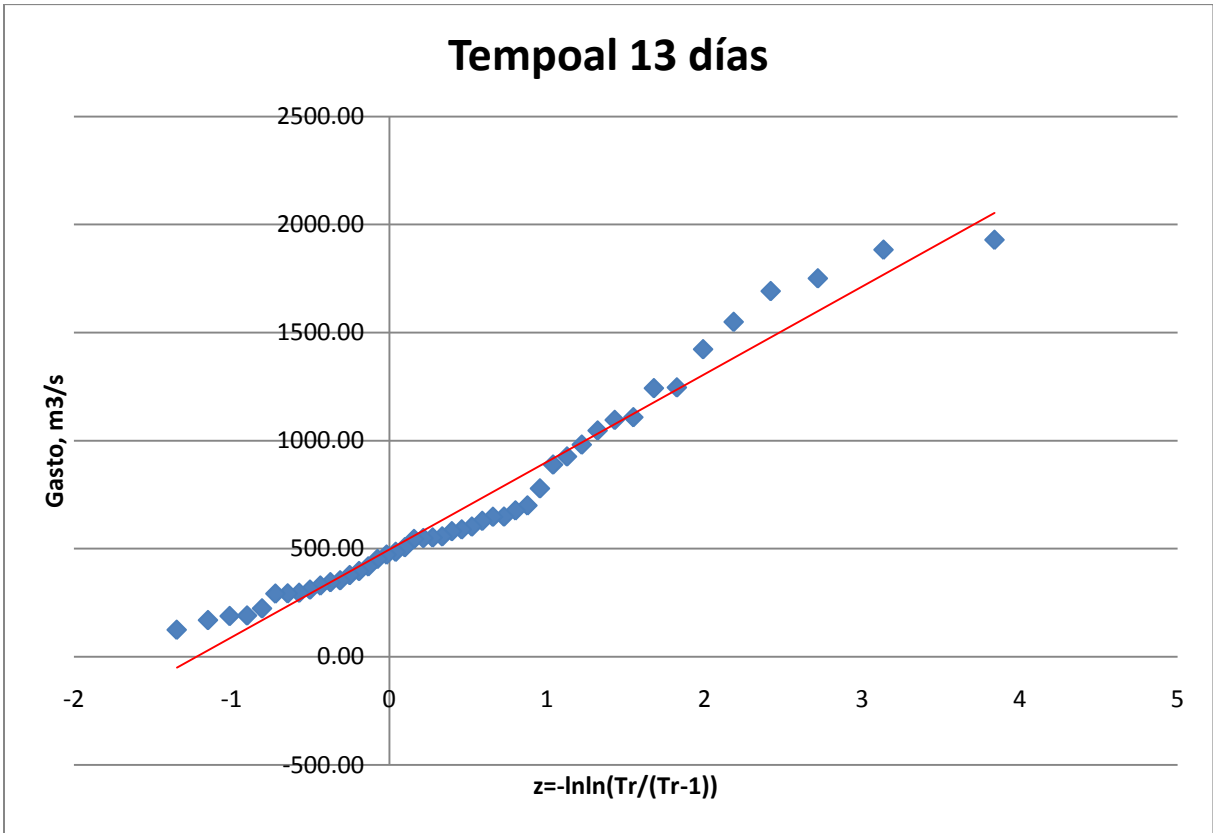
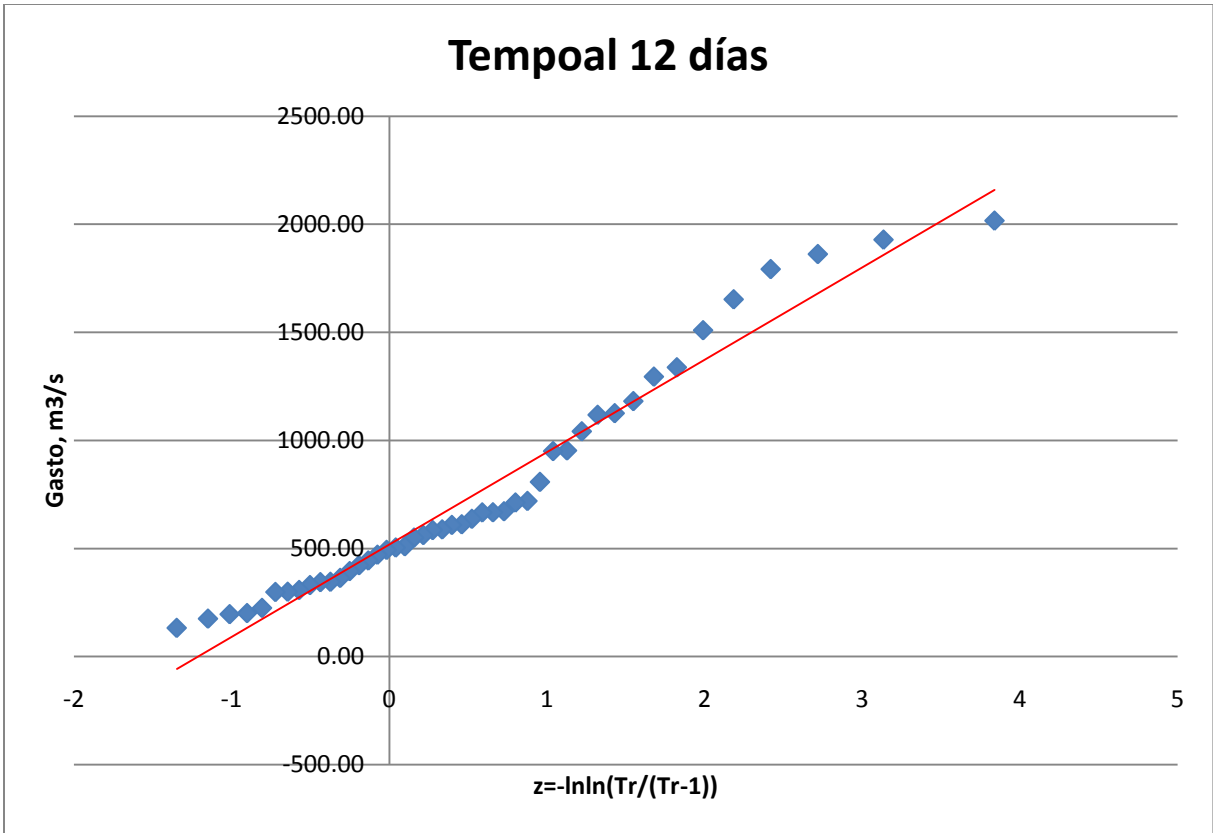


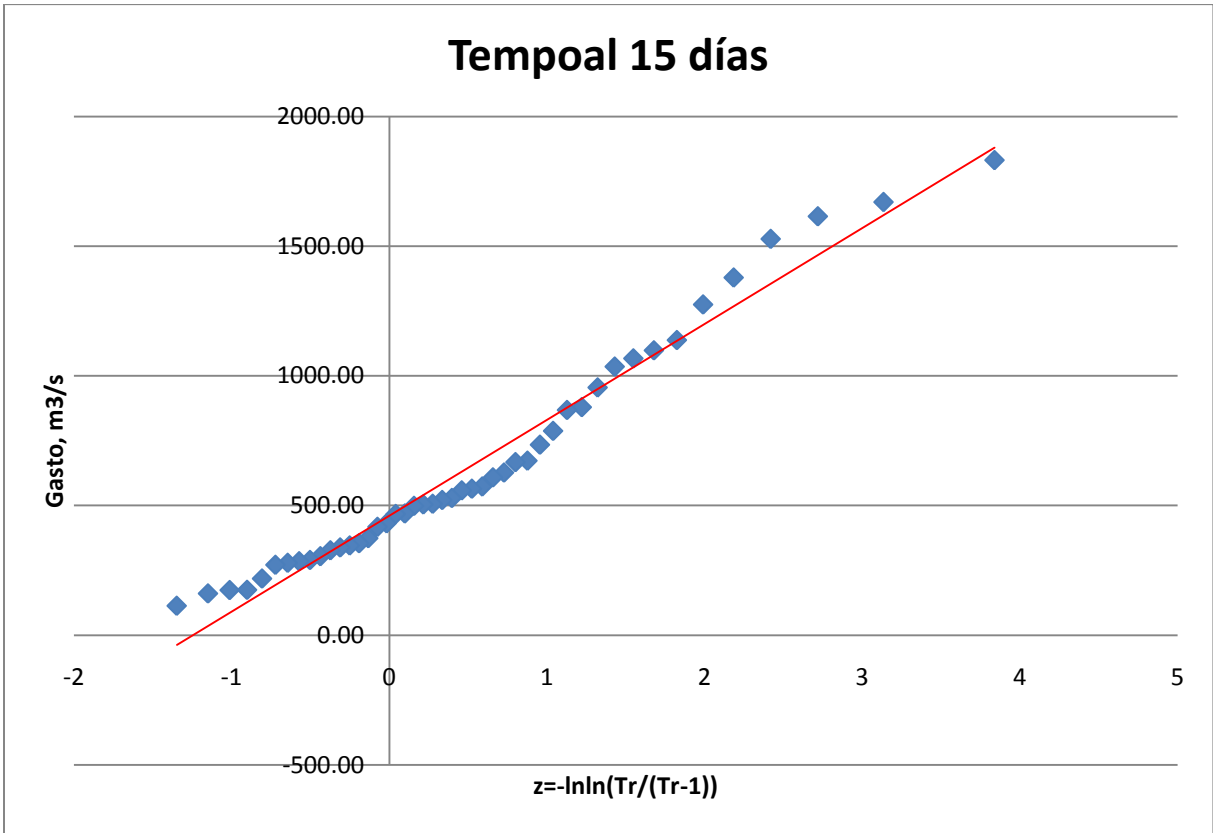
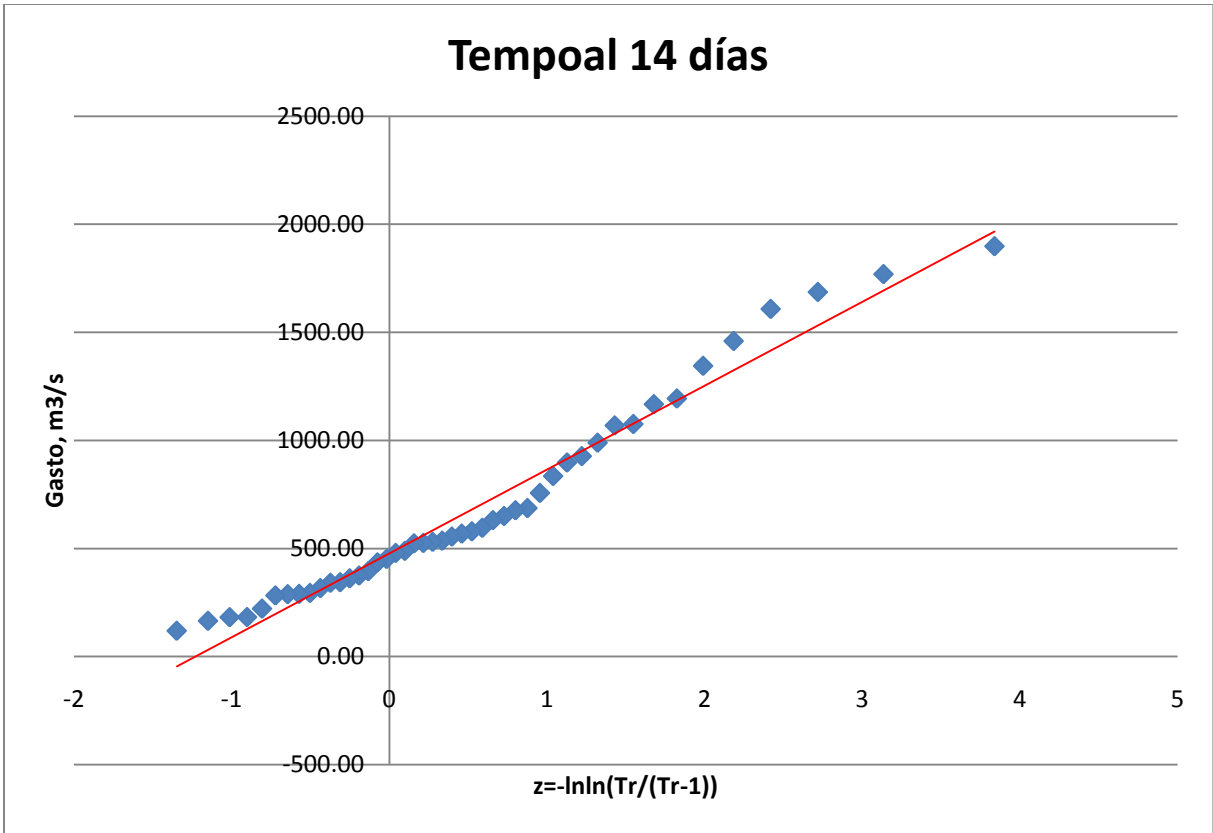
### Tempoal 7 días





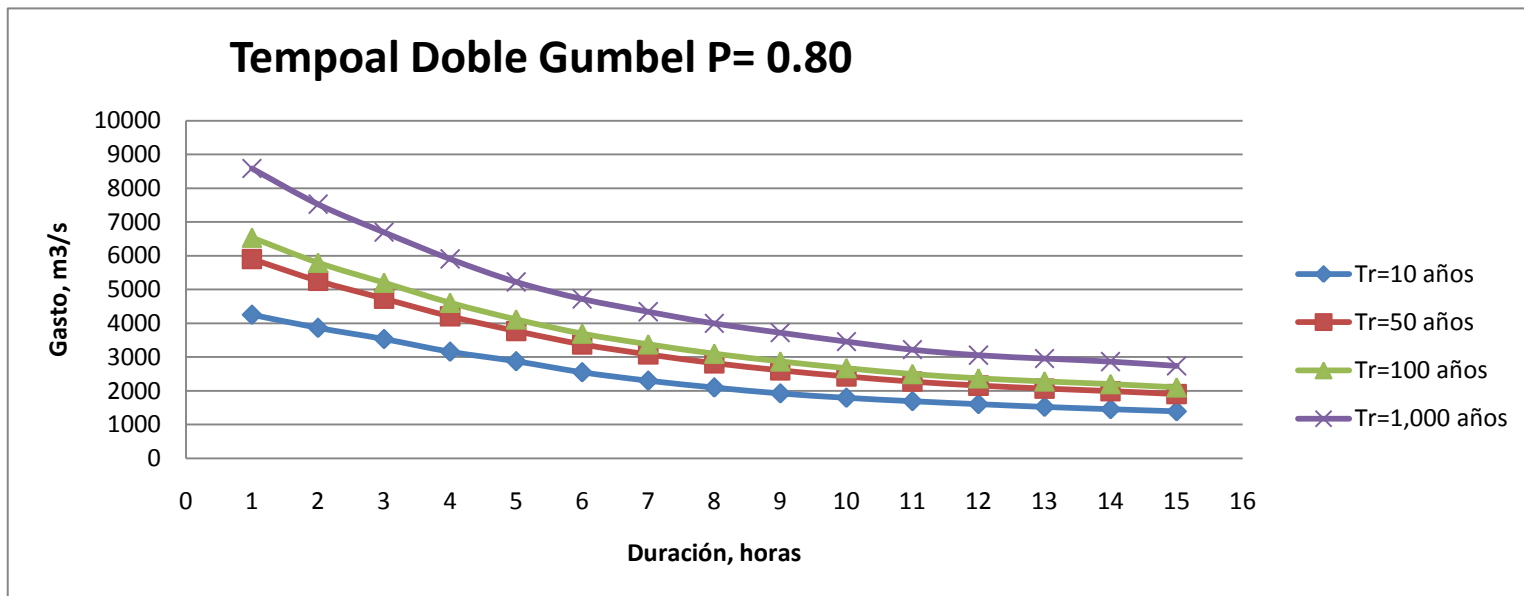








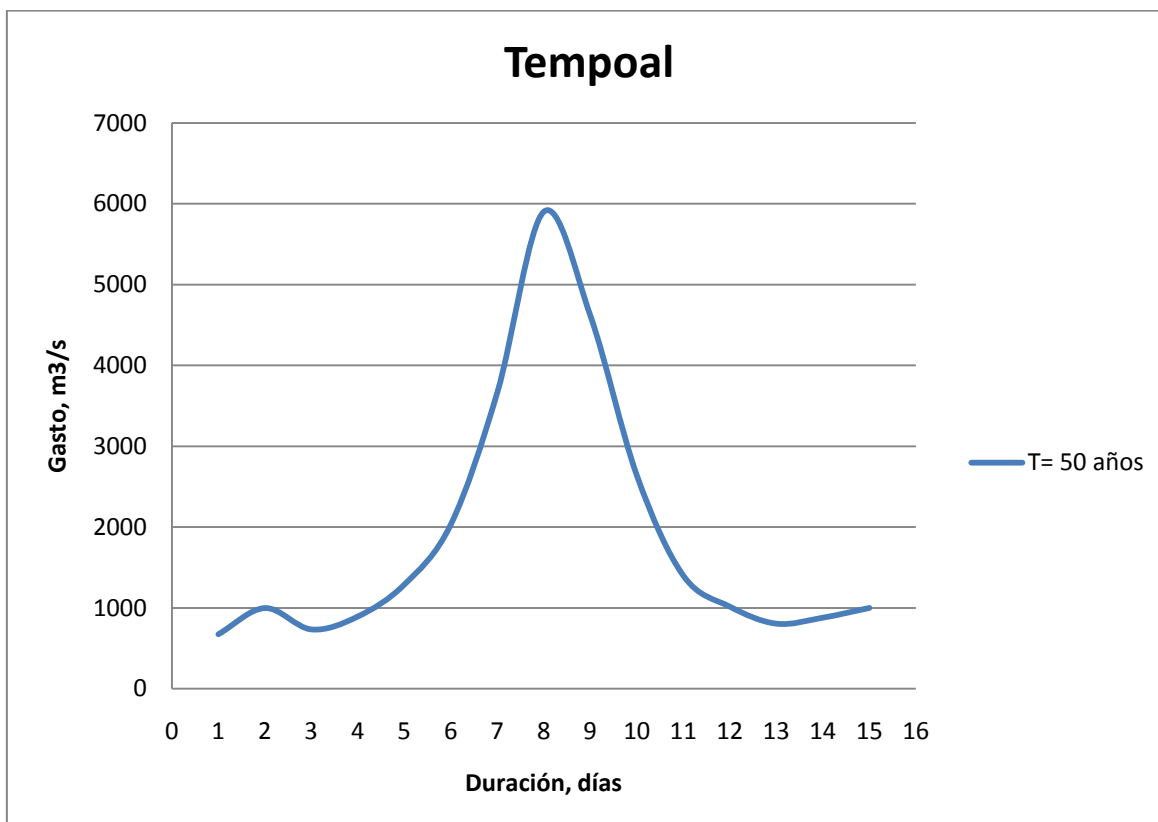
Duración días	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	1349.07	3056.32	4254.49	5019.50	5902.90	6537.49	7160.19	7976.60	8587.42	9205.37	10022.97	10631.41
2	1171.94	2824.00	3865.81	4512.50	5258.50	5794.46	6320.13	7010.33	7527.98	8041.62	8713.82	9245.45
3	1092.42	2607.48	3534.81	4094.33	4728.75	5201.54	5655.66	6250.75	6696.63	7147.71	7744.53	8160.91
4	987.02	2349.86	3159.45	3645.70	4205.66	4607.82	5003.00	5518.85	5907.99	6300.16	6819.02	7205.15
5	902.81	2174.25	2877.00	3292.68	3771.29	4114.70	4451.99	4893.75	5226.52	5559.29	6002.99	6312.55
6	817.05	1926.89	2550.71	2933.73	3375.69	3693.29	4004.77	4412.53	4722.52	5027.74	5437.89	5743.11
7	769.70	1737.74	2302.59	2661.93	3077.66	3376.46	3669.65	4054.59	4344.13	4635.92	5013.00	5318.26
8	719.86	1583.01	2099.58	2433.29	2819.81	3097.84	3370.79	3727.76	3997.05	4266.34	4621.22	4888.43
9	675.64	1452.47	1924.05	2239.38	2605.81	2869.55	3128.71	3467.64	3723.32	3979.01	4319.92	4557.77
10	639.30	1362.35	1795.66	2086.99	2425.73	2669.58	2909.08	3223.53	3460.05	3694.74	4010.10	4244.79
11	609.68	1298.49	1694.42	1961.33	2271.90	2495.53	2715.17	3002.96	3220.07	3437.18	3723.29	3945.45
12	582.30	1233.63	1607.81	1861.05	2155.85	2368.19	2576.74	2850.41	3055.77	3263.52	3531.99	3749.33
13	558.71	1164.18	1526.04	1775.65	2066.79	2276.46	2482.89	2752.46	2957.70	3159.78	3425.01	3639.72
14	538.14	1108.10	1458.43	1703.87	1990.57	2197.26	2400.45	2666.44	2867.11	3066.21	3333.76	3532.87
15	520.57	1064.65	1394.92	1628.95	1902.80	2100.40	2294.56	2549.72	2740.16	2933.57	3189.47	3368.01



## **Avenidas de diseño, muestra original**

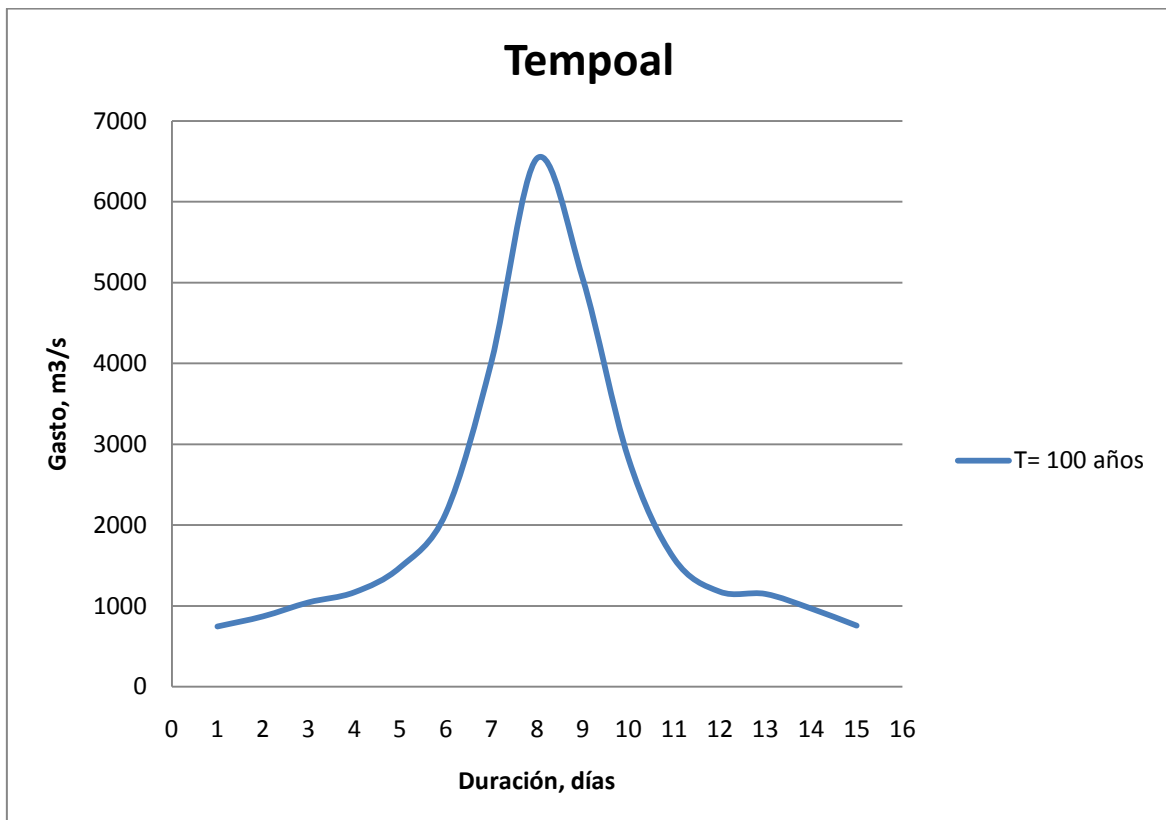
## 50 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	5902.90	5902.90	674.02
2	5258.50	4614.1	998.07
3	4728.75	3669.25	733.60
4	4205.66	2636.39	893.81
5	3771.29	2033.81	1289.48
6	3375.69	1397.69	2033.81
7	3077.66	1289.48	3669.25
8	2819.81	1014.86	<b>5902.90</b>
9	2605.81	893.81	4614.10
10	2425.73	805.01	2636.39
11	2271.90	733.6	1397.69
12	2155.85	879.3	1014.86
13	2066.79	998.07	805.01
14	1990.57	999.71	879.30
15	1902.80	674.02	999.71



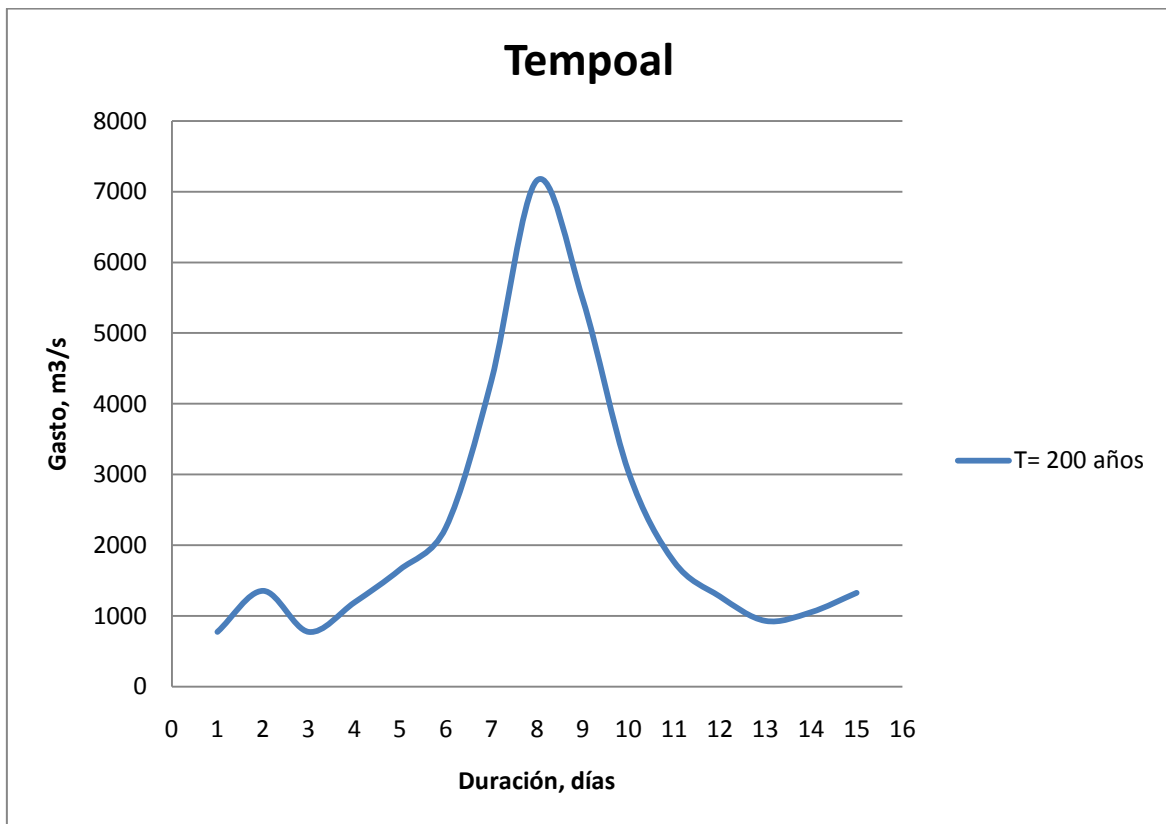
# 100 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	6537.49	6537.49	744.36
2	5794.46	5051.43	869.85
3	5201.54	4015.7	1043.23
4	4607.82	2826.66	1167.66
5	4114.70	2142.22	1475.48
6	3693.29	1586.24	2142.22
7	3376.46	1475.48	4015.7
8	3097.84	1147.5	6537.49
9	2869.55	1043.23	5051.43
10	2669.58	869.85	2826.66
11	2495.53	755.03	1586.24
12	2368.19	967.45	1175.7
13	2276.46	1175.7	1147.5
14	2197.26	1167.66	967.45
15	2100.40	744.36	755.03



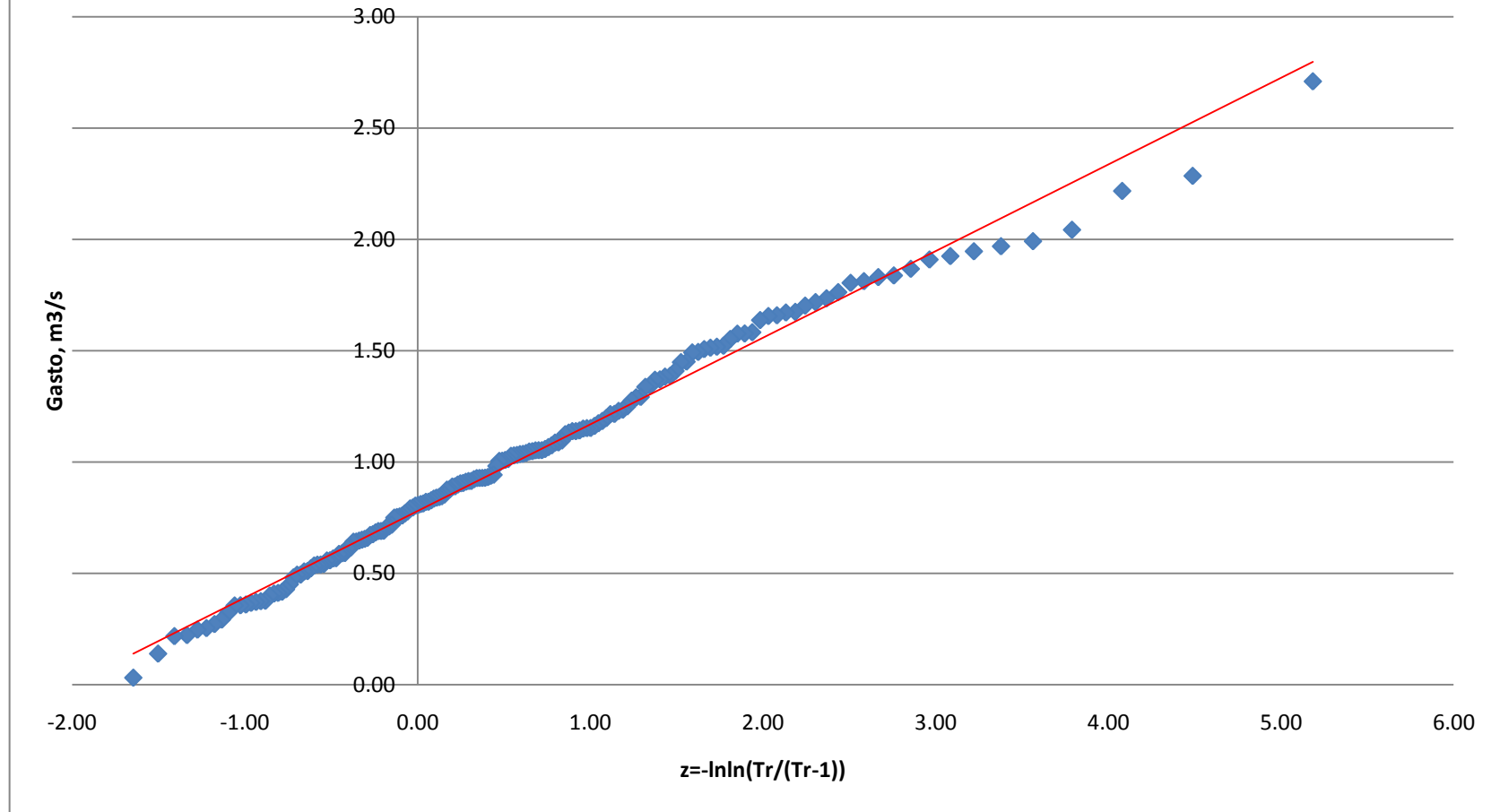
## 200 años

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	7160.19	7160.19	776.07
2	6320.13	5480.07	1356.69
3	5655.66	4326.72	776.07
4	5003.00	3045.02	1192.07
5	4451.99	2247.95	1658.93
6	4004.77	1768.67	2247.95
7	3669.65	1658.93	4326.72
8	3370.79	1278.77	7160.19
9	3128.71	1192.07	5480.07
10	2909.08	932.41	3045.02
11	2715.17	776.07	1768.67
12	2576.74	1054.01	1278.77
13	2482.89	1356.69	932.41
14	2400.45	1328.73	1054.01
15	2294.56	812.1	1328.73

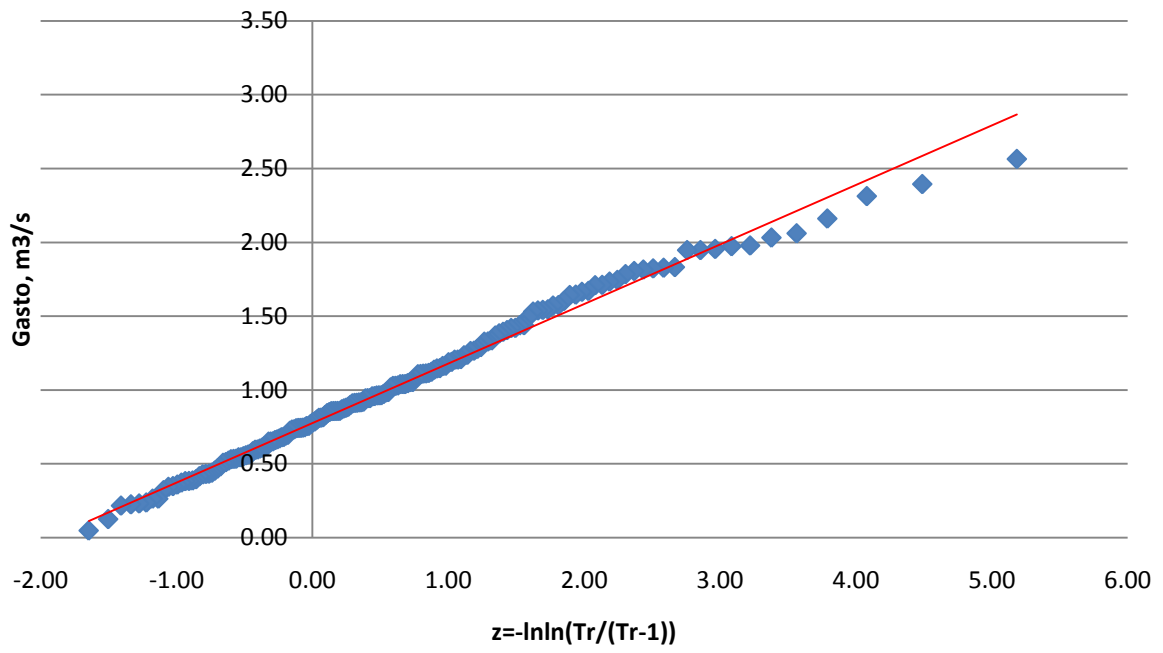


# **Anexo J. Papel Gumbel Región 1**

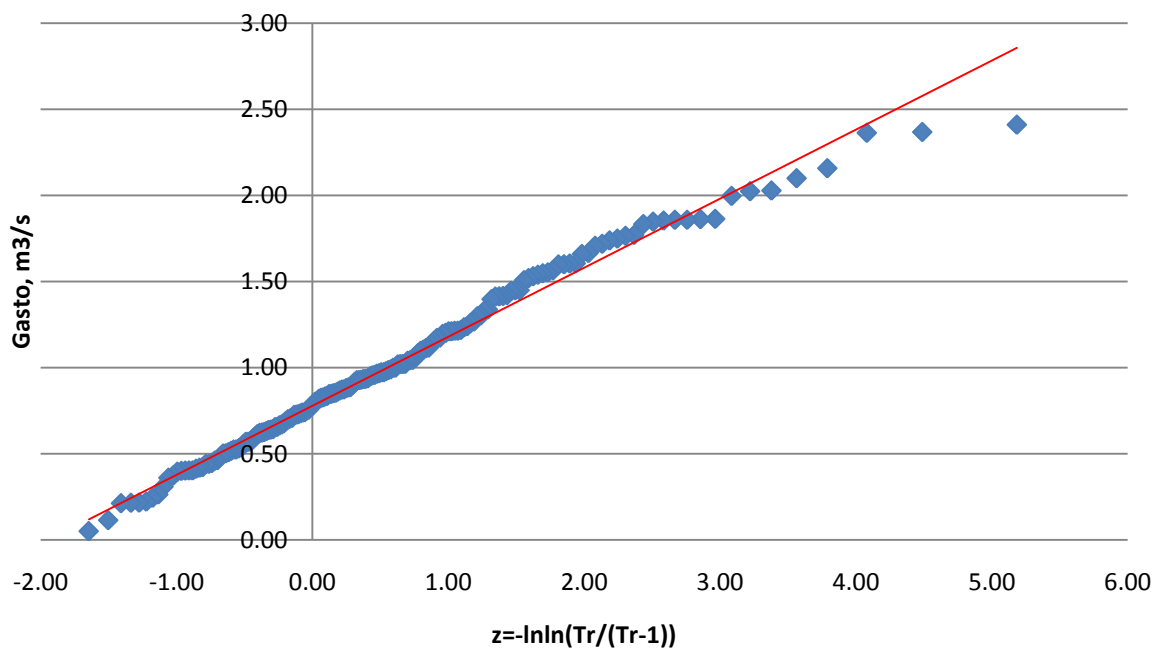
# Región 1 1 día



### Región 1 2 días

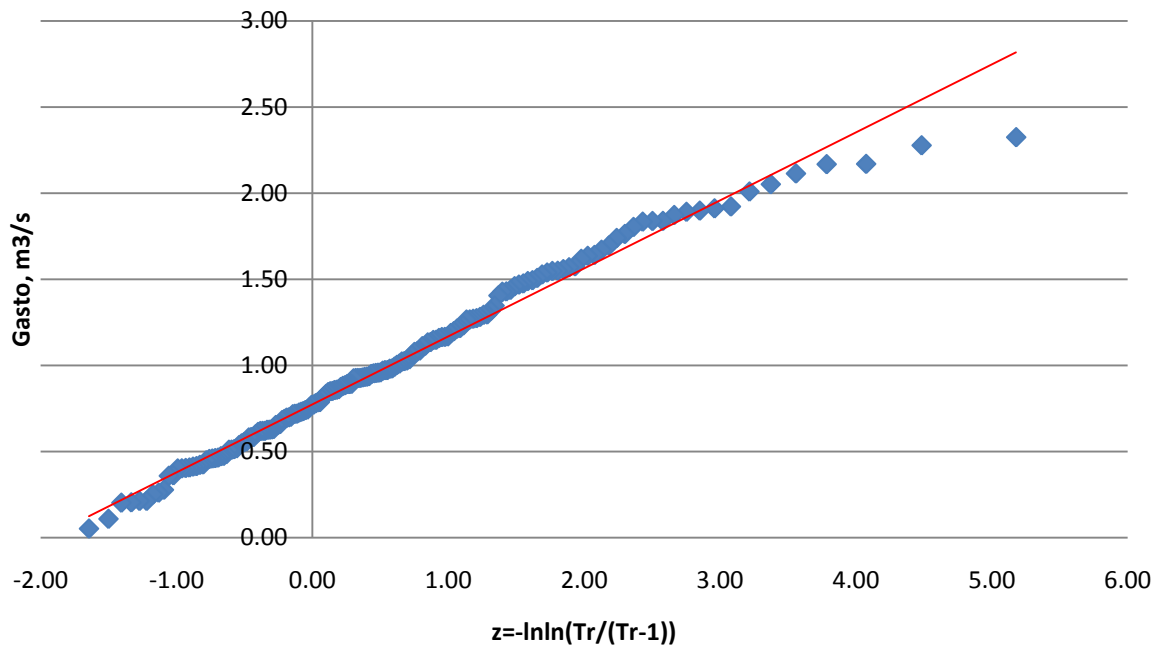


### Región 1 3 días

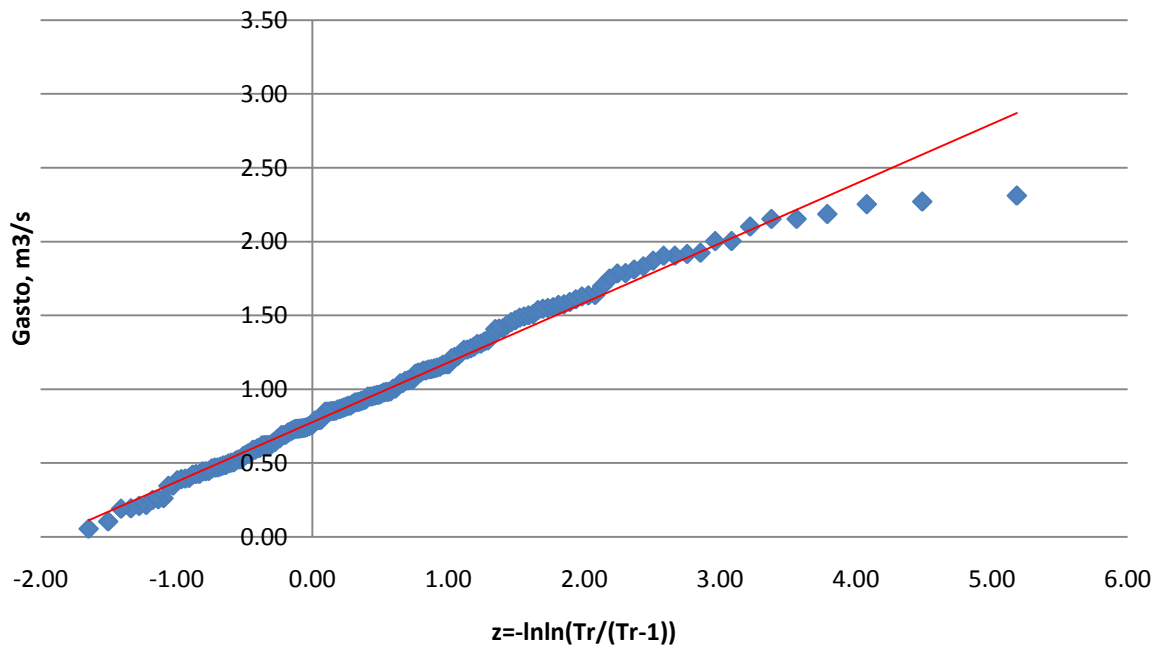




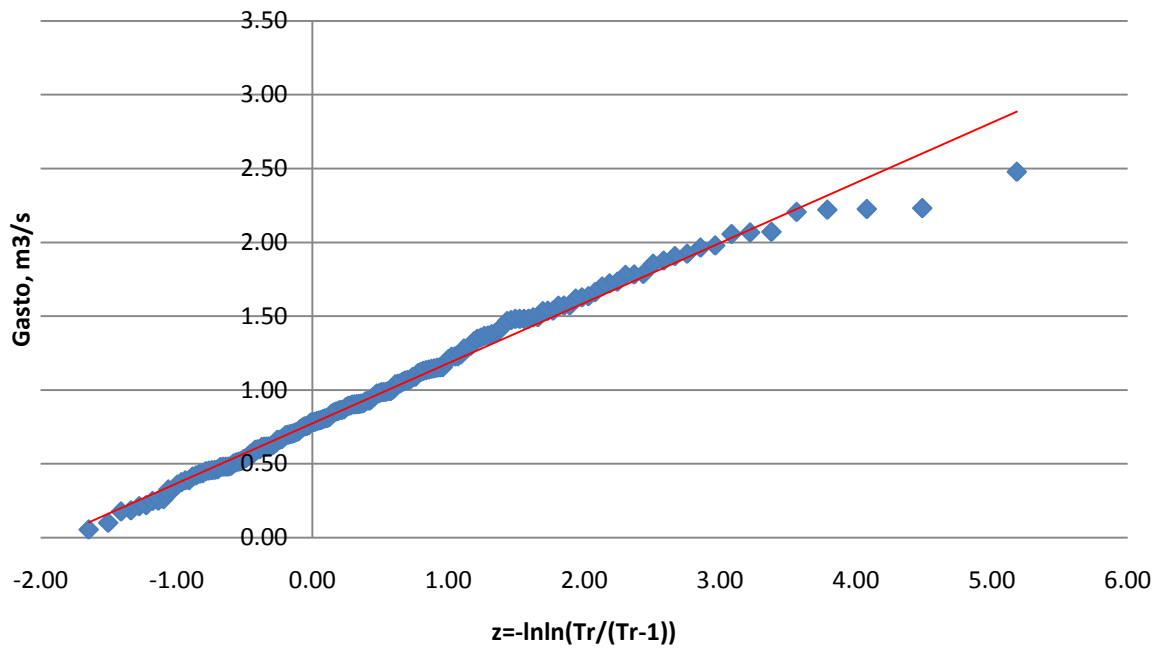
### Región 1 4 días



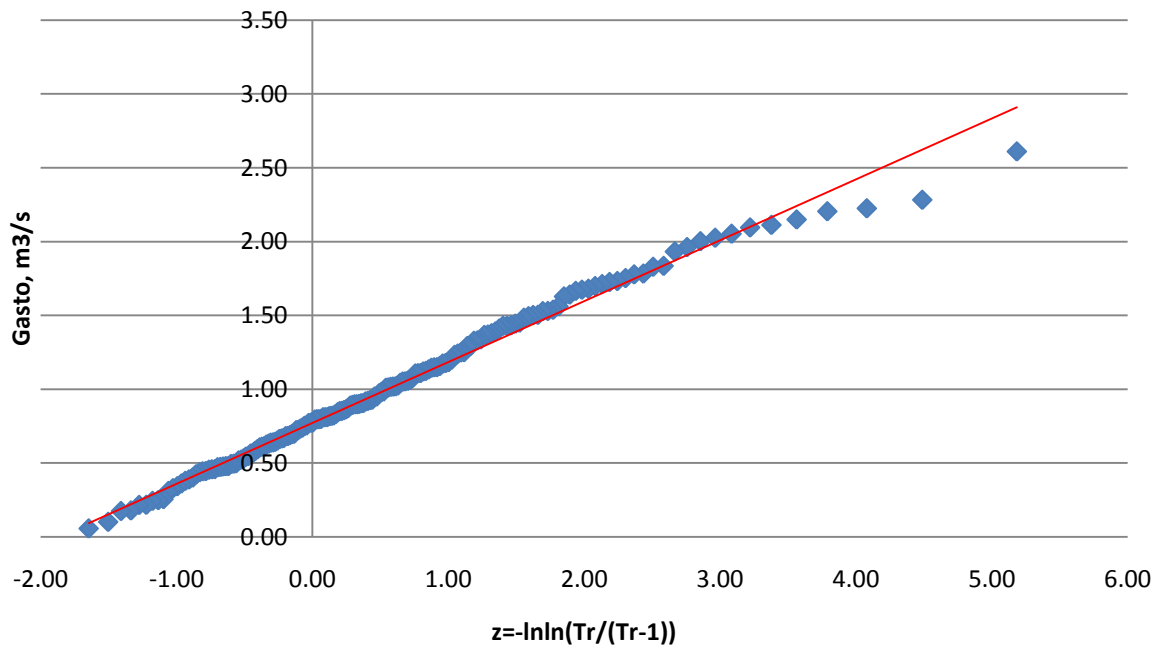
### Región 1 5 días



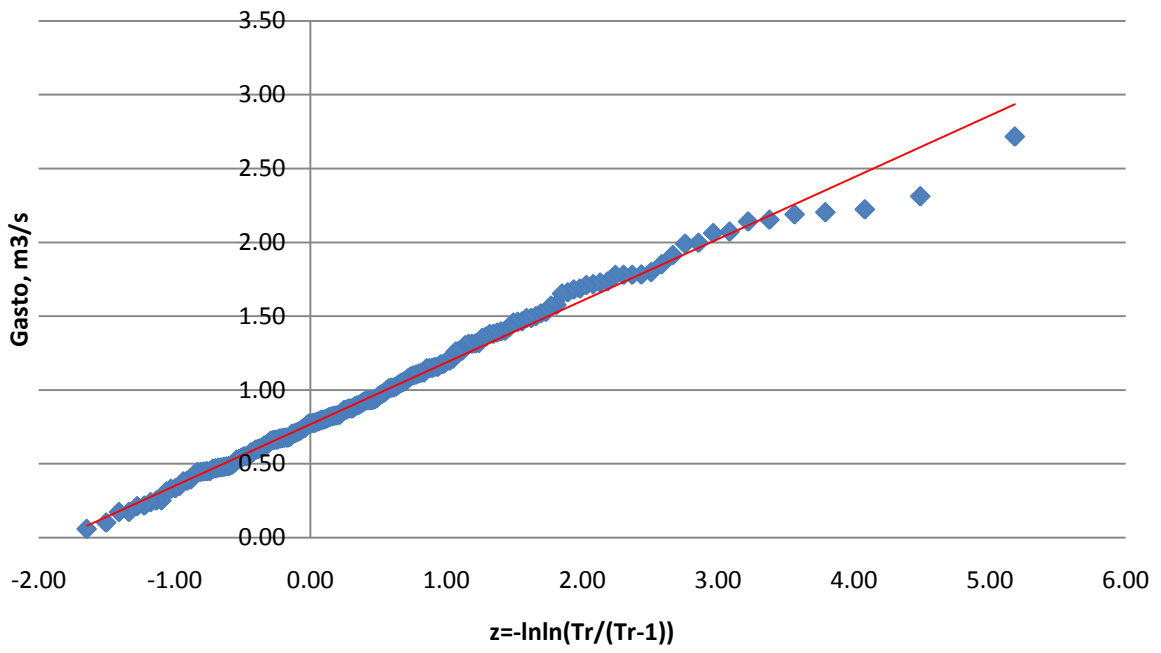
### Región 1 6 días



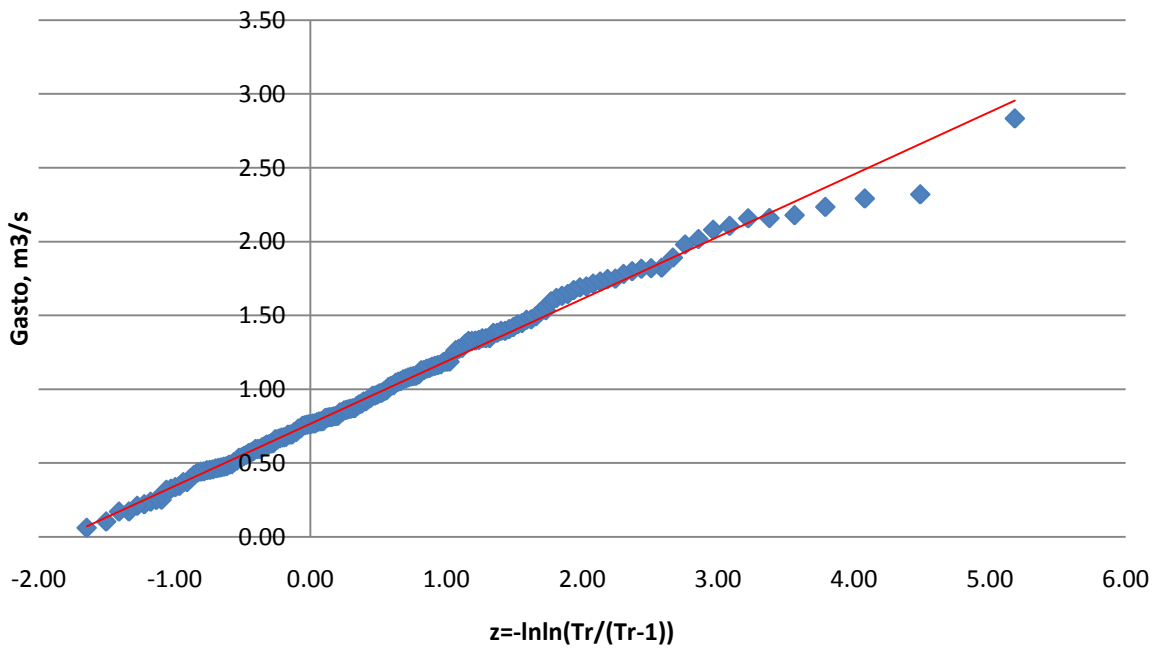
### Región 1 7 días



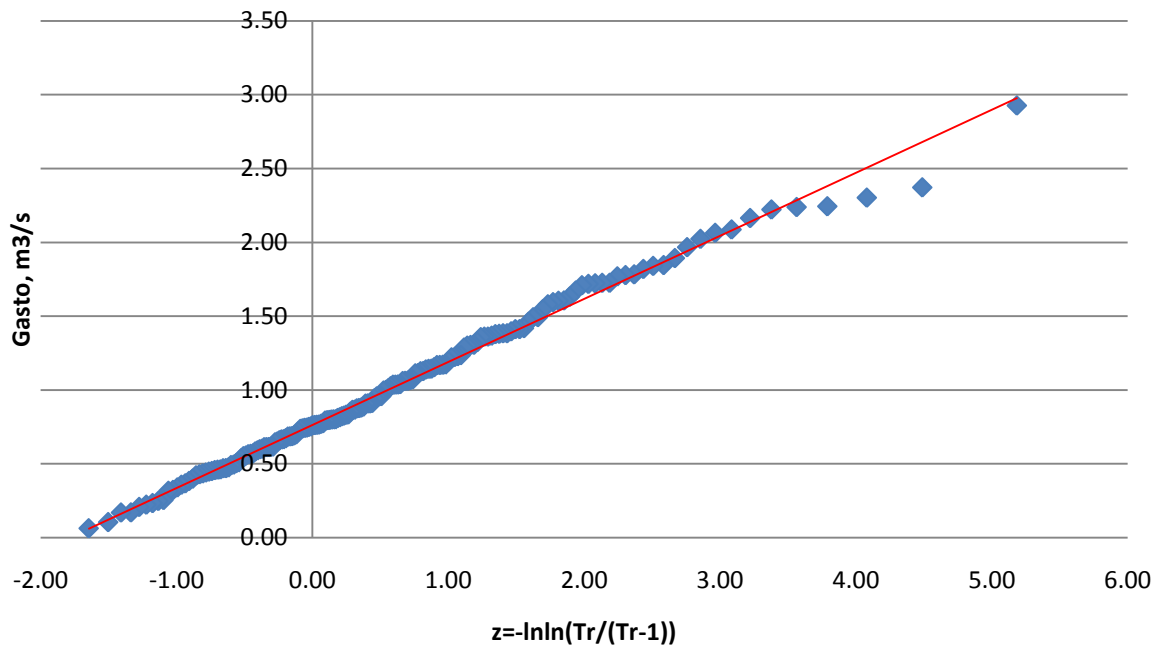
### Región 1 8 días



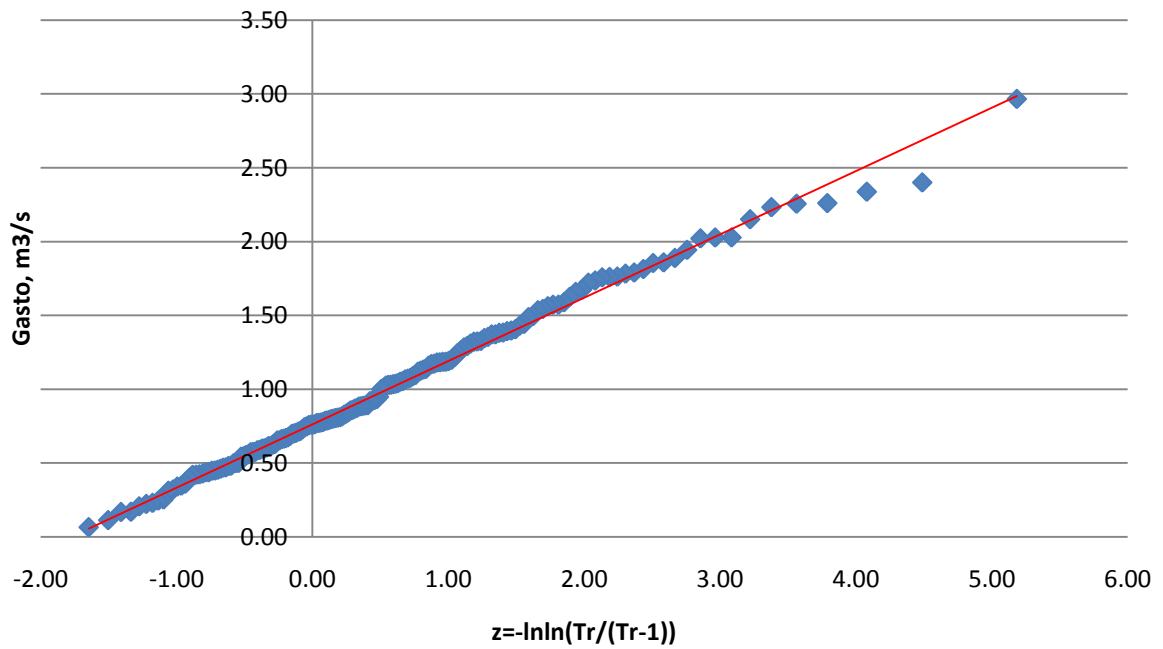
### Región 1 9 días



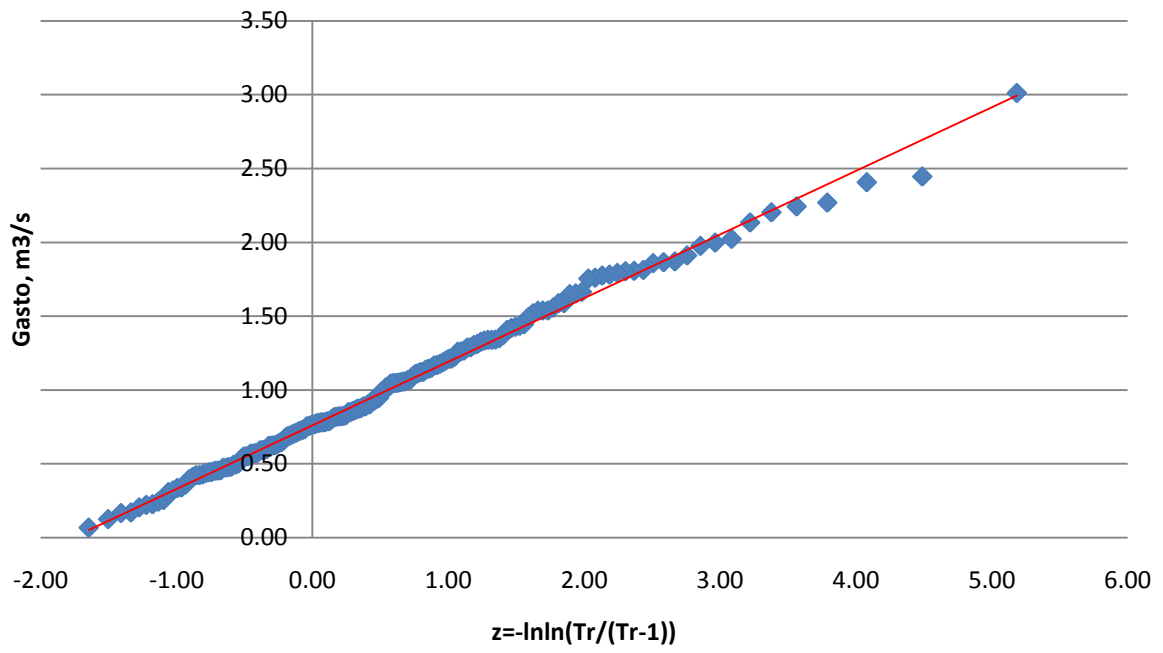
### Región 1 10 días



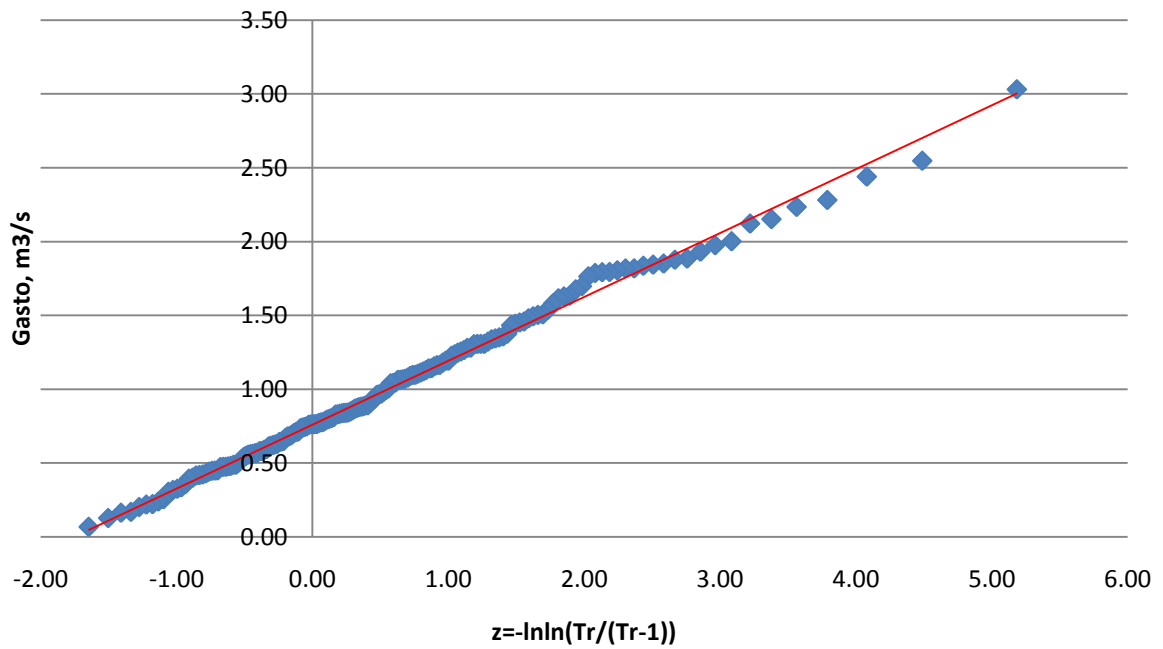
### Región 1 11 días



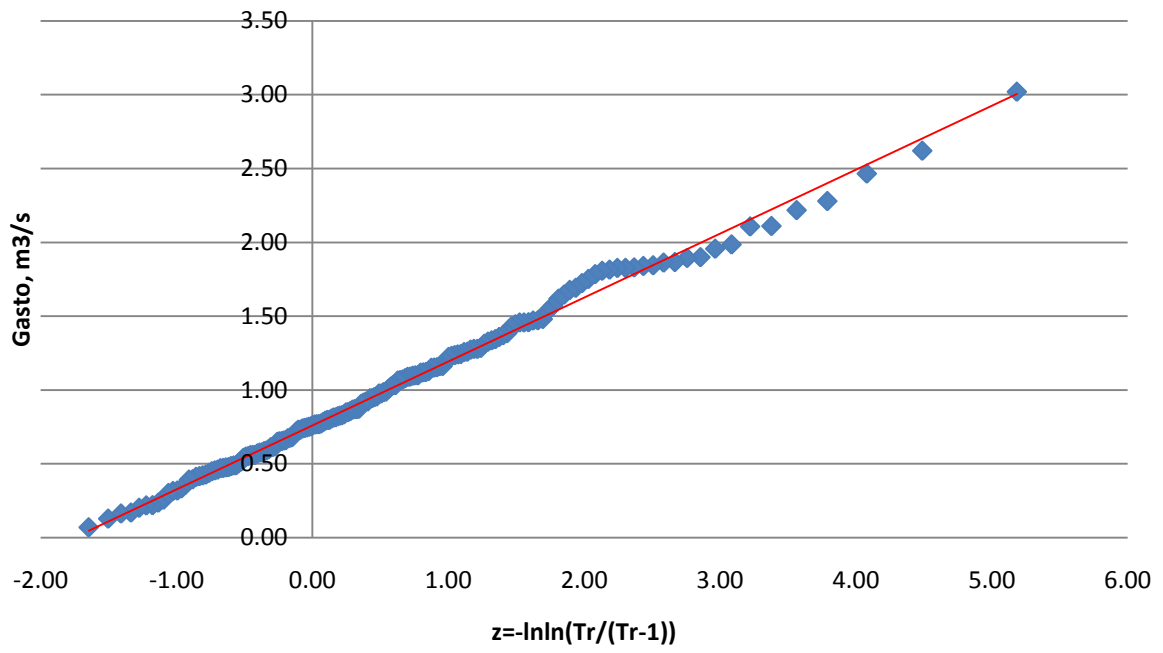
### Región 1 12 días



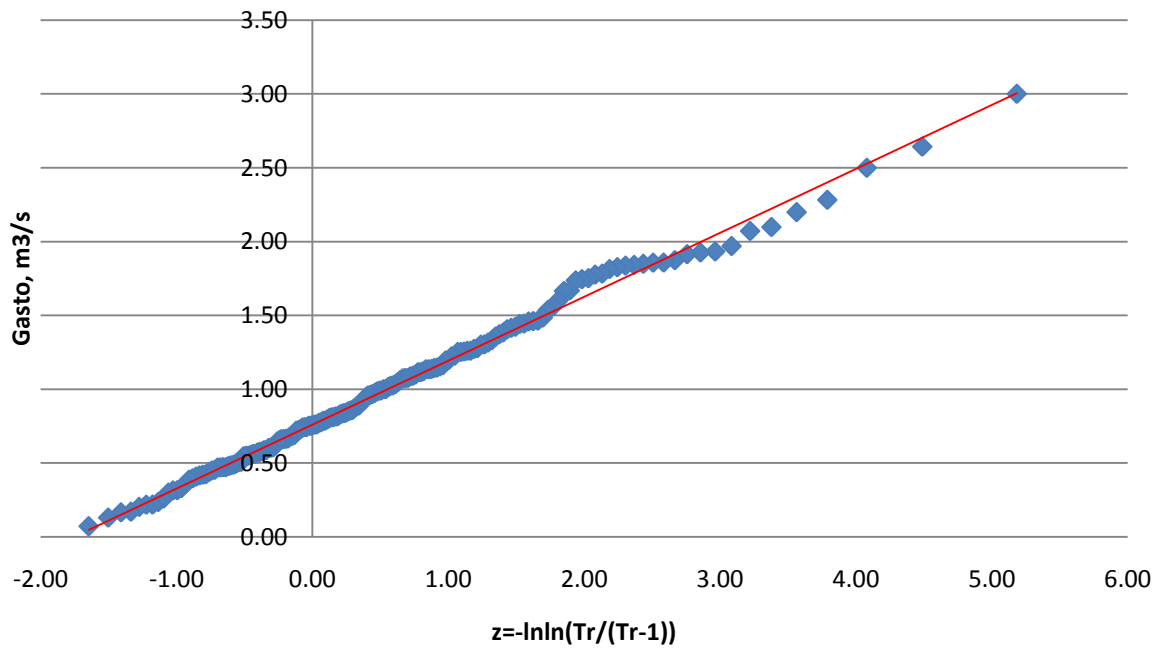
### Región 1 13 días



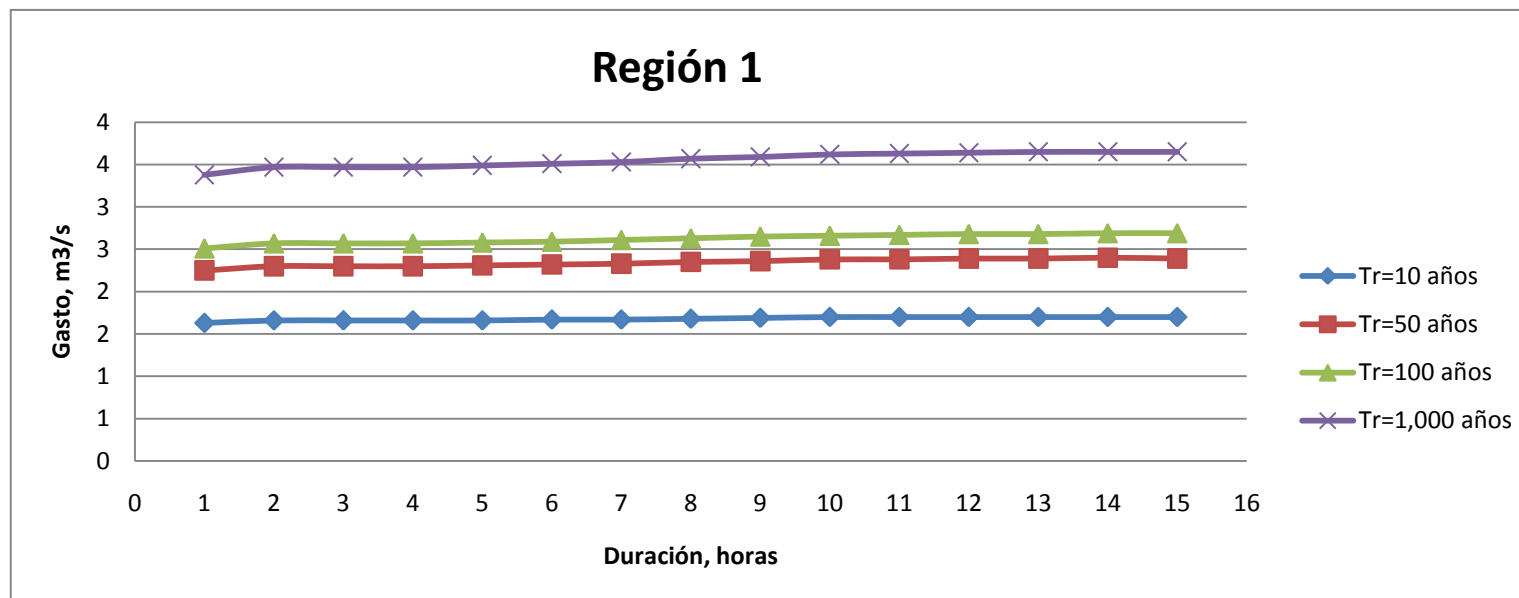
### Región 1 14 días



### Región 1 15 días



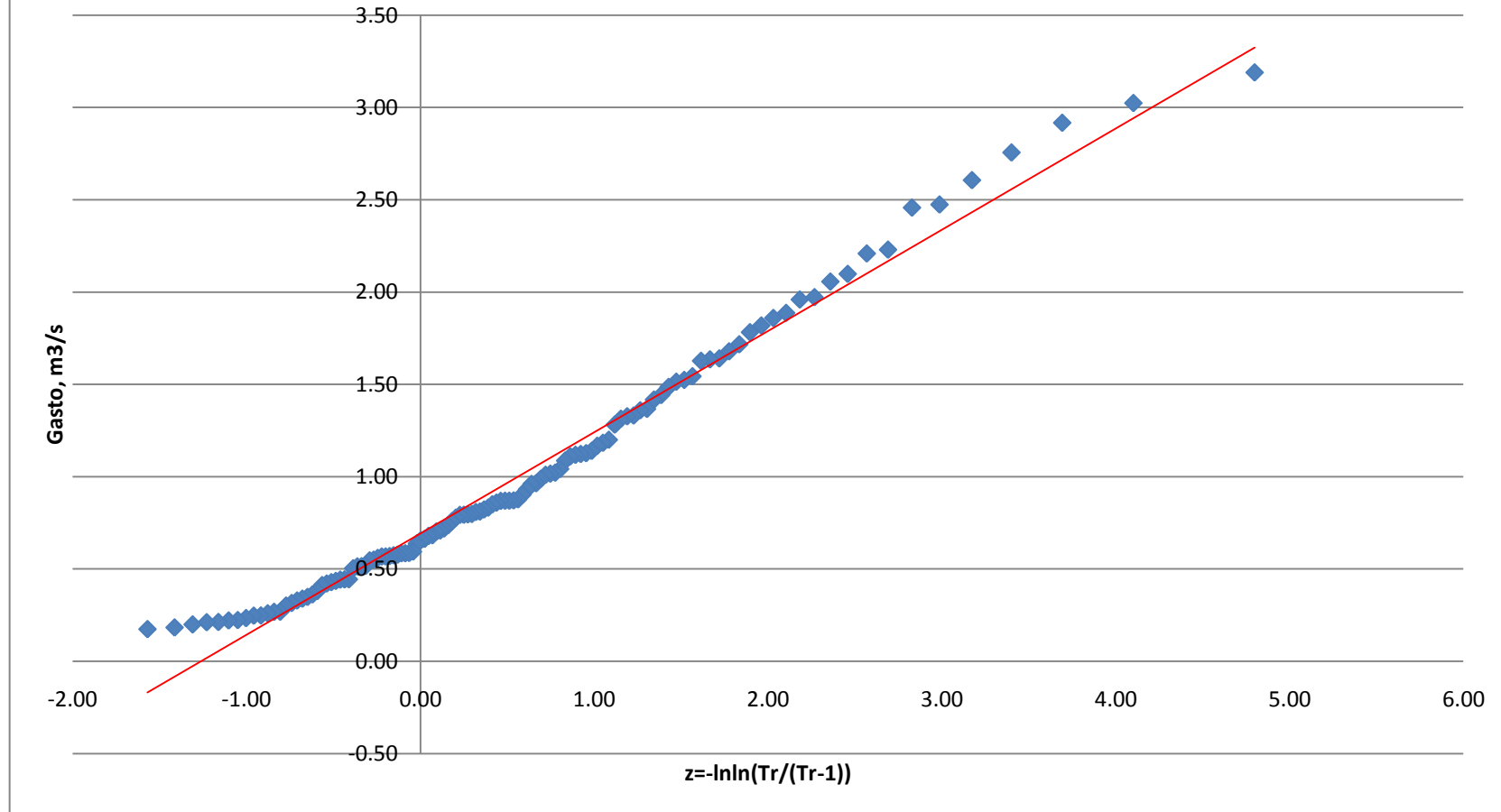
Duración	Gasto en m <sup>3</sup> /s para diferentes períodos en años											
días	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	0.92	1.35	1.63	1.90	2.25	2.51	2.78	3.12	3.38	3.64	3.99	4.25
2	0.92	1.36	1.66	1.94	2.30	2.57	2.84	3.20	3.47	3.74	4.10	4.37
3	0.92	1.36	1.66	1.94	2.30	2.57	2.84	3.20	3.47	3.74	4.09	4.36
4	0.92	1.36	1.66	1.94	2.30	2.57	2.84	3.20	3.47	3.74	4.09	4.36
5	0.92	1.37	1.66	1.94	2.31	2.58	2.86	3.21	3.49	3.76	4.12	4.39
6	0.92	1.37	1.67	1.95	2.32	2.59	2.87	3.23	3.51	3.78	4.14	4.42
7	0.92	1.37	1.67	1.96	2.33	2.61	2.89	3.25	3.53	3.81	4.17	4.45
8	0.92	1.38	1.68	1.97	2.35	2.63	2.91	3.29	3.57	3.85	4.22	4.50
9	0.92	1.38	1.69	1.98	2.36	2.65	2.93	3.31	3.59	3.87	4.25	4.53
10	0.92	1.39	1.70	1.99	2.38	2.66	2.95	3.33	3.62	3.90	4.28	4.57
11	0.92	1.39	1.70	2.00	2.38	2.67	2.96	3.34	3.63	3.91	4.29	4.58
12	0.92	1.39	1.70	2.00	2.39	2.68	2.97	3.35	3.64	3.93	4.31	4.59
13	0.92	1.39	1.70	2.00	2.39	2.68	2.97	3.36	3.65	3.94	4.32	4.61
14	0.92	1.39	1.70	2.01	2.40	2.69	2.98	3.36	3.65	3.94	4.32	4.61
15	0.92	1.39	1.70	2.00	2.39	2.69	2.98	3.36	3.65	3.94	4.32	4.61



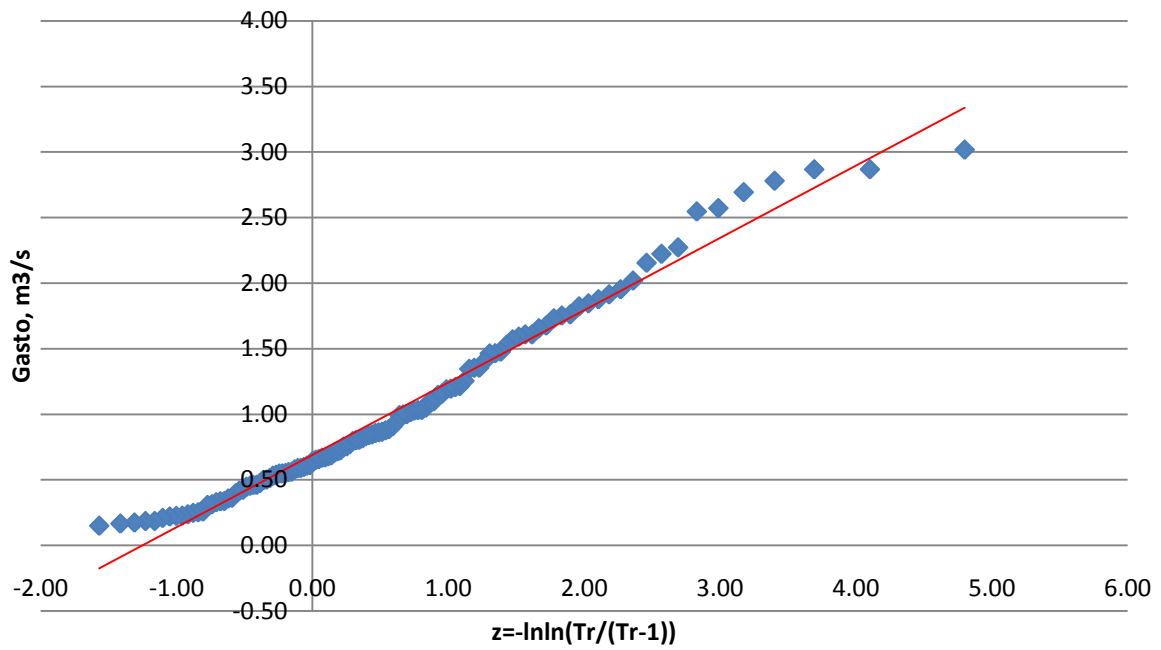
## **Anexo K. Papel Gumbel Región 2**



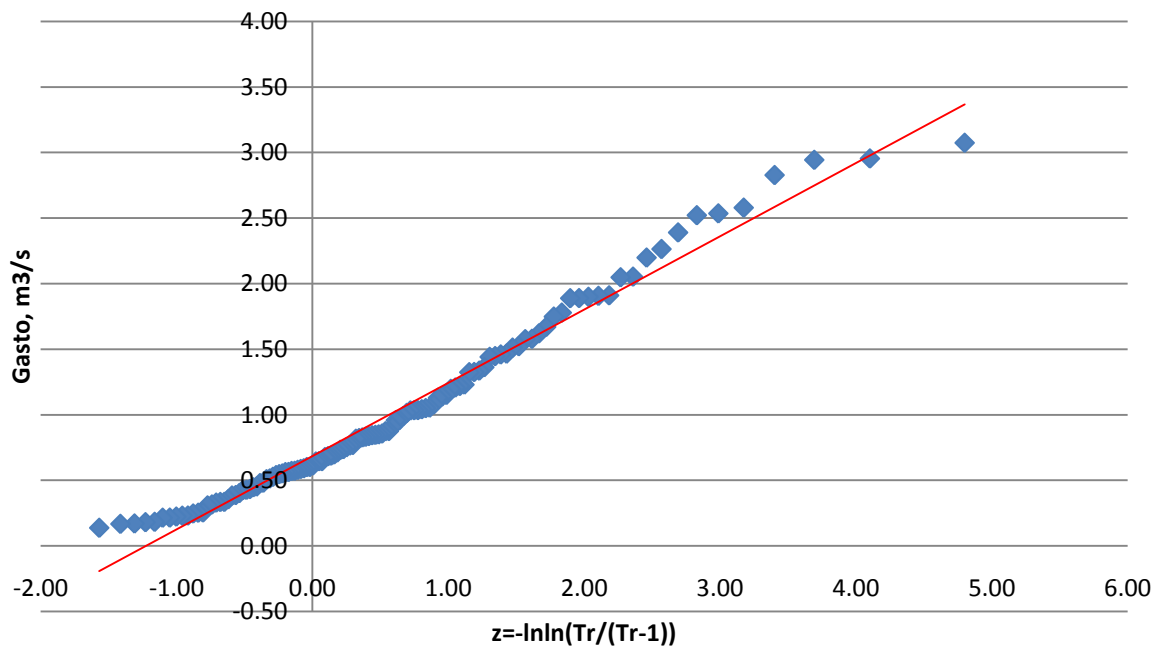
## Región 2 1 día



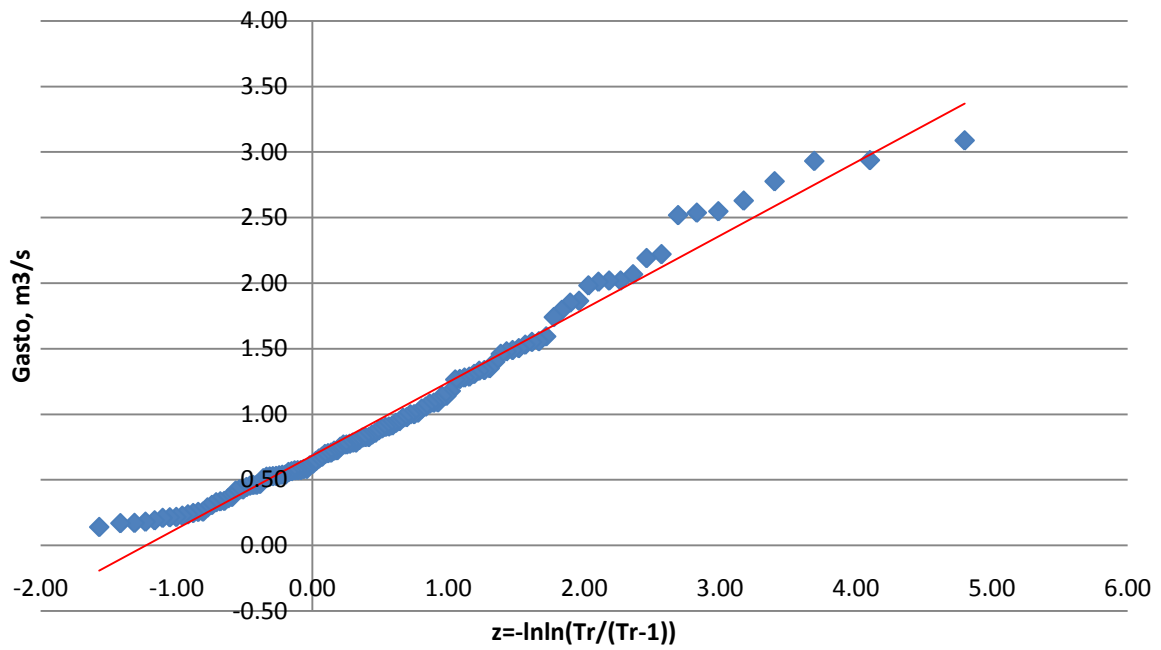
## Región 2 2 días



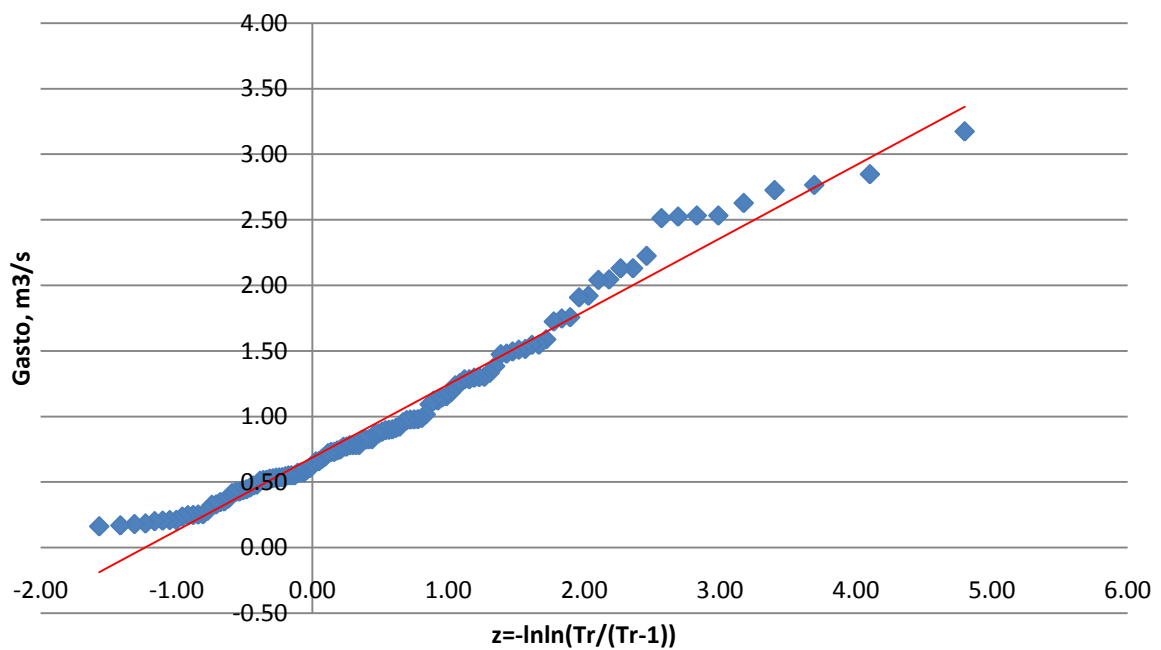
## Región 2 3 días



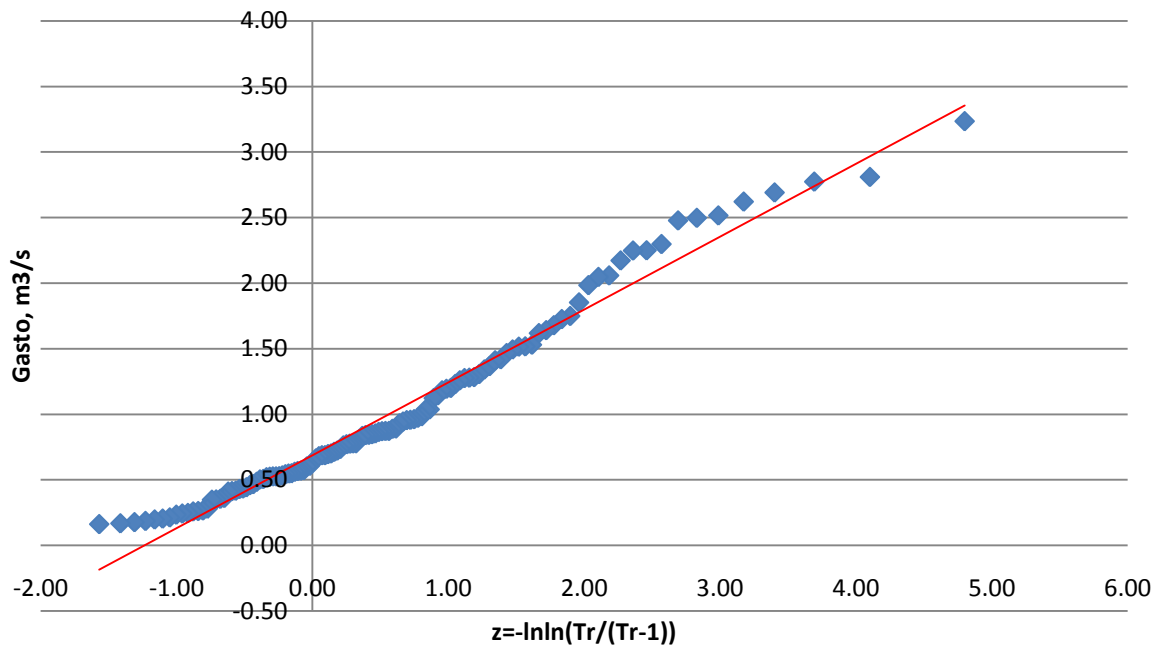
## Región 2 4 días



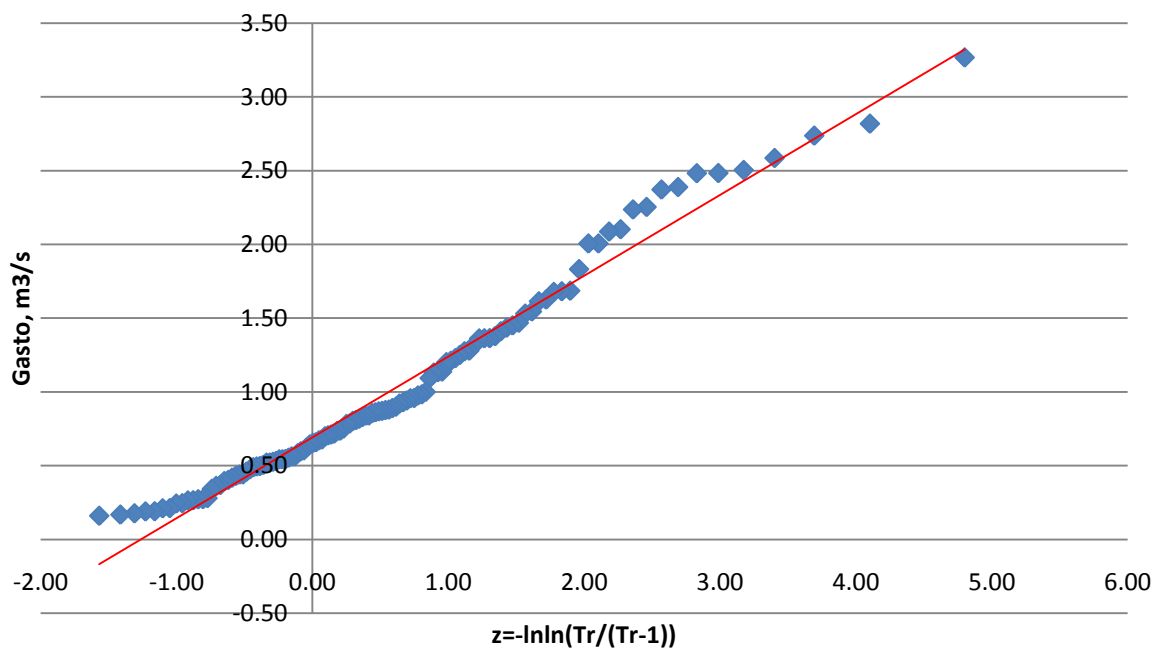
## Región 2 5 días



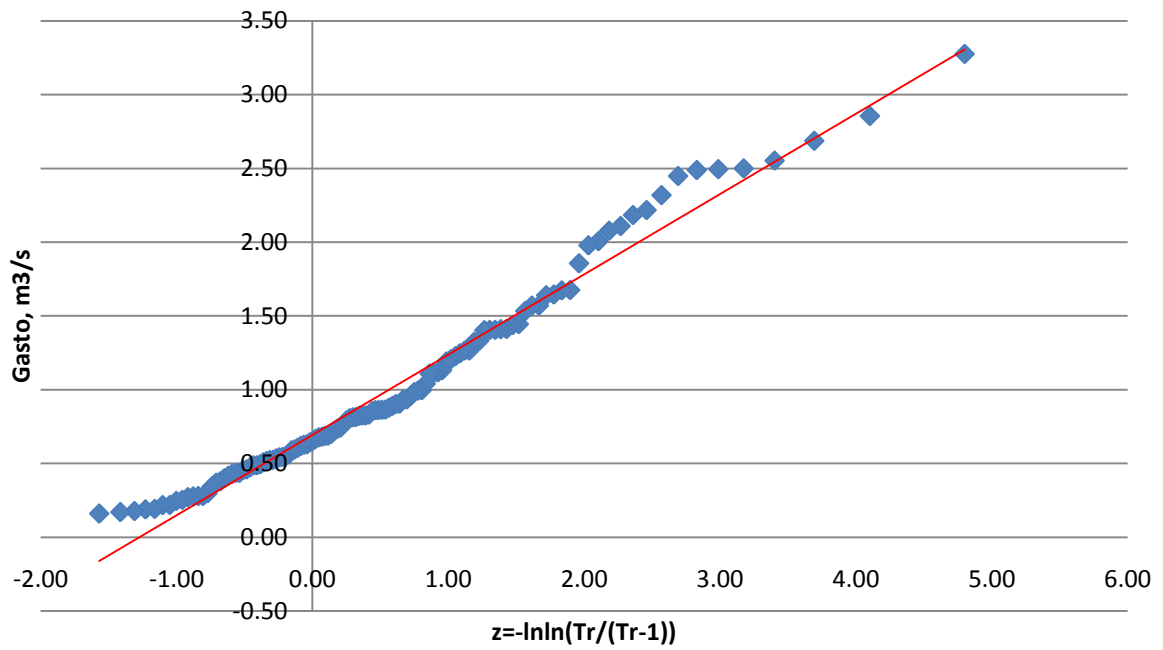
## Región 2 6 días



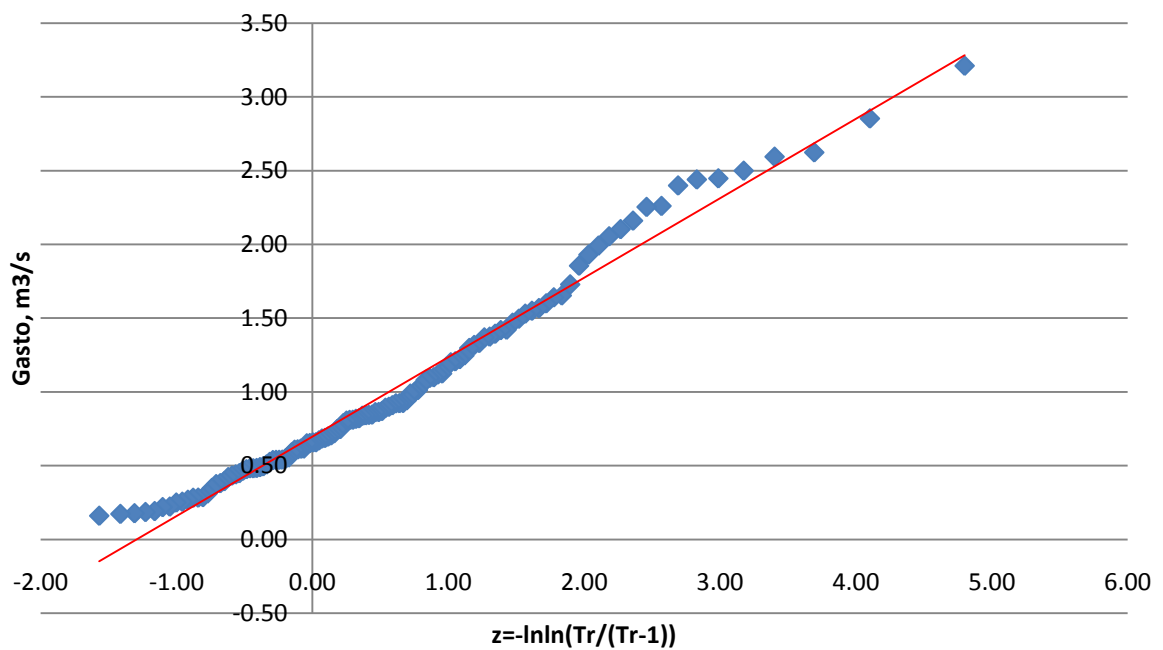
## Región 2 7 días



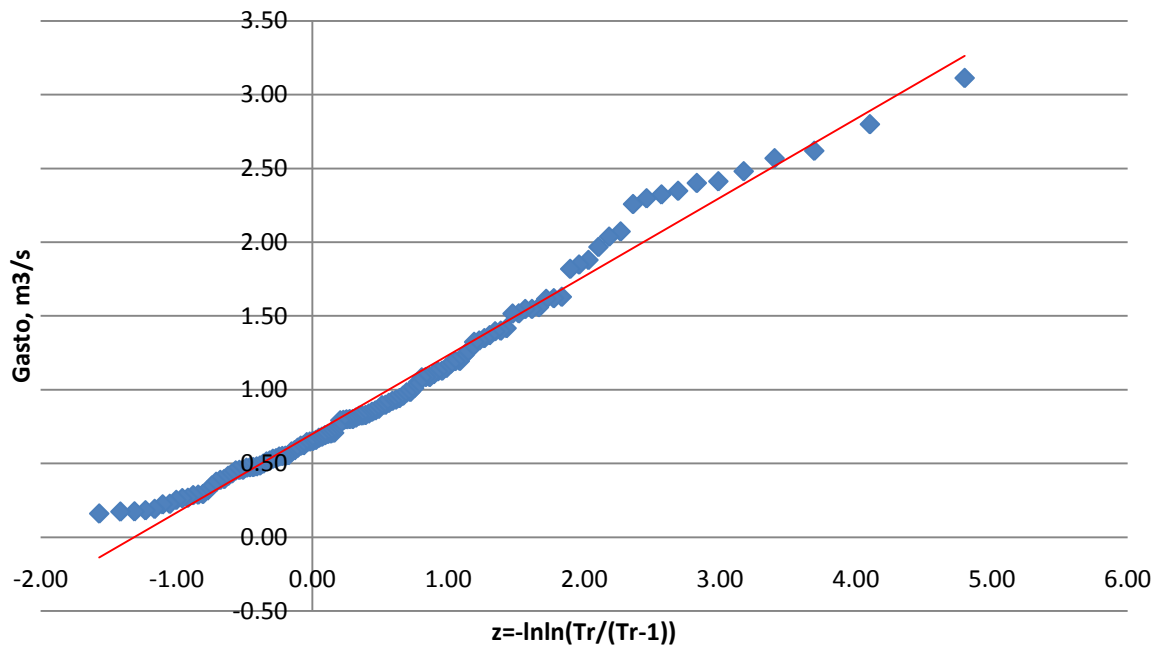
## Región 2 8 días



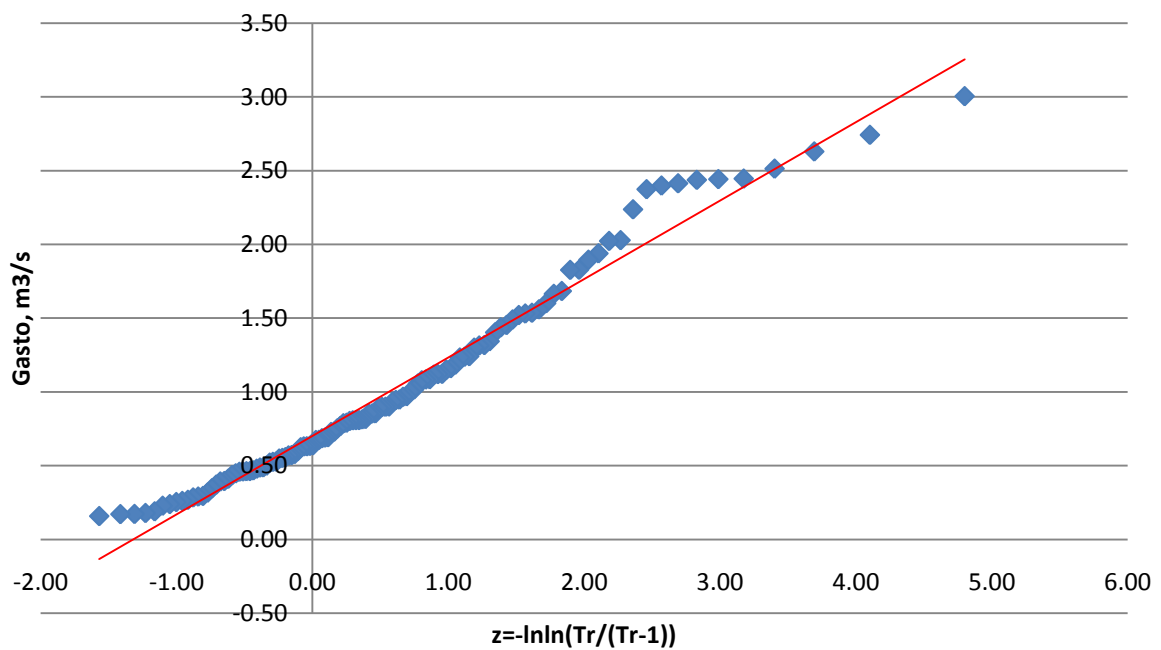
## Región 2 9 días



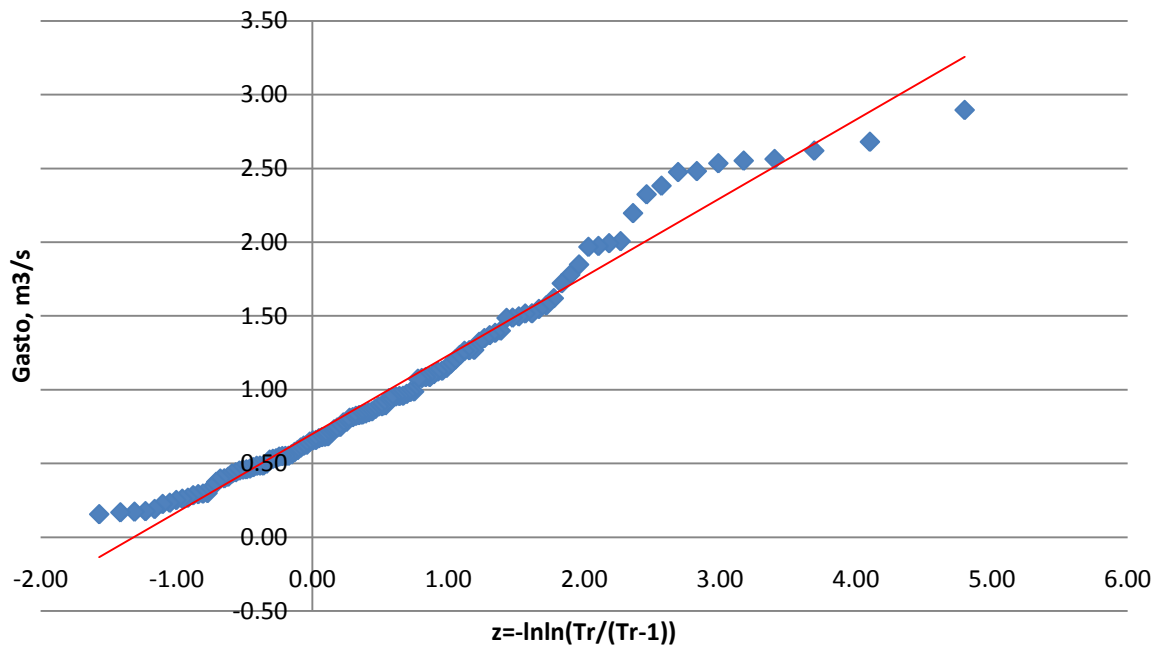
## Región 2 10 días



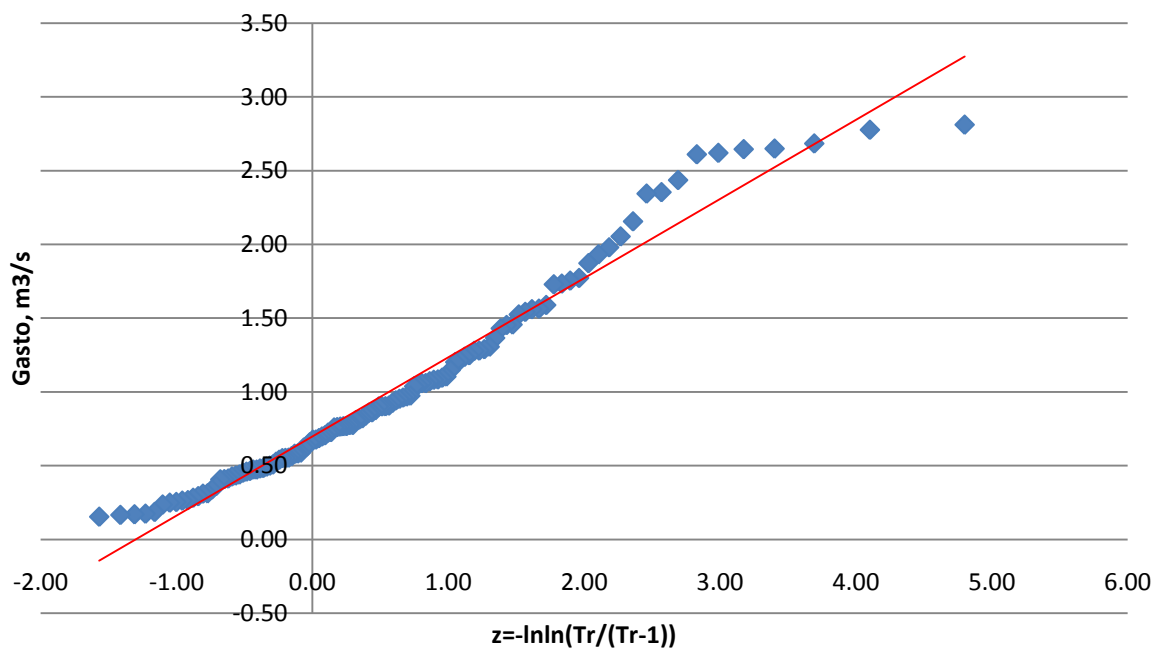
## Región 2 11 días



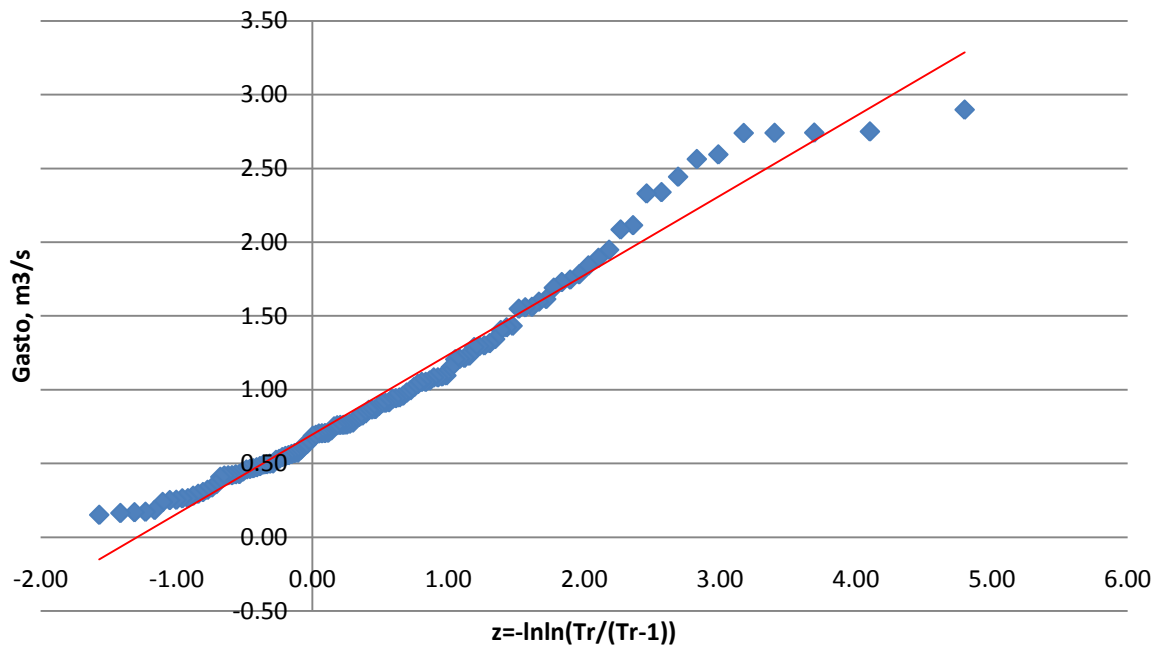
## Región 2 12 días



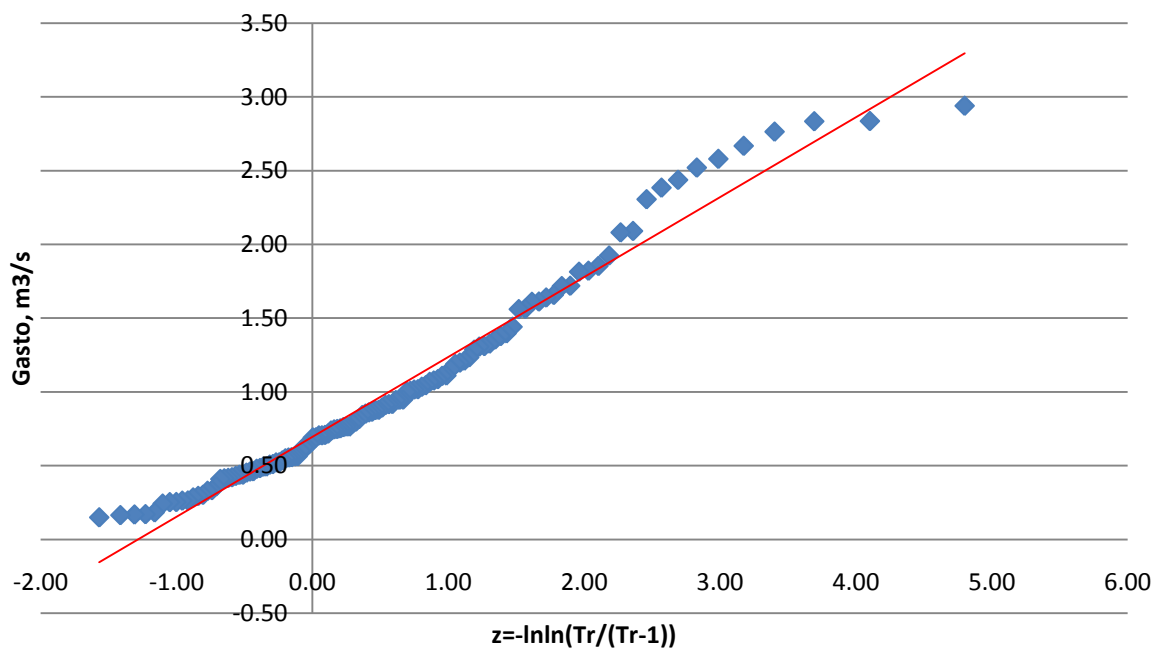
## Región 2 13 días



## Región 2 14 días

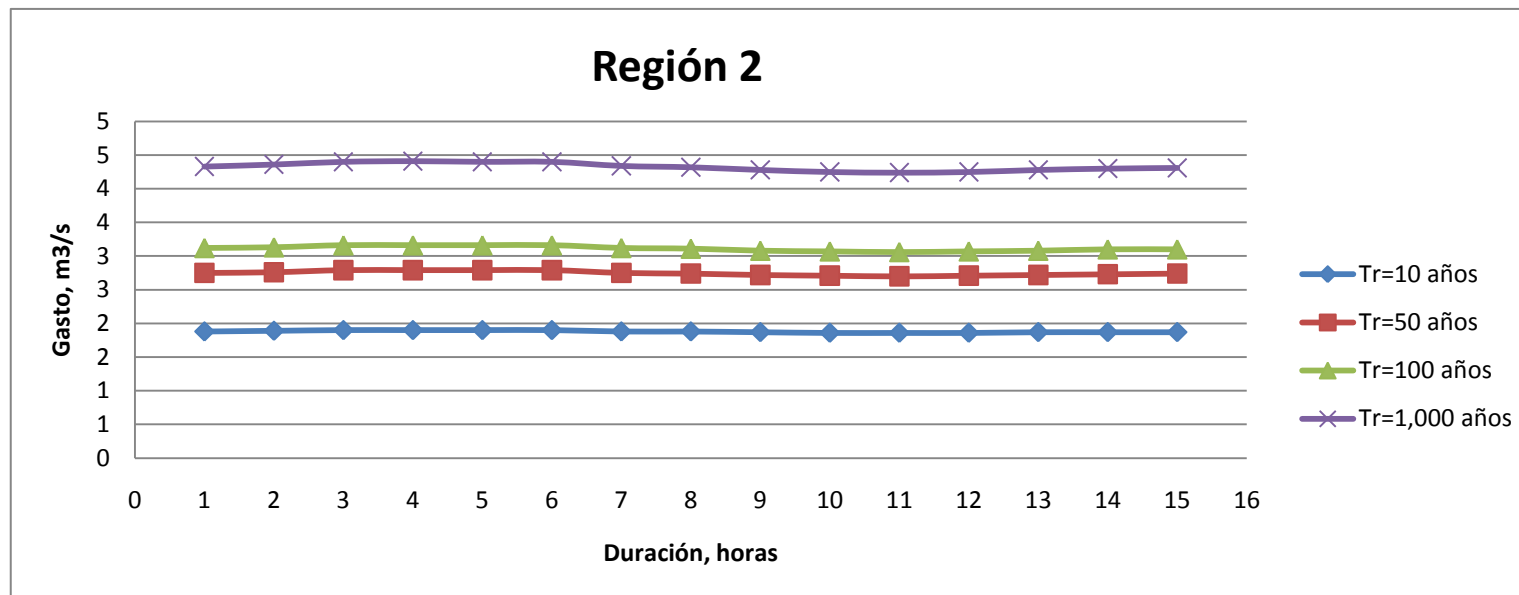


## Región 2 15 días





Duración		Gasto en m3/s para diferentes períodos en años										
días	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	0.89	1.49	1.88	2.26	2.75	3.12	3.49	3.97	4.33	4.70	5.18	5.55
2	0.89	1.49	1.89	2.27	2.76	3.13	3.50	3.99	4.36	4.72	5.21	5.58
3	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.53	4.03	4.40	4.77	5.27	5.64
4	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.54	4.03	4.41	4.78	5.27	5.65
5	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.54	4.03	4.40	4.77	5.27	5.64
6	0.89	1.50	1.90	2.29	2.79	3.16	3.54	4.03	4.40	4.77	5.27	5.64
7	0.89	1.49	1.88	2.26	2.75	3.12	3.49	3.97	4.34	4.70	5.19	5.55
8	0.89	1.48	1.88	2.25	2.74	3.11	3.47	3.95	4.32	4.68	5.16	5.52
9	0.89	1.48	1.87	2.24	2.72	3.08	3.44	3.92	4.28	4.63	5.11	5.47
10	0.89	1.47	1.86	2.23	2.71	3.07	3.42	3.90	4.25	4.61	5.08	5.44
11	0.89	1.47	1.86	2.23	2.70	3.06	3.42	3.89	4.24	4.60	5.07	5.42
12	0.89	1.47	1.86	2.23	2.71	3.07	3.42	3.89	4.25	4.61	5.08	5.43
13	0.89	1.48	1.87	2.24	2.72	3.08	3.44	3.92	4.28	4.64	5.11	5.47
14	0.89	1.48	1.87	2.25	2.73	3.10	3.46	3.94	4.30	4.66	5.14	5.50
15	0.89	1.48	1.87	2.25	2.74	3.10	3.47	3.95	4.31	4.67	5.15	5.51



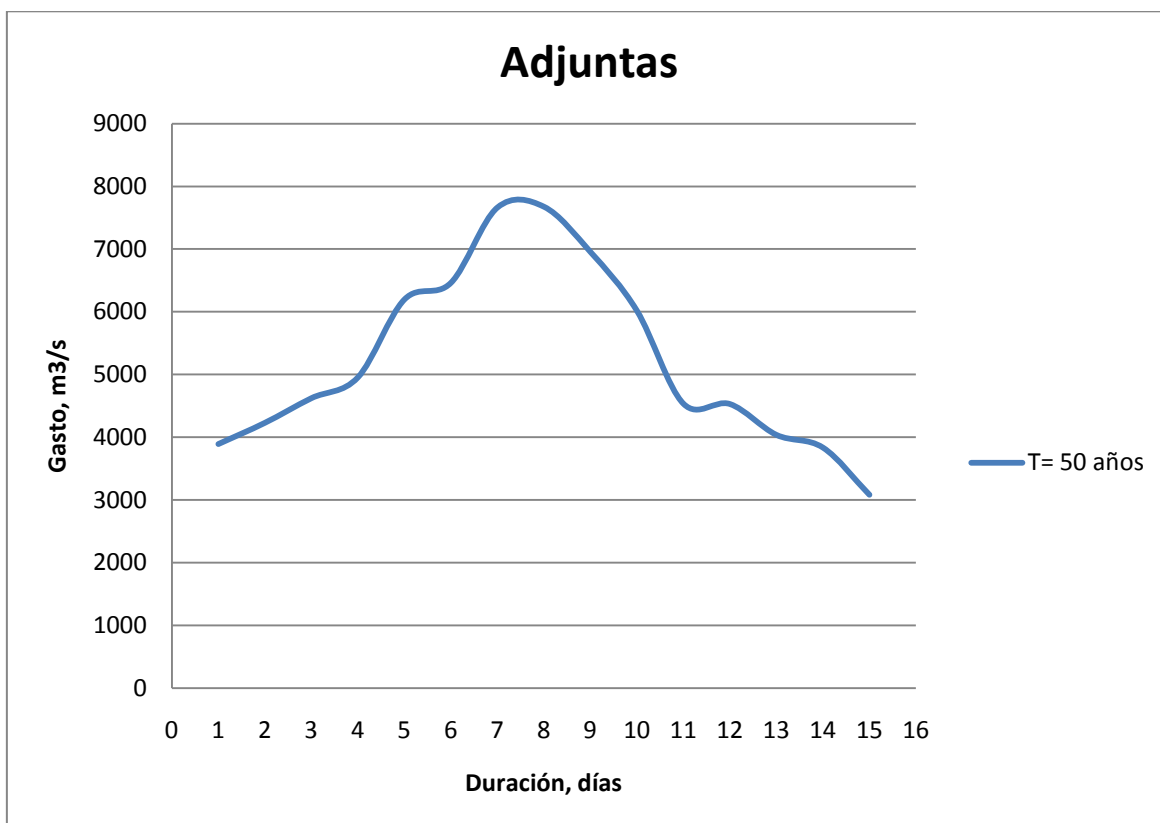
# **Anexo L. Avenidas de diseño Región 1**

**Avenidas de diseño, muestra regional**

**T=50 años**

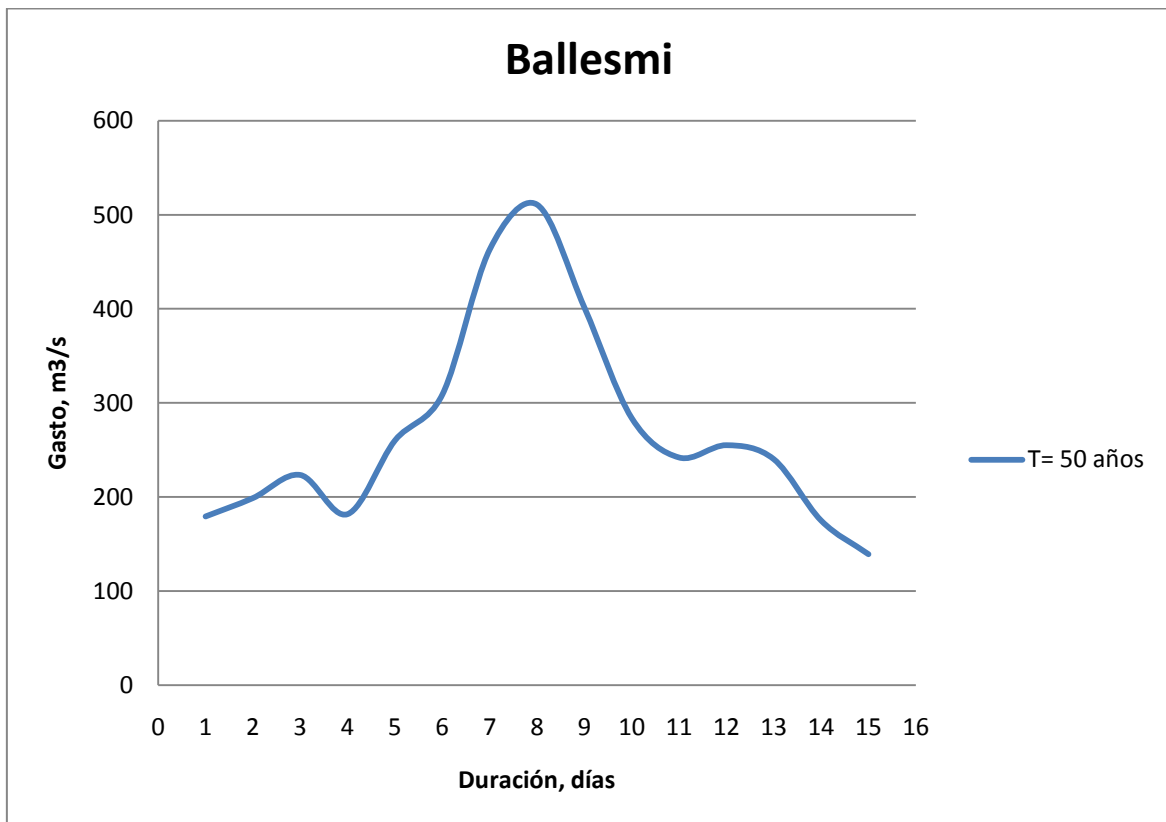
# Adjuntas

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	7677.85	7677.85	3890.56
2	7671.24	7664.62	4228.72
3	7432.97	6956.45	4622.37
4	7190.38	6462.60	4953.96
5	6955.90	6017.96	6196.85
6	6829.39	6196.85	6462.60
7	6501.55	4534.51	7664.62
8	6308.10	4953.96	7677.85
9	6110.43	4529.05	6956.45
10	5961.62	4622.37	6017.96
11	5786.65	4036.88	4534.51
12	5656.82	4228.72	4529.05
13	5516.60	3833.96	4036.88
14	5400.45	3890.56	3833.96
15	5245.81	3080.83	3080.83



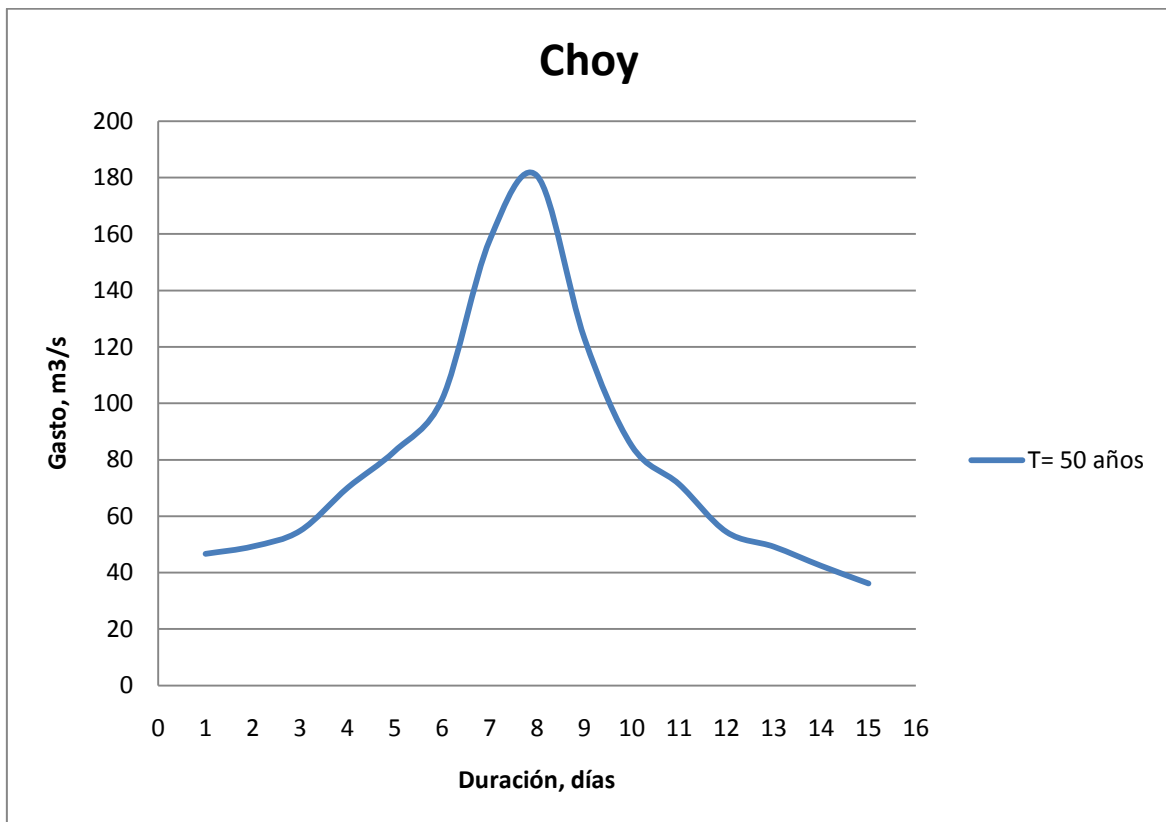
# Ballesmi

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	510.65	510.65	179.34
2	486.76	462.86	198.87
3	458.29	401.37	223.43
4	420.91	308.75	181.80
5	393.50	283.86	260.12
6	371.27	260.12	308.75
7	352.80	241.97	462.86
8	331.42	181.80	510.65
9	322.94	255.04	401.37
10	312.99	223.43	283.86
11	306.37	240.19	241.97
12	297.41	198.87	255.04
13	287.99	174.98	240.19
14	280.23	179.34	174.98
15	270.83	139.21	139.21



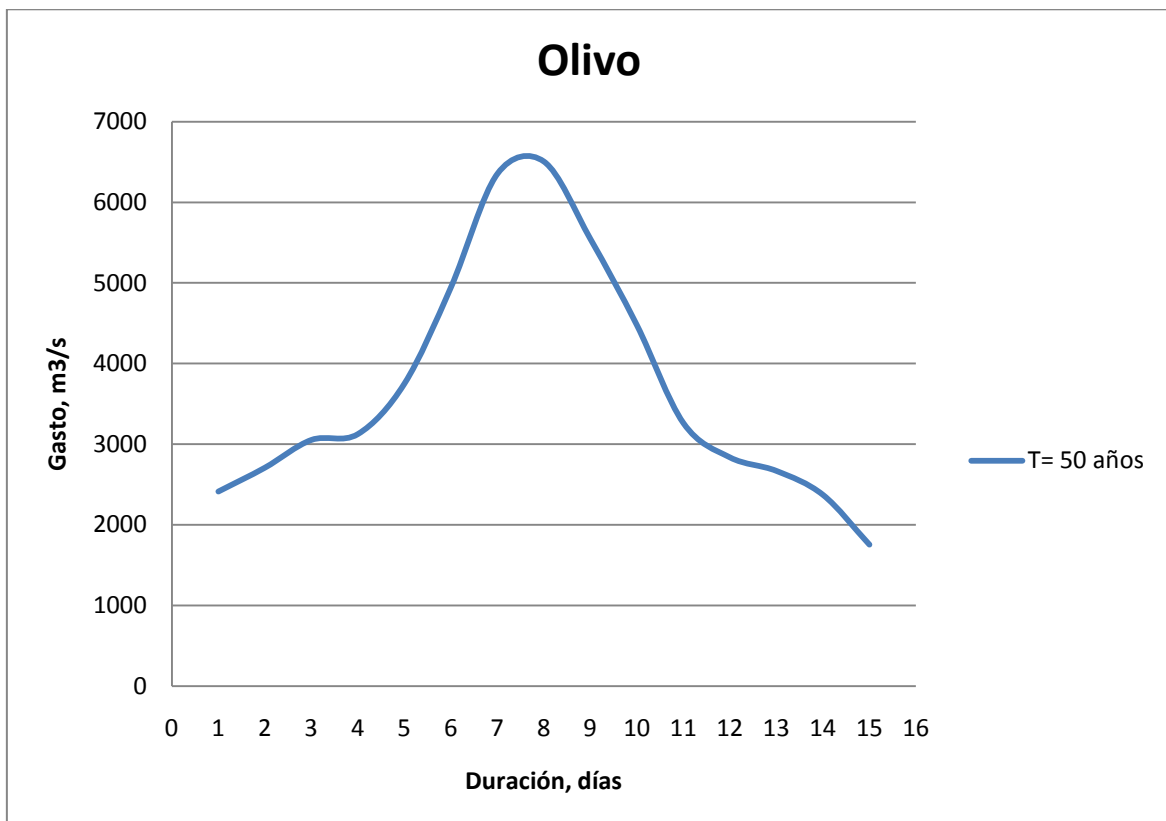
# Choy

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{indiv}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	Avenida diseño $\text{(m}^3/\text{s)}$
1	180.64	180.64	46.67
2	169.24	157.84	49.30
3	153.85	123.07	54.86
4	140.80	101.64	70.08
5	129.63	84.95	83.16
6	121.88	83.16	101.64
7	114.67	71.36	157.84
8	109.09	70.08	180.64
9	103.02	54.45	123.07
10	98.21	54.86	84.95
11	93.75	49.20	71.36
12	90.05	49.30	54.45
13	86.38	42.42	49.20
14	83.55	46.67	42.42
15	80.39	36.17	36.17



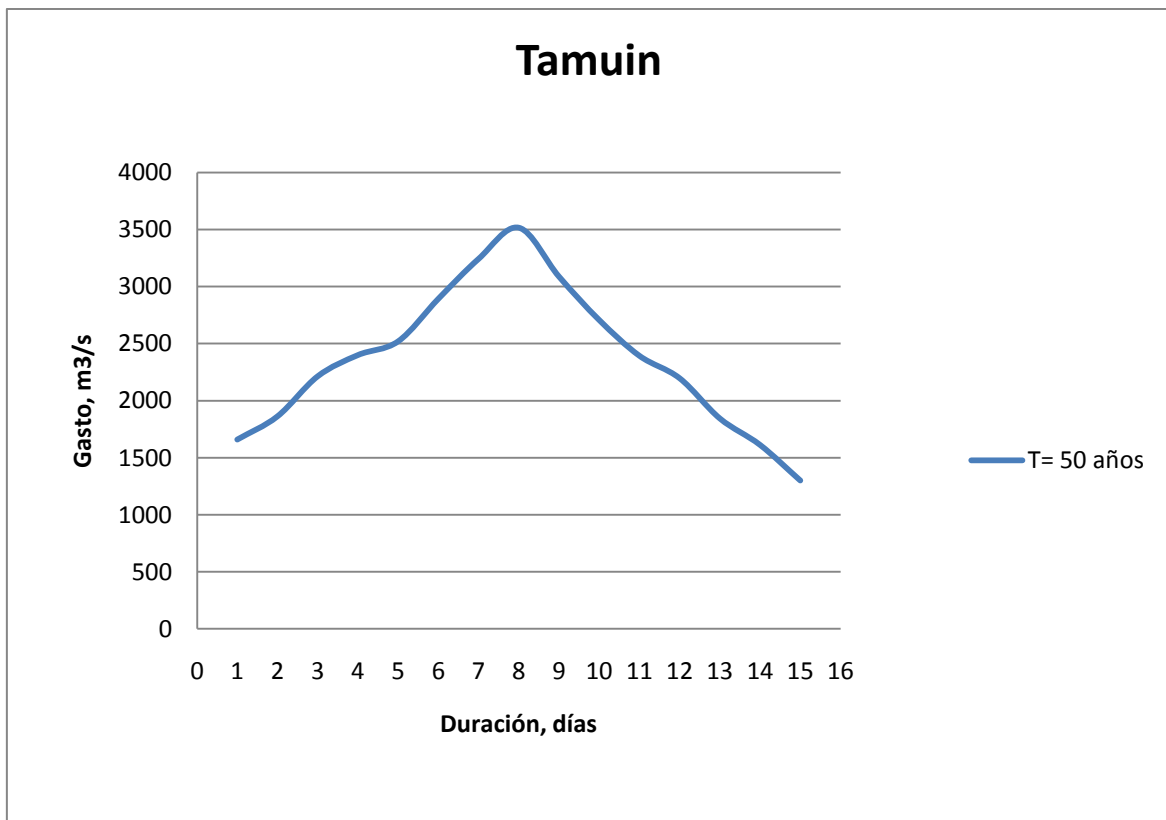
# Olivo

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	6504.48	6504.48	2412.00
2	6428.18	6351.88	2707.44
3	6133.61	5544.49	3051.74
4	5836.04	4943.30	3124.27
5	5563.76	4474.64	3749.26
6	5261.34	3749.26	4943.30
7	4975.55	3260.83	6351.88
8	4744.14	3124.27	6504.48
9	4532.07	2835.46	5544.49
10	4384.03	3051.74	4474.64
11	4227.99	2667.59	3260.83
12	4101.28	2707.44	2835.46
13	3968.17	2370.85	2667.59
14	3857.02	2412.00	2370.85
15	3716.77	1753.28	1753.28



# Tamuin

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	3516.36	3516.36	1658.96
2	3379.51	3242.66	1862.49
3	3282.12	3087.32	2213.38
4	3184.83	2892.99	2399.64
5	3089.23	2706.80	2519.71
6	2994.31	2519.71	2892.99
7	2908.43	2393.16	3242.66
8	2844.83	2399.64	3516.36
9	2772.78	2196.35	3087.32
10	2716.84	2213.38	2706.80
11	2637.46	1843.68	2393.16
12	2572.88	1862.49	2196.35
13	2498.95	1611.86	1843.68
14	2438.95	1658.96	1611.86
15	2363.02	1299.88	1299.88

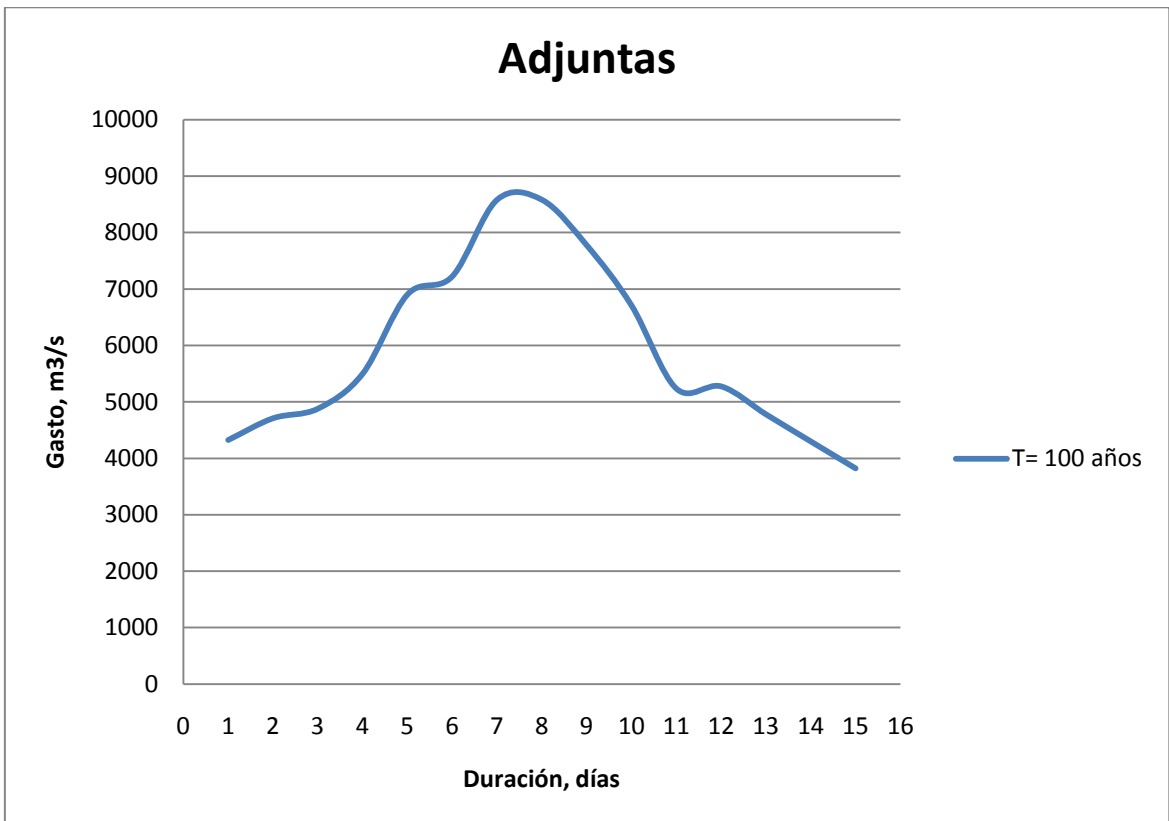




**Avenidas de diseño, muestra regional**  
**T=100 años**

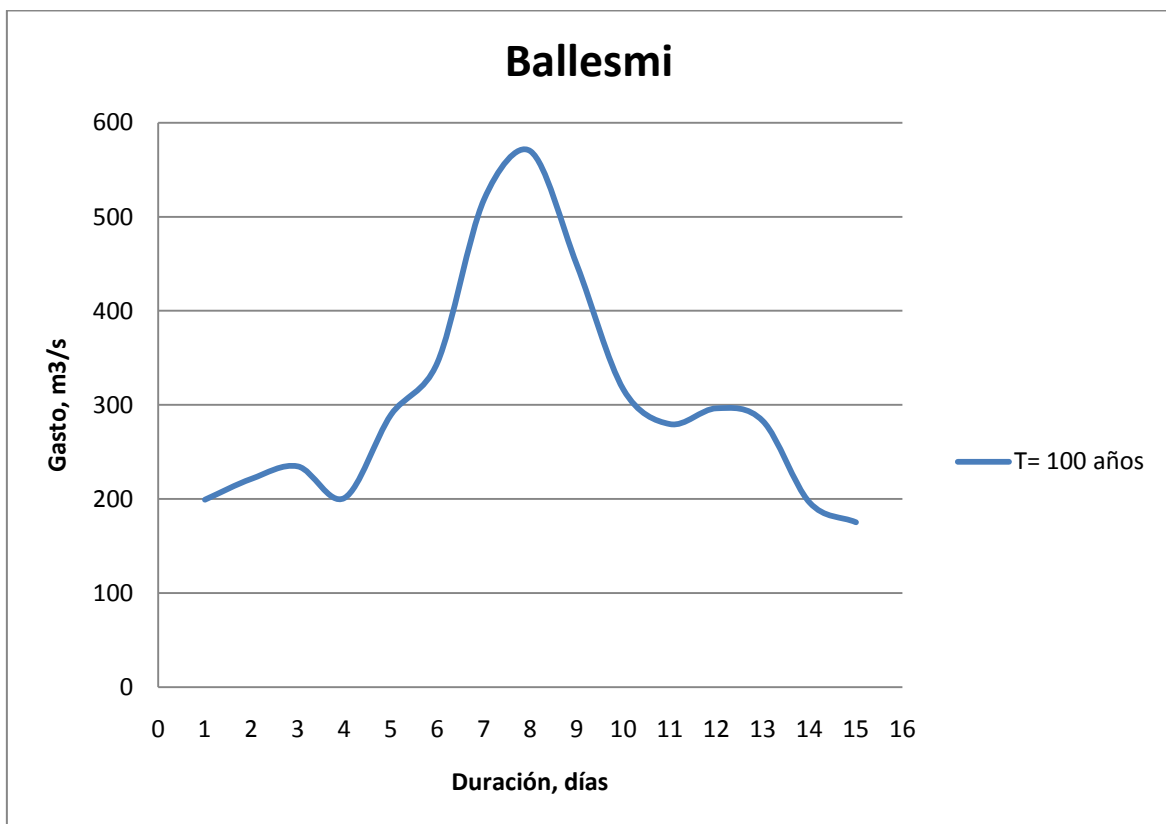
# Adjuntas

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	8565.07	8565.07	4324.41
2	8571.77	8578.48	4709.37
3	8305.54	7773.07	4878.32
4	8034.47	7221.25	5497.67
5	7768.92	6706.74	6900.51
6	7624.19	6900.51	7221.25
7	7282.85	5234.82	8578.48
8	7059.70	5497.67	8578.48
9	6861.29	5273.94	7773.07
10	6662.99	4878.32	6706.74
11	6491.74	4779.26	5234.82
12	6343.21	4709.37	5273.94
13	6185.98	4299.17	4779.26
14	6053.01	4324.41	4299.17
15	5904.28	3822.12	3822.12



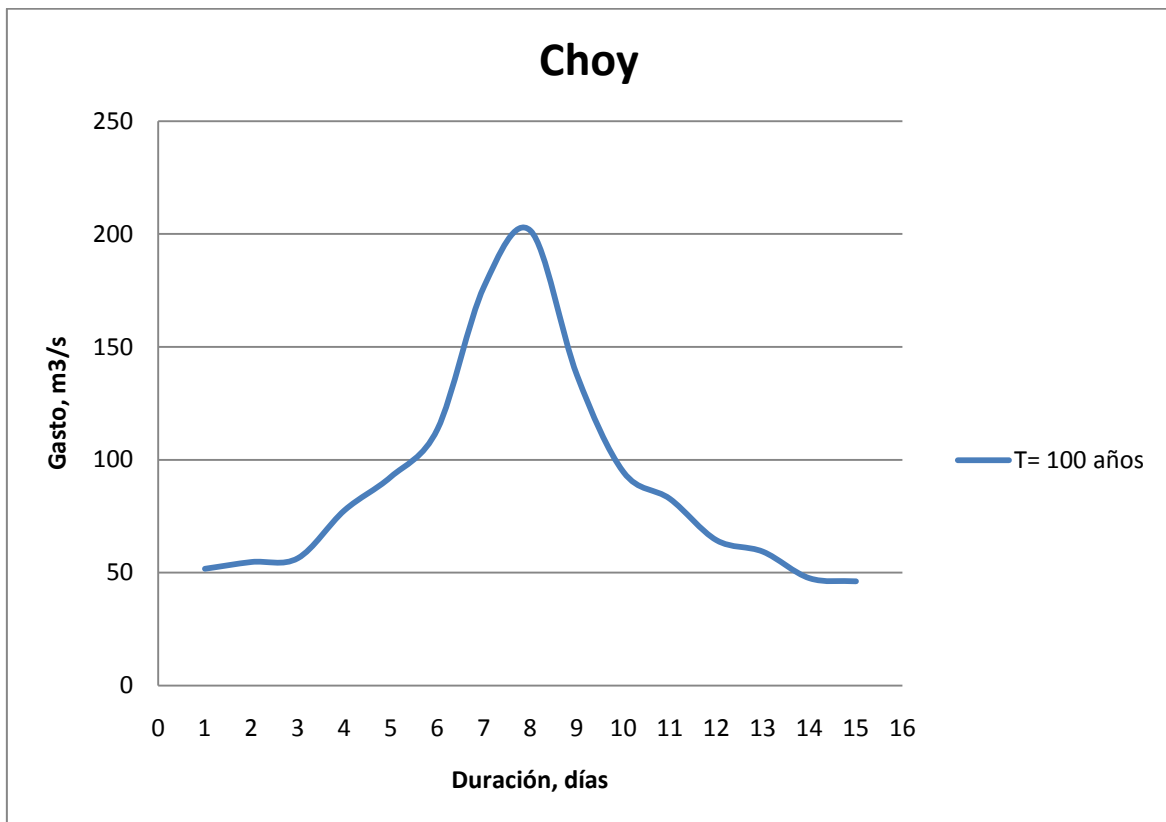
# Ballesmi

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	569.66	569.66	199.12
2	543.90	518.14	221.28
3	512.09	448.49	234.50
4	470.32	345.00	200.94
5	439.49	316.18	289.40
6	414.48	289.40	345.00
7	395.19	279.50	518.14
8	370.91	200.94	569.66
9	362.62	296.28	448.49
10	349.81	234.50	316.18
11	343.70	282.61	279.50
12	333.50	221.28	296.28
13	322.94	196.21	282.61
14	314.09	199.12	196.21
15	304.83	175.09	175.09



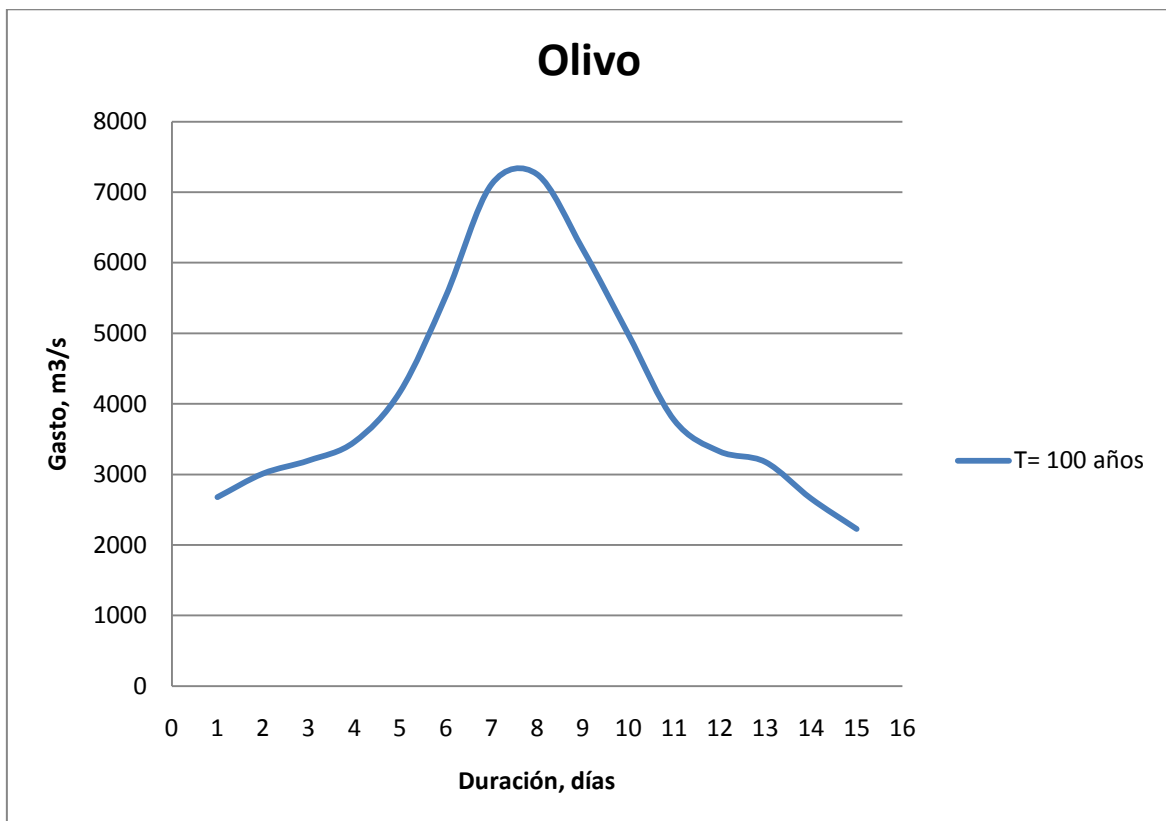
# Choy

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	201.52	201.52	51.74
2	189.11	176.70	54.75
3	171.91	137.51	56.46
4	157.33	113.58	77.61
5	144.78	94.60	92.51
6	136.07	92.51	113.58
7	128.45	82.71	176.70
8	122.09	77.61	201.52
9	115.68	64.40	137.51
10	109.76	56.46	94.60
11	105.17	59.32	82.71
12	100.97	54.75	64.40
13	96.86	47.57	59.32
14	93.64	51.74	47.57
15	90.48	46.19	46.19



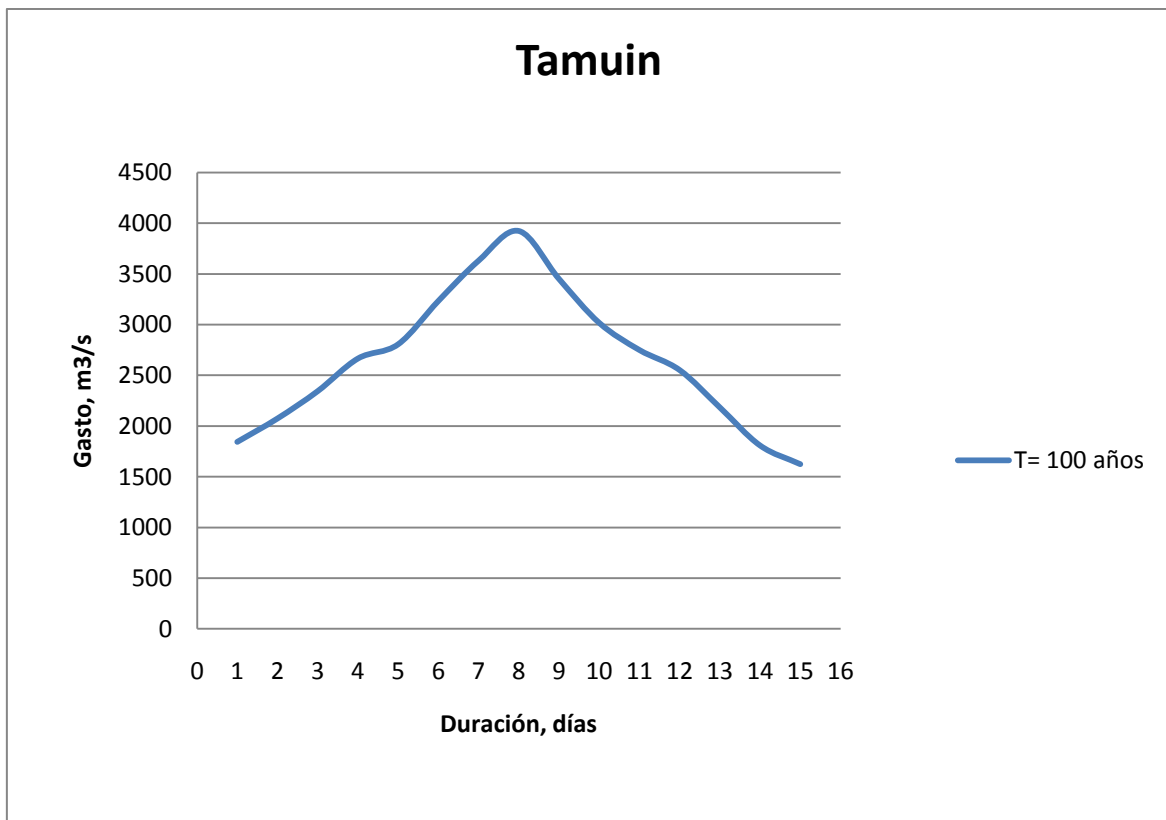
# Olivo

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	7256.10	7256.10	2677.36
2	7182.79	7109.48	3012.25
3	6853.65	6195.36	3197.27
4	6521.14	5523.60	3460.91
5	6214.07	4985.79	4171.58
6	5873.65	4171.58	5523.60
7	5573.47	3772.40	7109.48
8	5309.40	3460.91	7256.10
9	5088.97	3325.54	6195.36
10	4899.80	3197.27	4985.79
11	4743.17	3176.83	3772.40
12	4598.93	3012.25	3325.54
13	4449.66	2658.53	3176.83
14	4323.07	2677.36	2658.53
15	4183.31	2226.59	2226.59



# Tamuin

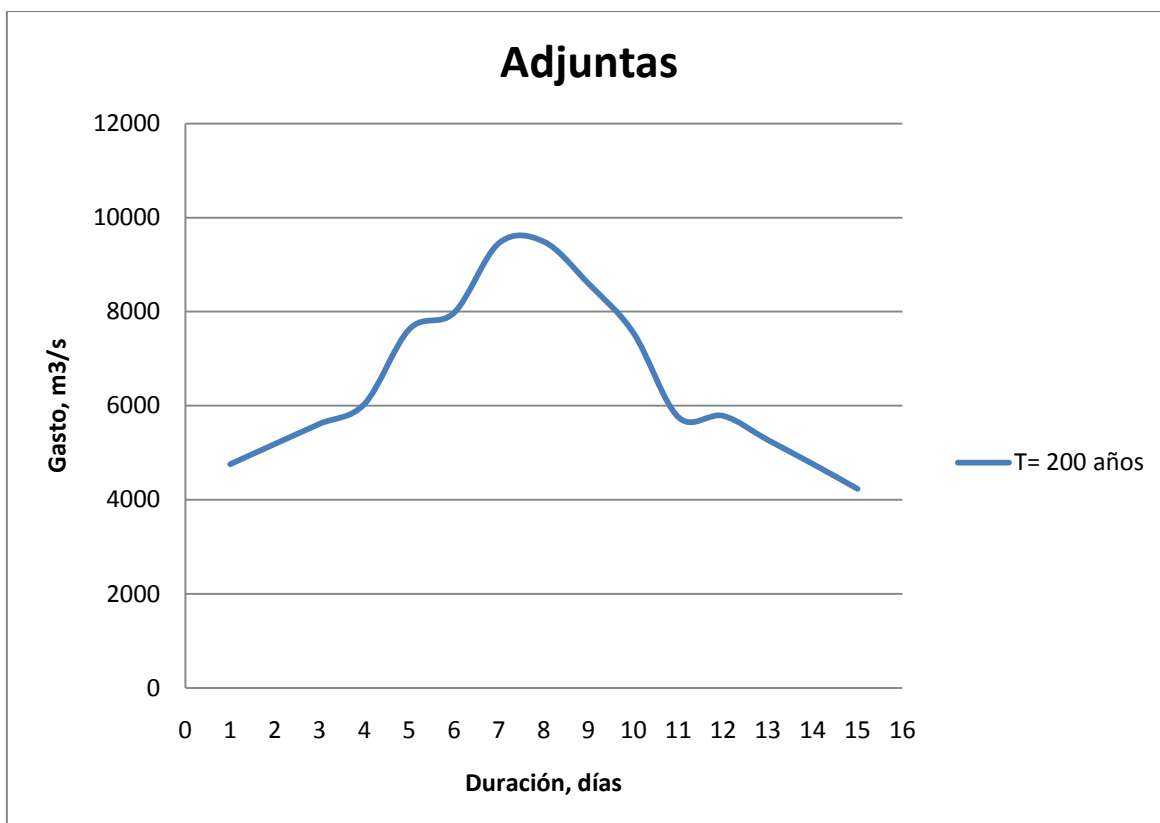
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	3922.70	3922.70	1842.99
2	3776.24	3629.78	2073.69
3	3667.41	3449.74	2343.15
4	3558.71	3232.60	2664.74
5	3450.31	3016.71	2805.17
6	3342.78	2805.17	3232.60
7	3257.94	2748.88	3629.78
8	3183.79	2664.74	3922.70
9	3113.50	2551.18	3449.74
10	3036.47	2343.15	3016.71
11	2958.83	2182.48	2748.88
12	2885.07	2073.69	2551.18
13	2802.17	1807.44	2182.48
14	2733.66	1842.99	1807.44
15	2659.63	1623.18	1623.18



**Avenidas de diseño, muestra regional**  
**T=200 años**

# Adjuntas

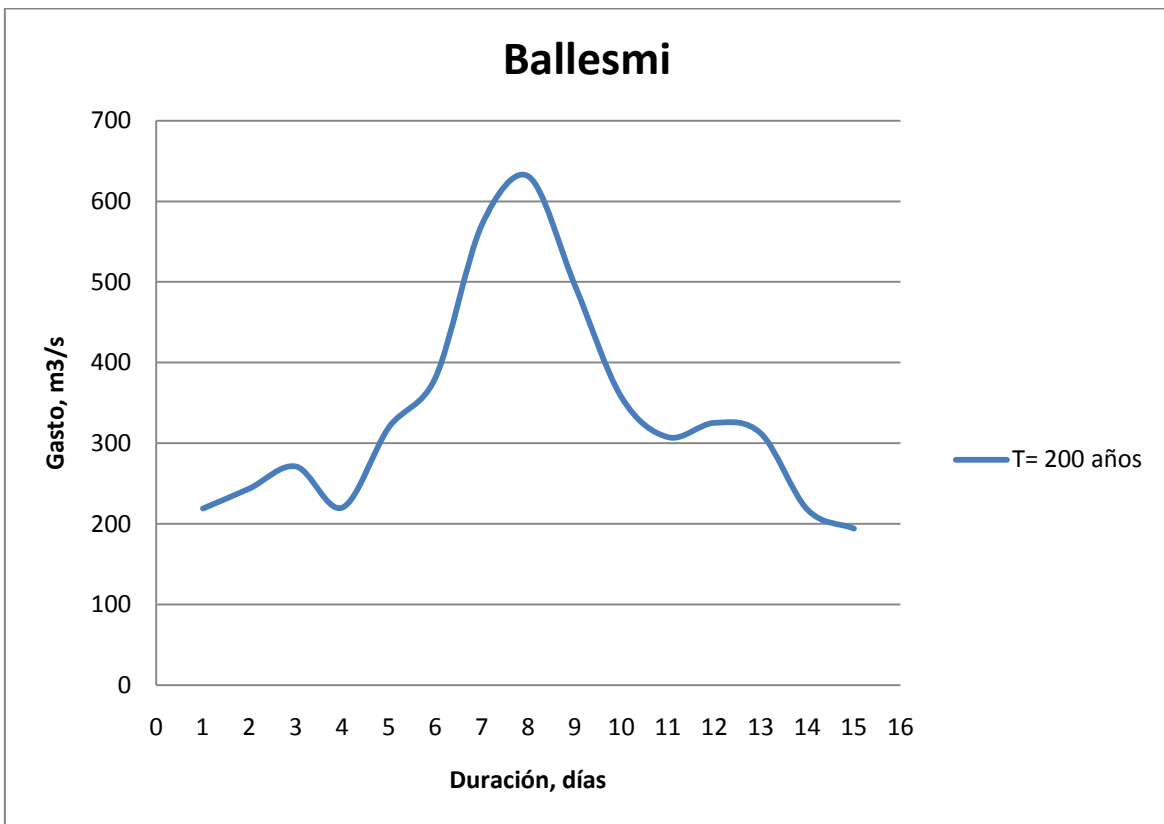
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	9486.41	9486.41	4758.26
2	9472.31	9458.21	5190.03
3	9178.11	8589.70	5617.79
4	8878.56	7979.91	6041.39
5	8612.06	7546.09	7630.24
6	8448.43	7630.24	7979.91
7	8064.15	5758.52	9458.21
8	7811.31	6041.39	9486.41
9	7586.25	5785.80	8589.70
10	7389.40	5617.79	7546.09
11	7196.84	5271.15	5758.52
12	7029.60	5190.03	5785.80
13	6855.35	4764.38	5271.15
14	6705.56	4758.26	4764.38
15	6540.80	4234.17	4234.17





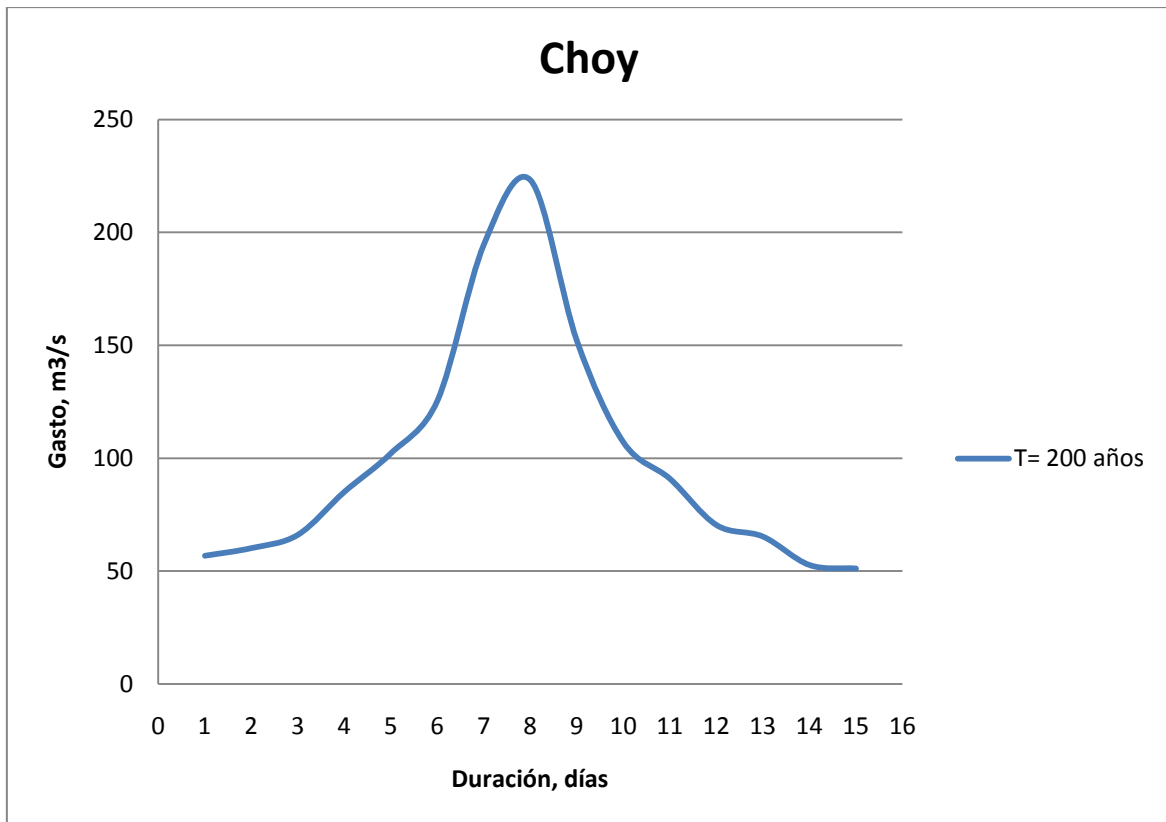
# Ballesmi

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	630.93	630.93	218.90
2	601.04	571.14	243.70
3	565.89	495.61	271.04
4	519.73	381.24	220.08
5	487.19	357.02	319.76
6	459.28	319.76	381.24
7	437.59	307.43	571.14
8	410.40	220.08	630.93
9	400.93	325.20	495.61
10	387.94	271.04	357.02
11	381.03	311.88	307.43
12	369.58	243.70	325.20
13	357.88	217.44	311.88
14	347.95	218.90	217.44
15	337.69	193.96	193.96



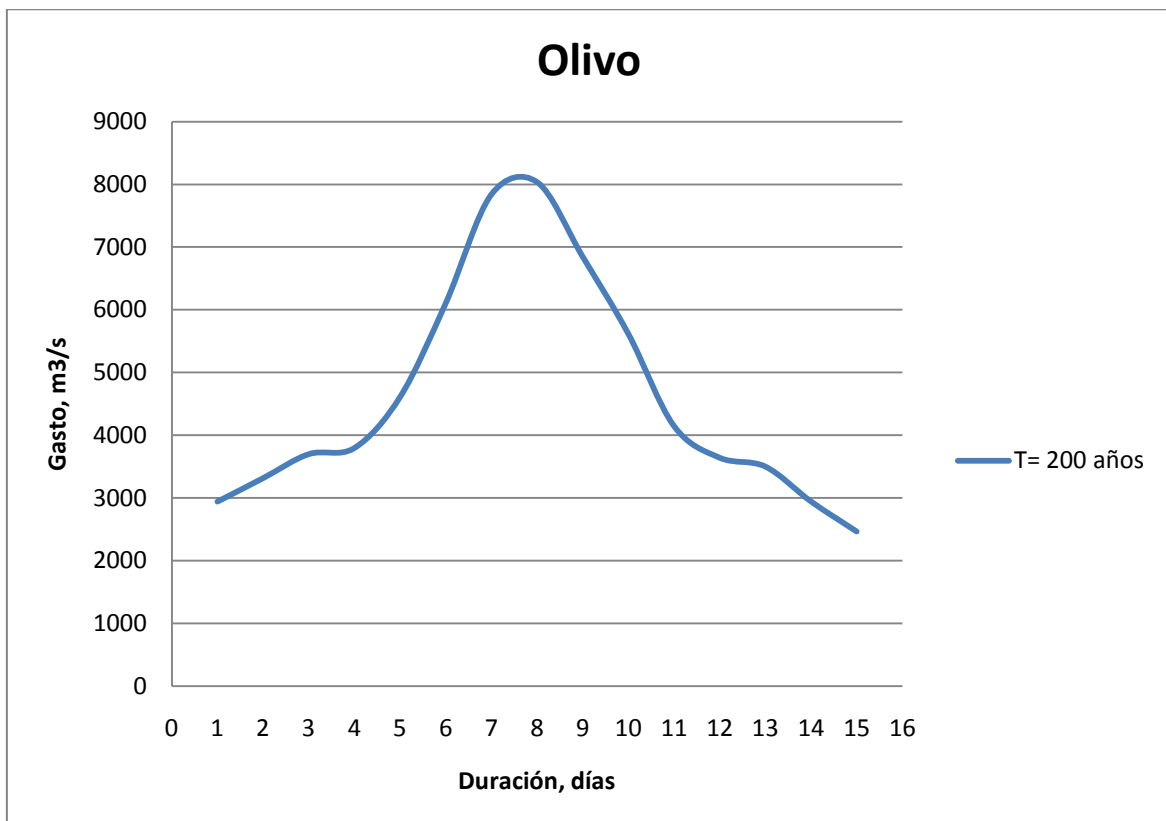
# Choy

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	223.19	223.19	56.82
2	208.97	194.75	60.21
3	189.97	151.96	66.11
4	173.85	125.51	85.14
5	160.49	107.05	102.21
6	150.78	102.21	125.51
7	142.23	90.90	194.75
8	135.09	85.14	223.19
9	127.90	70.42	151.96
10	121.72	66.11	107.05
11	116.60	65.32	90.90
12	111.90	60.21	70.42
13	107.35	52.72	65.32
14	103.74	56.82	52.72
15	100.23	51.17	51.17



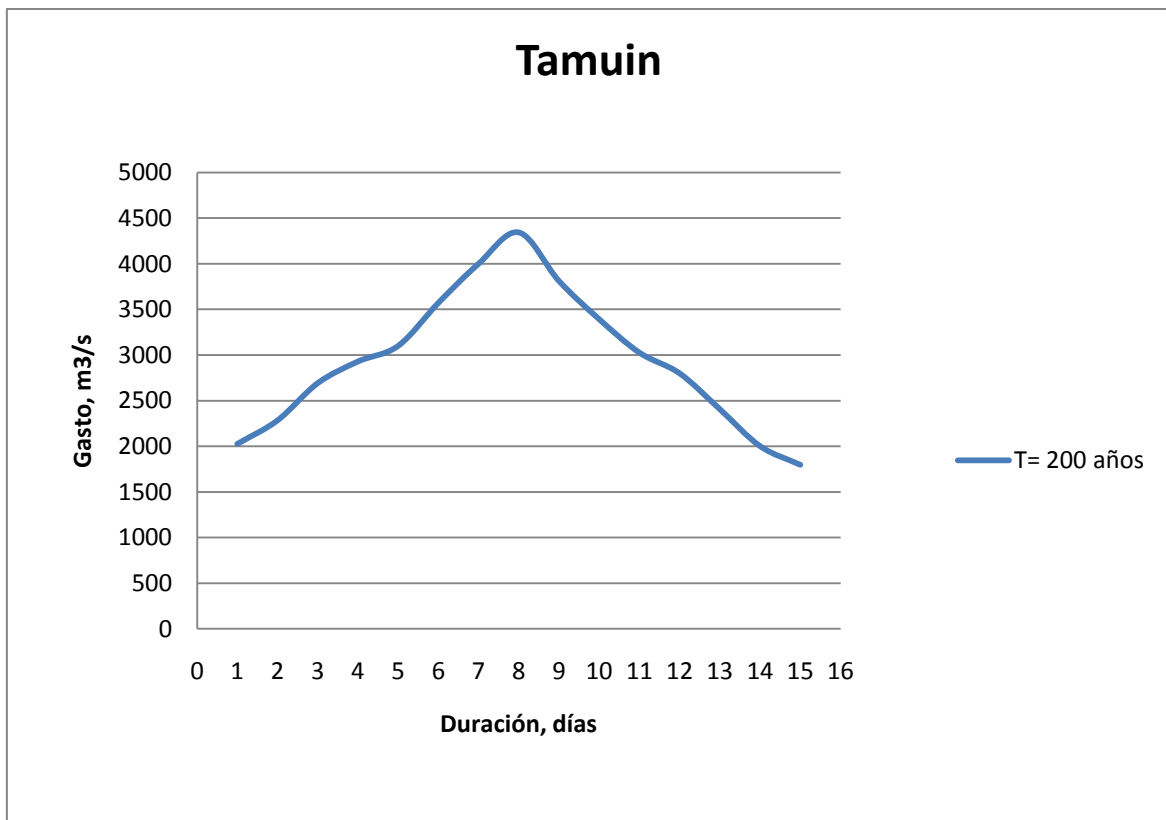
# Olivo

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	8036.64	8036.64	2942.73
2	7937.40	7838.16	3317.05
3	7573.68	6846.23	3699.83
4	7206.24	6103.90	3797.54
5	6888.46	5617.36	4609.54
6	6508.64	4609.54	6103.90
7	6171.39	4147.91	7838.16
8	5874.66	3797.54	8036.64
9	5626.68	3642.79	6846.23
10	5433.99	3699.83	5617.36
11	5258.35	3501.88	4147.91
12	5096.57	3317.05	3642.79
13	4931.16	2946.21	3501.88
14	4789.13	2942.73	2946.21
15	4634.29	2466.63	2466.63



# Tamuin

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	4344.66	4344.66	2027.02
2	4172.96	4001.27	2284.89
3	4052.70	3812.17	2692.82
4	3932.58	3572.21	2929.83
5	3824.76	3393.48	3101.21
6	3704.17	3101.21	3572.21
7	3607.45	3027.17	4001.27
8	3522.75	2929.83	4344.66
9	3442.47	2800.28	3812.17
10	3367.51	2692.82	3393.48
11	3280.20	2407.13	3027.17
12	3197.26	2284.89	2800.28
13	3105.40	2003.03	2407.13
14	3028.37	2027.02	2003.03
15	2946.36	1798.17	1798.17



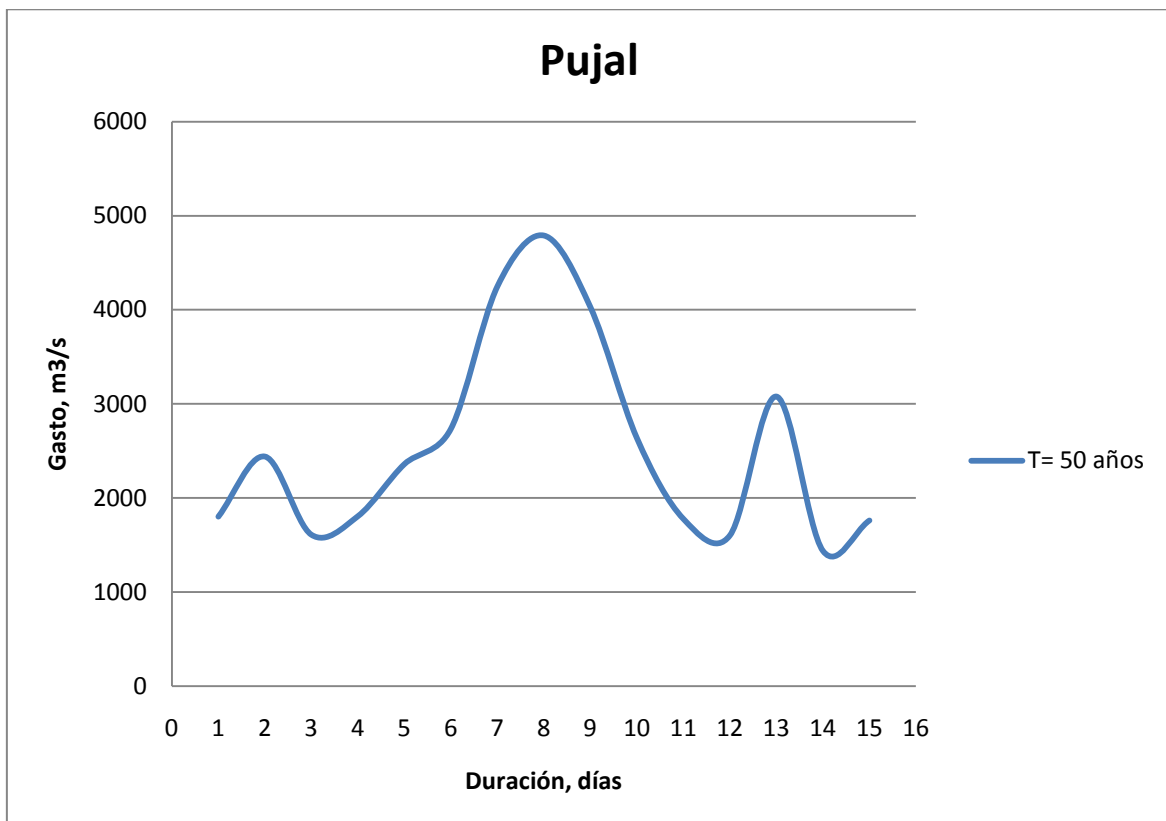
# **Anexo M. Avenidas de diseño Región 2**

**Avenidas de diseño, muestra regional**

**T=50 años**

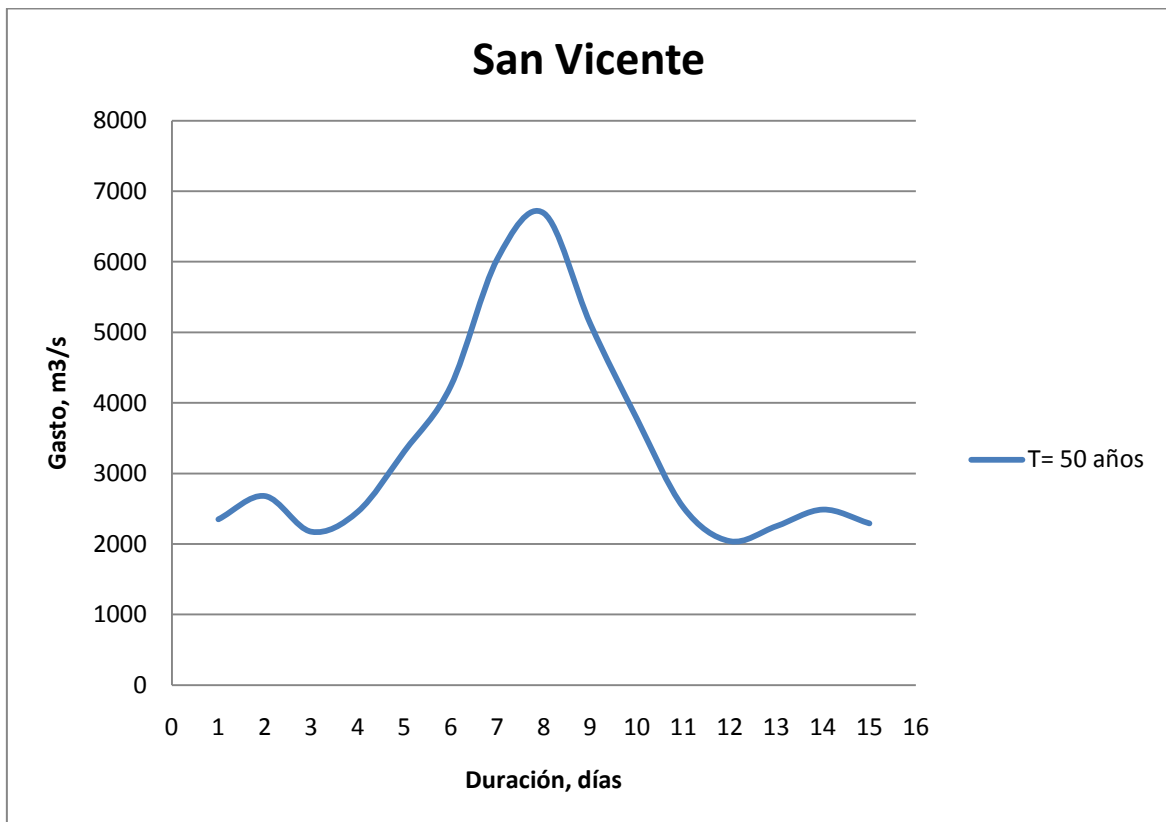
# Pujal

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	4788.25	4788.25	1802.00
2	4518.16	4248.06	2440.62
3	4354.74	4027.90	1609.97
4	3949.75	2734.79	1806.27
5	3686.96	2635.81	2360.03
6	3465.81	2360.03	2734.79
7	3224.70	1778.06	4248.06
8	3047.40	1806.27	4788.25
9	2886.92	1603.07	4027.90
10	2759.22	1609.97	2635.81
11	2788.18	3077.82	1778.06
12	2759.22	2440.62	1603.07
13	2657.61	1438.28	3077.82
14	2596.50	1802.00	1438.28
15	2540.82	1761.42	1761.42



# San Vicente

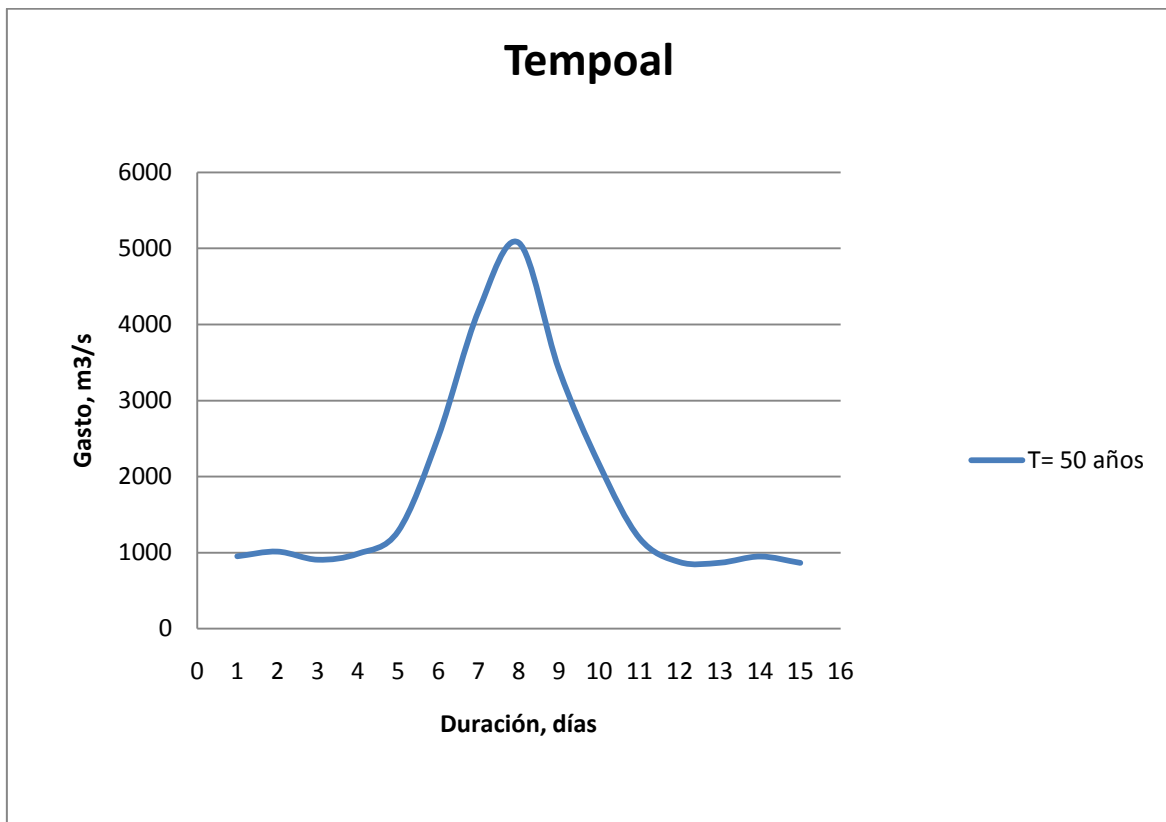
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	6687.34	6687.34	2349.95
2	6364.45	6041.55	2679.62
3	5948.57	5116.82	2174.03
4	5521.90	4241.88	2458.43
5	5172.28	3773.81	3313.80
6	4862.53	3313.80	4241.88
7	4527.53	2517.53	6041.55
8	4268.89	2458.43	6687.34
9	4021.21	2039.77	5116.82
10	3836.50	2174.03	3773.81
11	3692.50	2252.54	2517.53
12	3608.09	2679.62	2039.77
13	3521.92	2487.84	2252.54
14	3438.21	2349.95	2487.84
15	3361.78	2291.74	2291.74





# Tempoal

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	5074.54	5074.54	952.47
2	4626.74	4178.95	1014.03
3	4219.50	3405.02	907.23
4	3795.89	2525.06	986.54
5	3468.53	2159.07	1281.27
6	3103.99	1281.27	2525.06
7	2830.62	1190.45	4178.95
8	2600.11	986.54	5074.54
9	2408.53	875.87	3405.02
10	2258.40	907.23	2159.07
11	2131.95	867.43	1190.45
12	2038.79	1014.03	875.87
13	1954.99	949.34	867.43
14	1883.38	952.47	949.34
15	1815.52	865.58	865.58

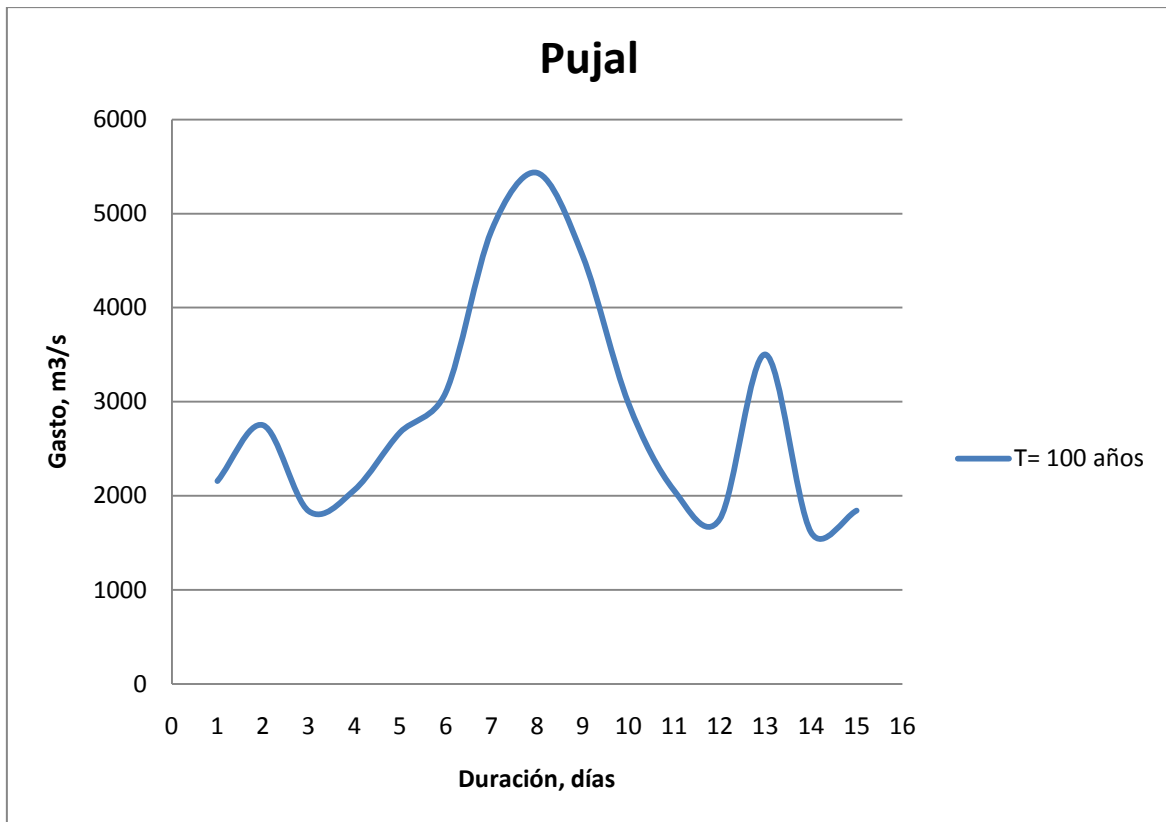


**Avenidas de diseño, muestra regional**

**T=100 años**

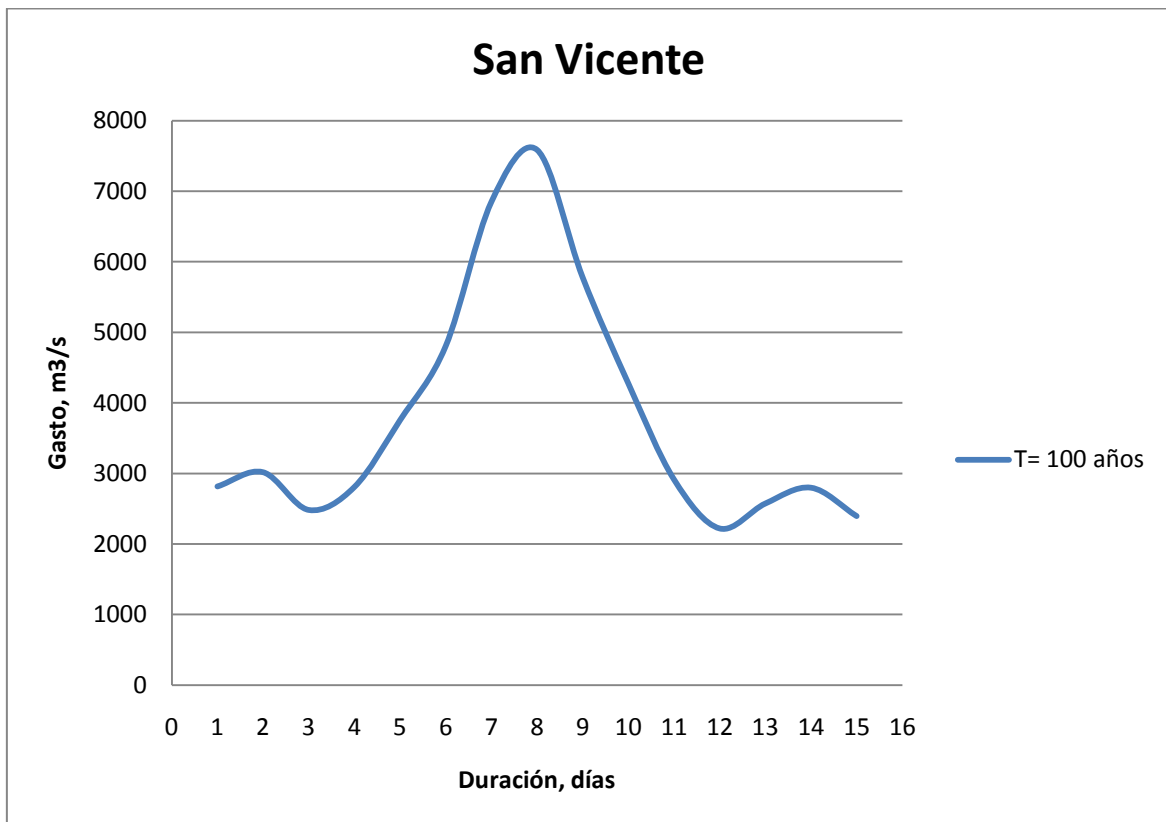
# Pujal

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	5432.49	5432.49	2156.03
2	5123.85	4815.21	2749.75
3	4932.25	4549.04	1836.53
4	4473.55	3097.47	2061.27
5	4175.91	2985.37	2673.01
6	3925.43	2673.01	3097.47
7	3658.57	2057.40	4815.21
8	3458.91	2061.27	5432.49
9	3269.01	1749.82	4549.04
10	3125.76	1836.53	2985.37
11	3159.94	3501.77	2057.40
12	3125.76	2749.75	1749.82
13	3009.35	1612.47	3501.77
14	2948.40	2156.03	1612.47
15	2874.65	1842.20	1842.20



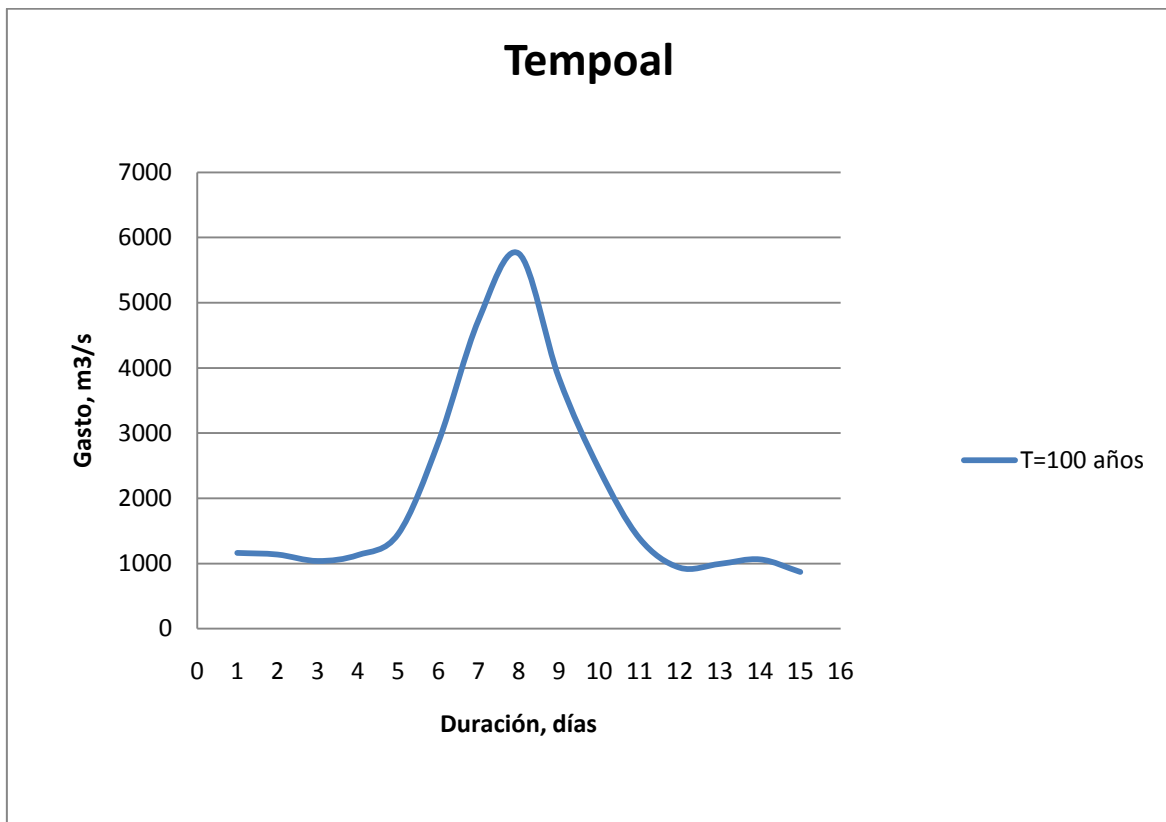
# San Vicente

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	7587.09	7587.09	2813.95
2	7217.65	6848.21	3015.60
3	6737.45	5777.04	2480.51
4	6254.19	4804.43	2805.97
5	5858.21	4274.28	3753.26
6	5507.38	3753.26	4804.43
7	5136.69	2912.53	6848.21
8	4845.35	2805.97	7587.09
9	4553.43	2218.09	5777.04
10	4346.14	2480.51	4274.28
11	4184.83	2571.75	2912.53
12	4087.40	3015.60	2218.09
13	3988.06	2795.97	2571.75
14	3904.19	2813.95	2795.97
15	3803.47	2393.36	2393.36



# Tempoal

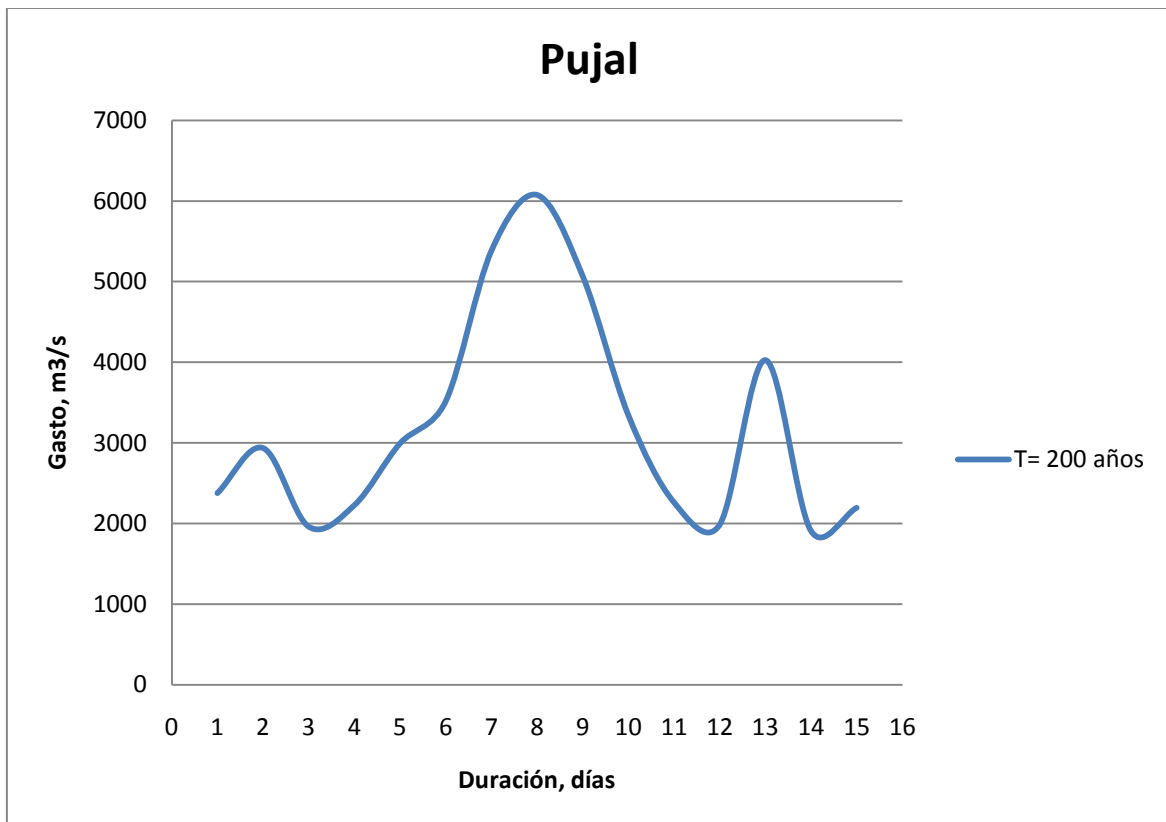
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	5757.29	5757.29	1162.34
2	5247.00	4736.70	1137.20
3	4779.08	3843.25	1038.33
4	4299.29	2859.93	1129.49
5	3928.51	2445.40	1451.19
6	3515.63	1451.19	2859.93
7	3211.47	1386.54	4736.70
8	2951.22	1129.49	5757.29
9	2727.31	935.98	3843.25
10	2558.41	1038.33	2445.40
11	2416.21	994.20	1386.54
12	2309.62	1137.20	935.98
13	2213.73	1063.04	994.20
14	2138.63	1162.34	1063.04
15	2054.06	870.04	870.04



**Avenidas de diseño, muestra regional**  
**T=200 años**

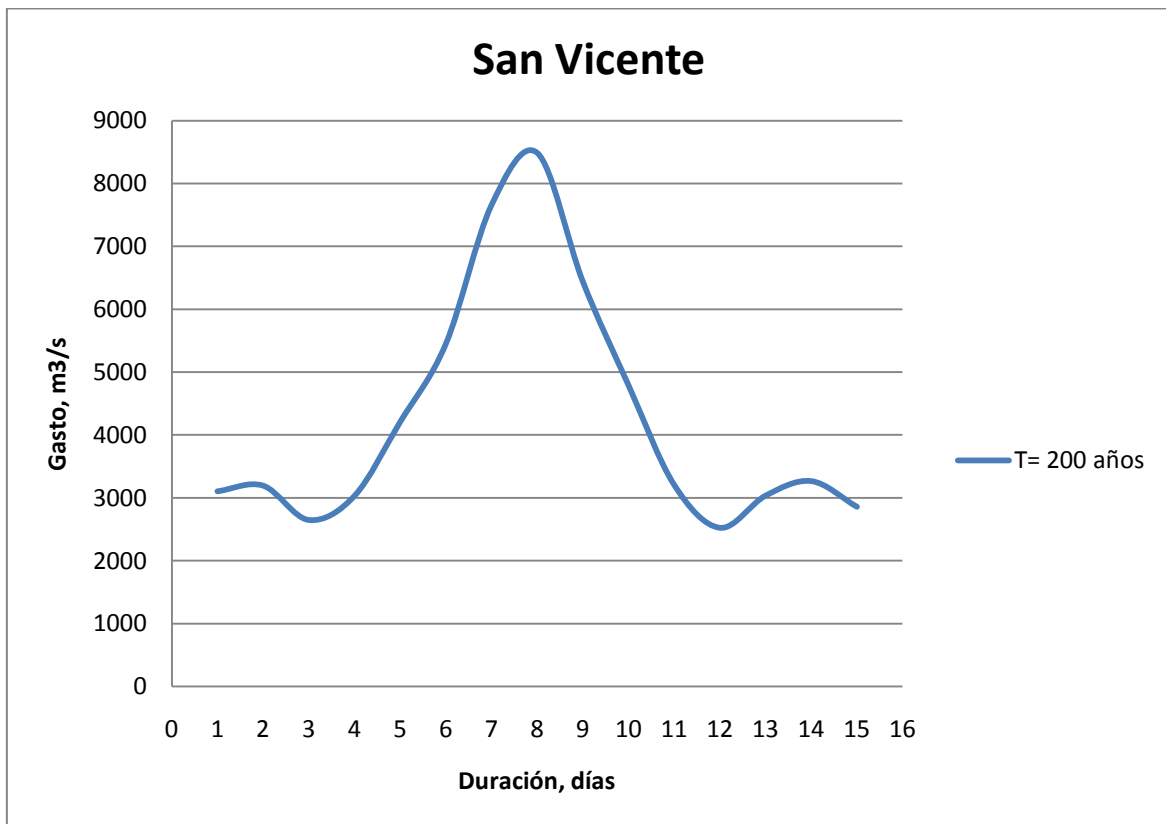
# Pujal

Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	6076.72	6076.72	2376.90
2	5729.54	5382.37	2936.69
3	5509.76	5070.18	1961.28
4	5011.51	3516.77	2227.29
5	4678.08	3344.37	2994.45
6	4397.48	2994.45	3516.77
7	4092.44	2262.21	5382.37
8	3859.29	2227.29	6076.72
9	3651.10	1985.54	5070.18
10	3482.12	1961.28	3344.37
11	3531.70	4027.54	2262.21
12	3482.12	2936.69	1985.54
13	3361.10	1908.84	4027.54
14	3290.80	2376.90	1908.84
15	3217.76	2195.23	2195.23



# San Vicente

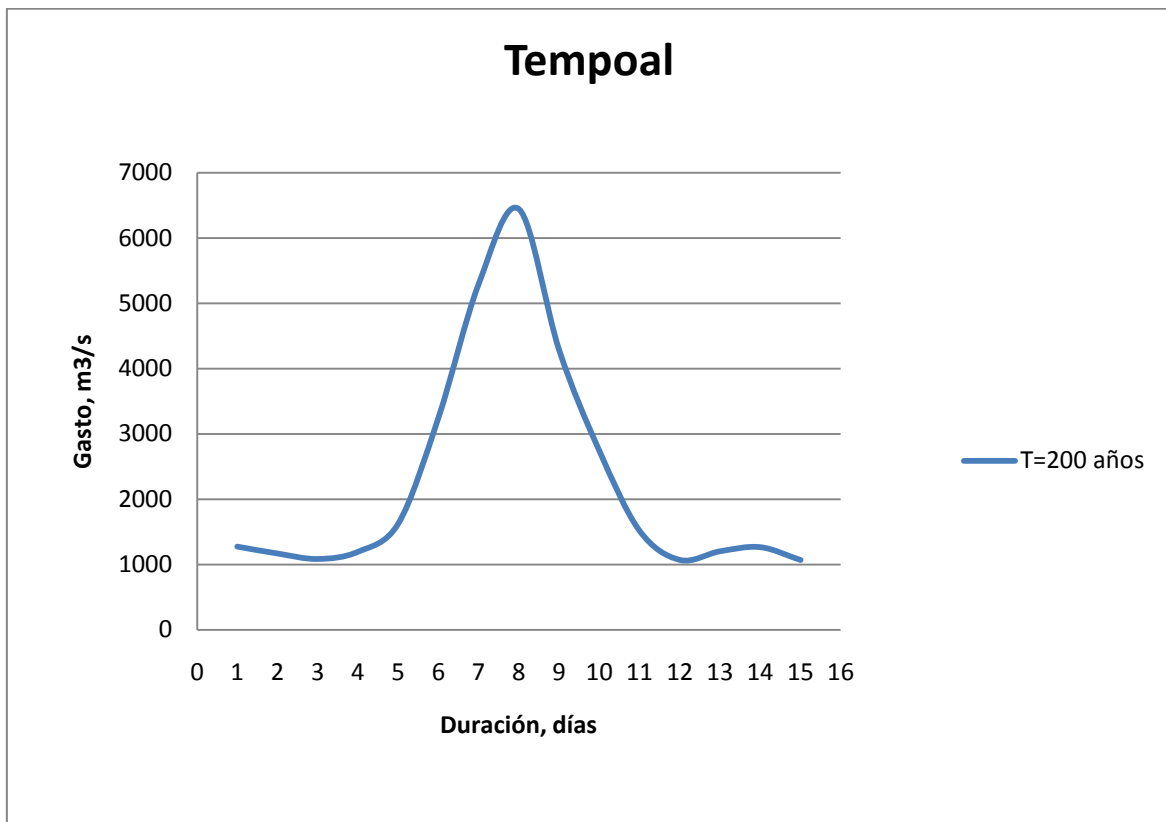
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	8486.85	8486.85	3101.64
2	8070.85	7654.86	3191.81
3	7526.33	6437.27	2645.42
4	7006.28	5446.14	3028.87
5	6562.68	4788.28	4204.60
6	6169.67	4204.60	5446.14
7	5745.85	3202.96	7654.86
8	5406.23	3028.87	8486.85
9	5085.65	2521.06	6437.27
10	4841.63	2645.42	4788.28
11	4677.17	3032.54	3202.96
12	4553.39	3191.81	2521.06
13	4454.19	3263.86	3032.54
14	4357.58	3101.64	3263.86
15	4257.43	2855.34	2855.34





# Tempoal

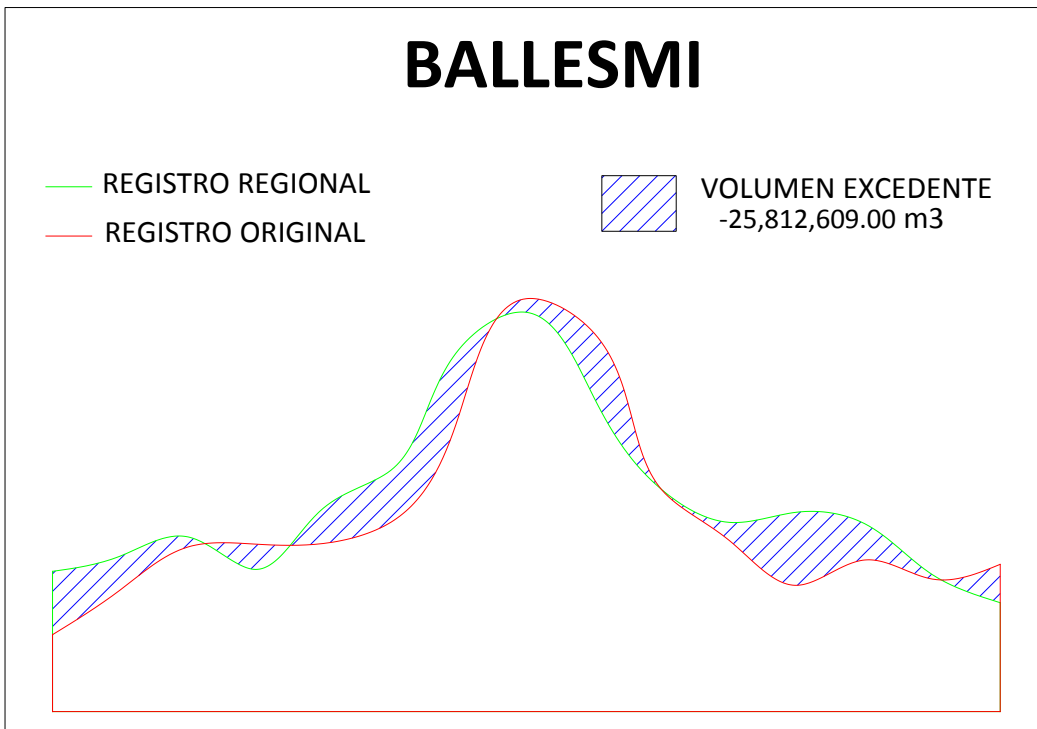
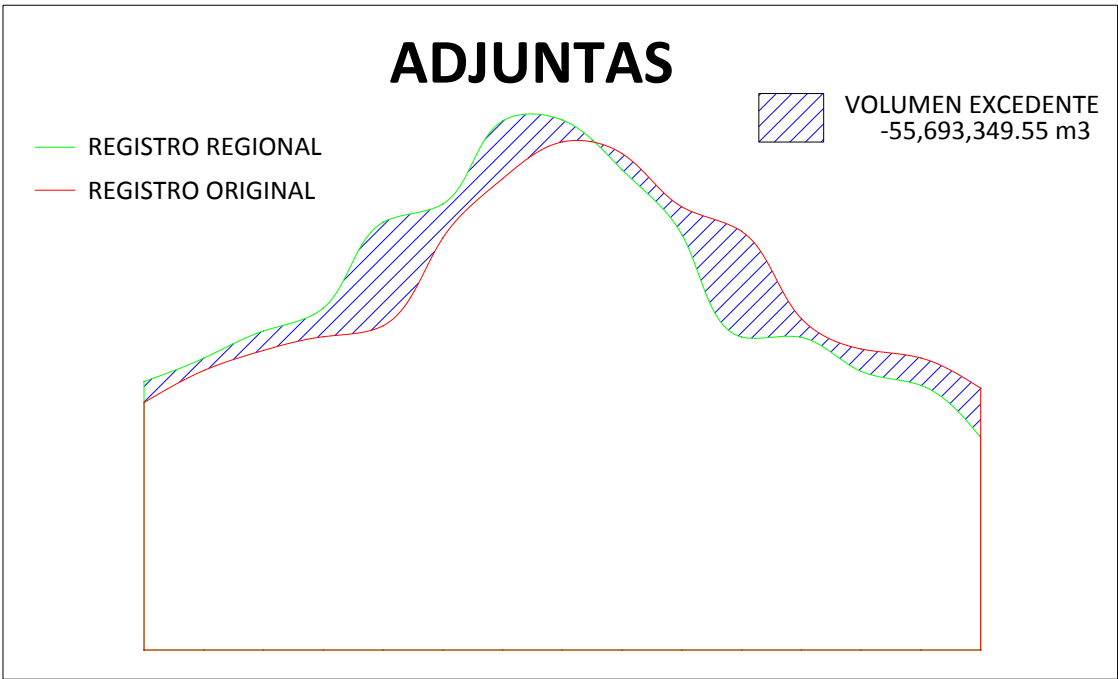
Tiempo, días	$Q_{\text{medio}}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{indiv}}$ (m <sup>3</sup> /s)	Avenida diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	6440.05	6440.05	1275.62
2	5867.25	5294.45	1170.09
3	5338.66	4281.47	1086.10
4	4816.30	3249.22	1196.52
5	4400.93	2739.47	1625.70
6	3938.39	1625.70	3249.22
7	3592.32	1515.88	5294.45
8	3292.84	1196.52	6440.05
9	3046.08	1072.00	4281.47
10	2850.09	1086.10	2739.47
11	2700.47	1204.30	1515.88
12	2572.94	1170.09	1072.00
13	2472.48	1267.02	1204.30
14	2386.99	1275.62	1267.02
15	2299.22	1070.46	1070.46



# **Anexo N. Comparaciones de volúmenes**




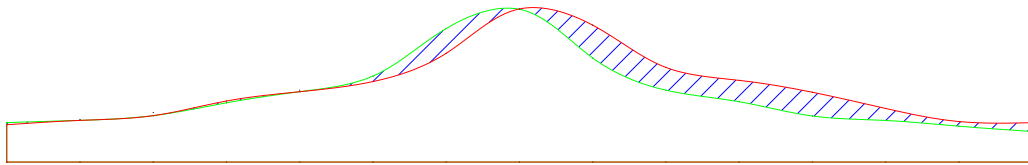
## **Figuras T=50 años**



# CHOY


— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

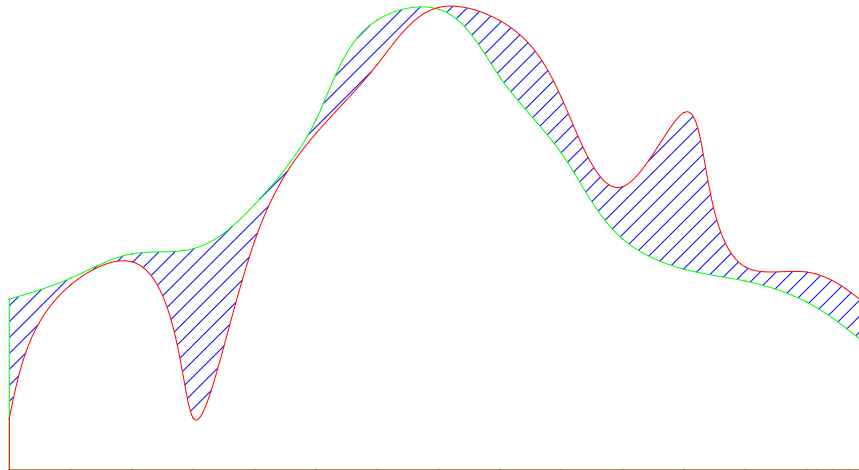
 VOLUMEN EXCEDENTE  
9,416,963.2 m<sup>3</sup>



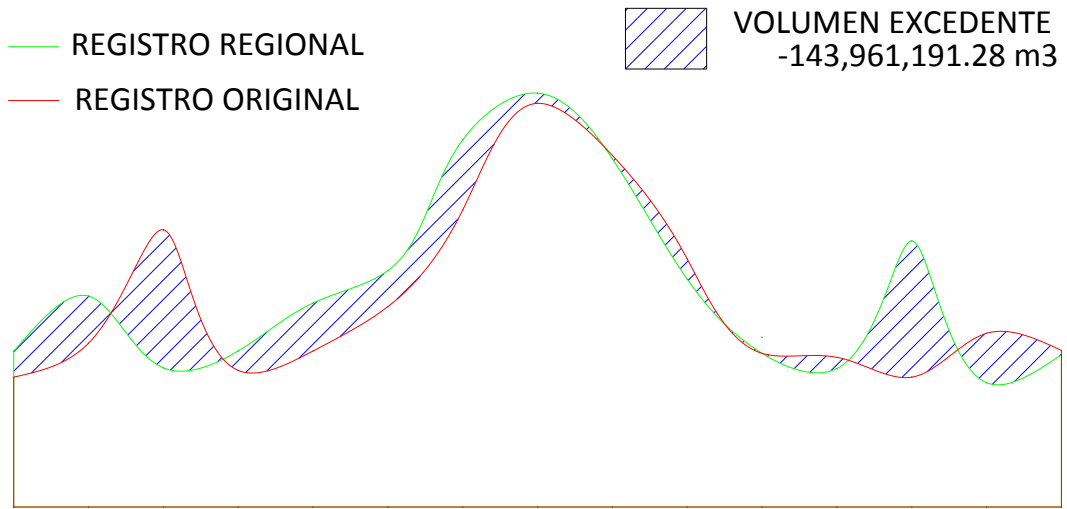
# OLIVO

— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

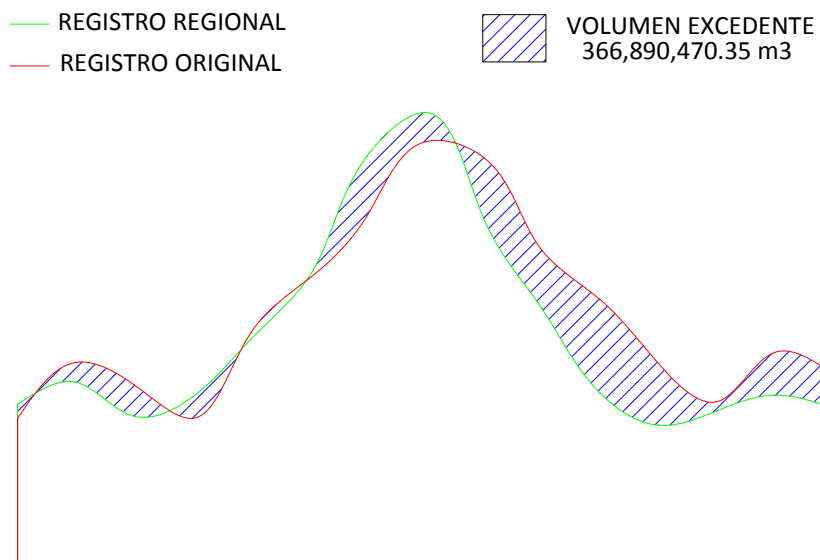
 VOLUMEN EXCEDENTE  
103,009,304.3 m<sup>3</sup>



# PUJAL



# SAN VICENTE



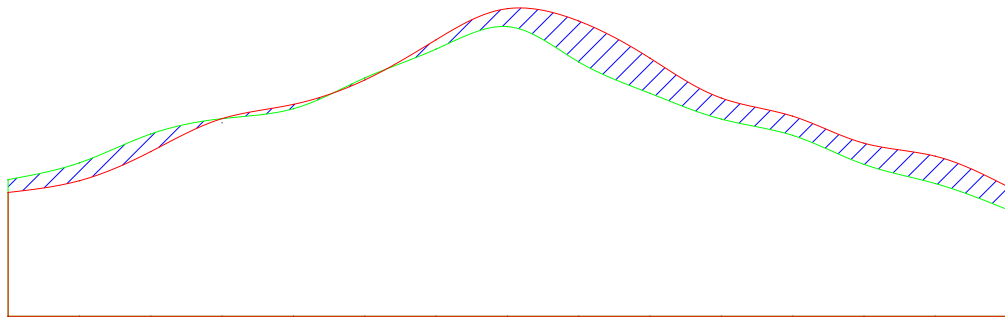
# TAMUIN

— REGISTRO REGIONAL

— REGISTRO ORIGINAL



VOLUMEN EXCEDENTE  
172,514,863.96 m<sup>3</sup>



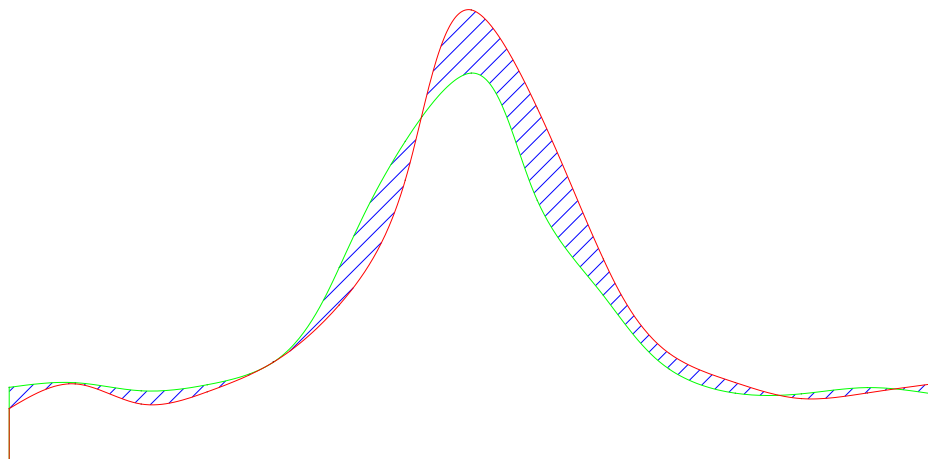
# TEMPOAL

— REGISTRO REGIONAL

— REGISTRO ORIGINAL

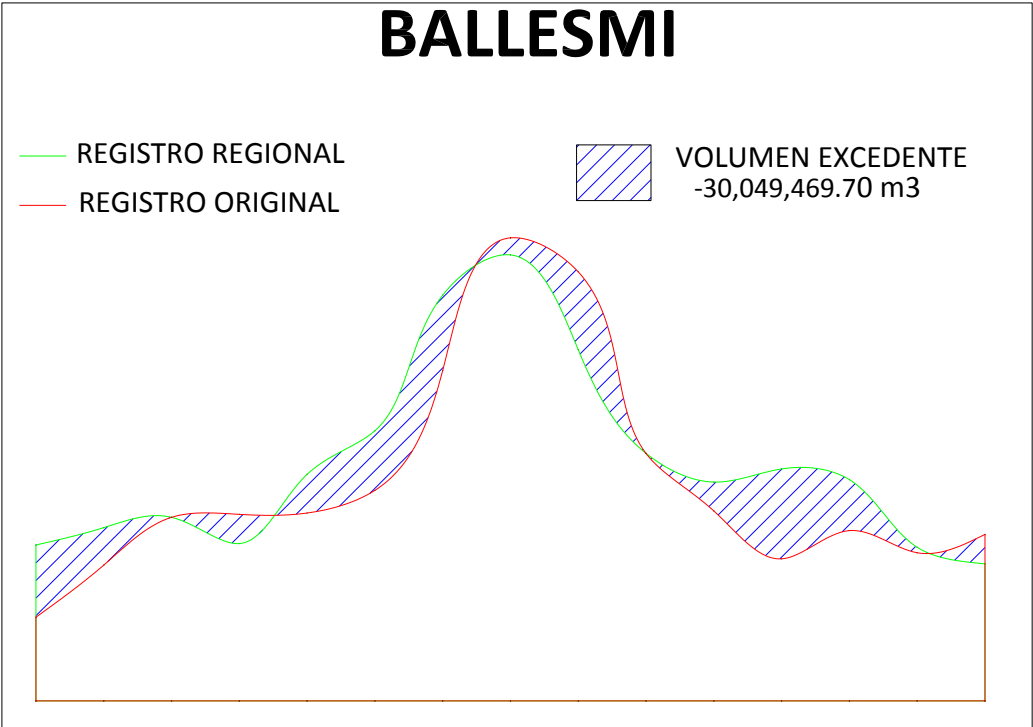
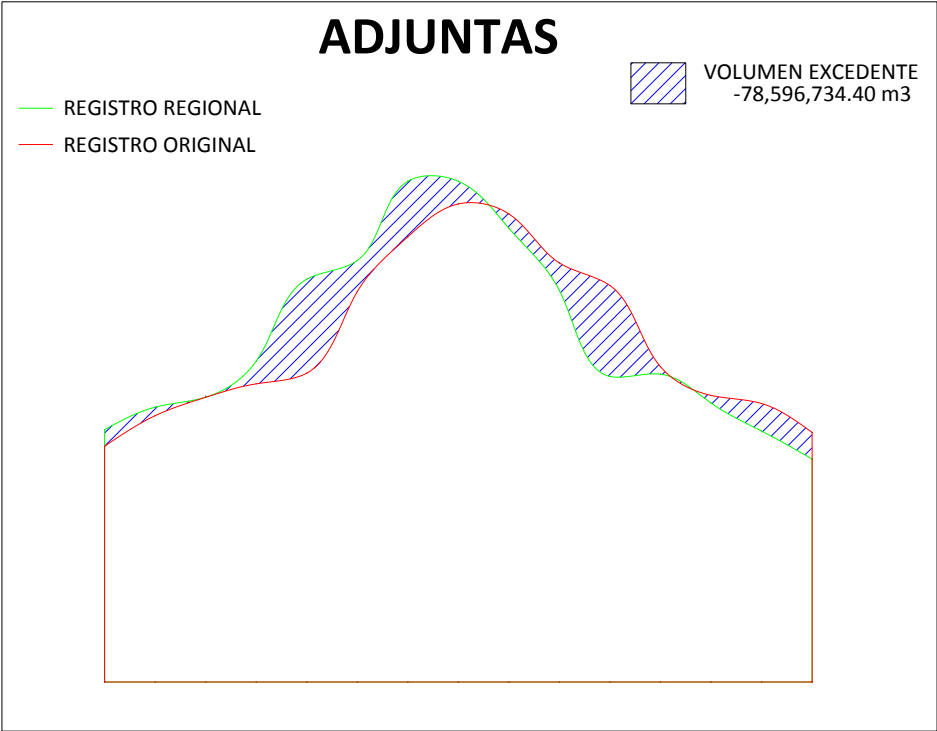


VOLUMEN EXCEDENTE  
122,571,942.64 m<sup>3</sup>






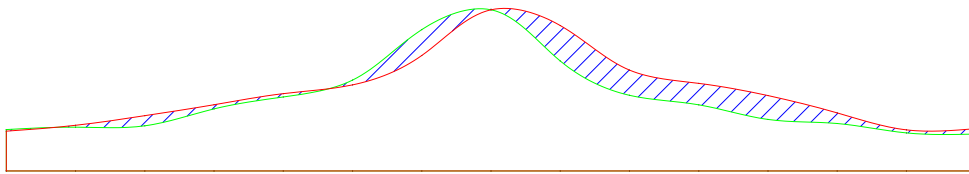
## **Figuras T=100 años**



# CHOY


— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

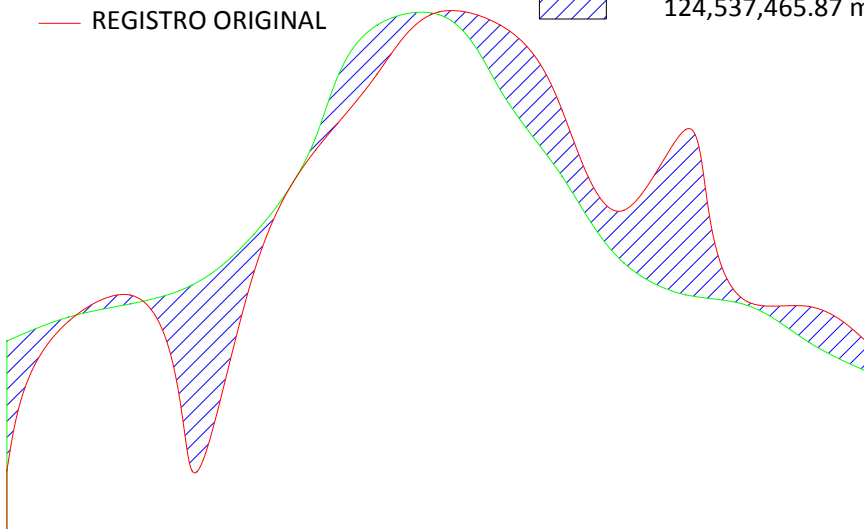
 VOLUMEN EXCEDENTE  
11,885,132.1 m<sup>3</sup>



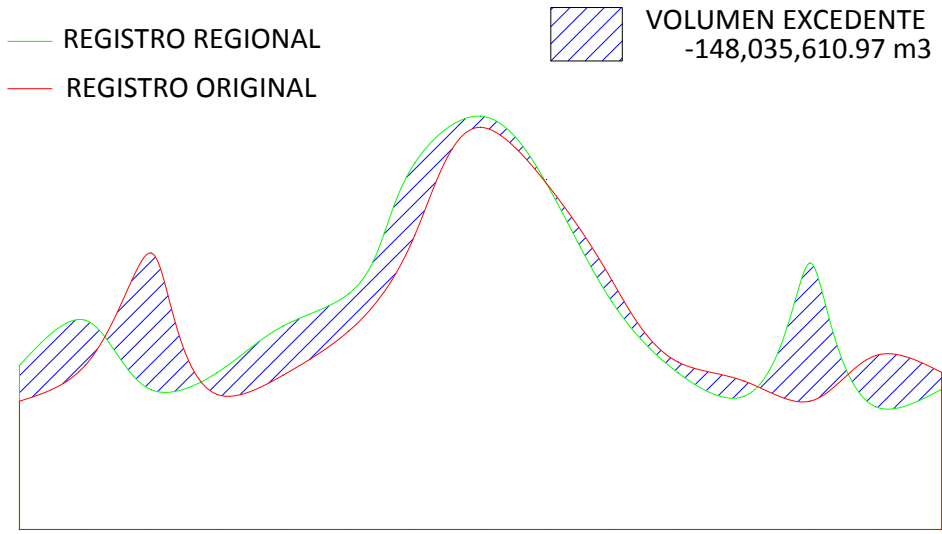
# OLIVO

— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

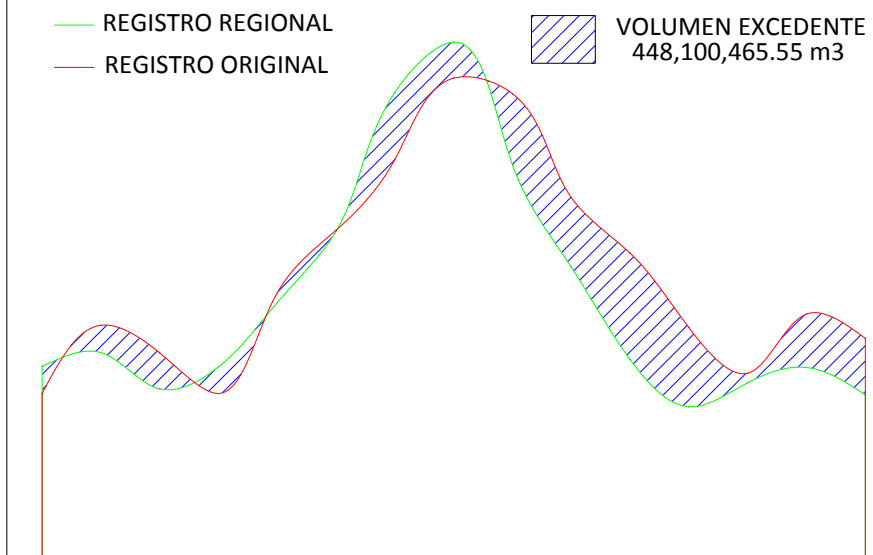
 VOLUMEN EXCEDENTE  
124,537,465.87 m<sup>3</sup>



# PUJAL




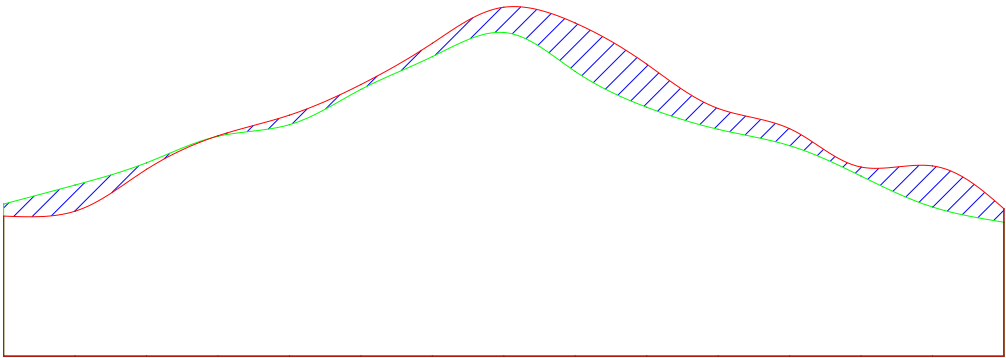
# SAN VICENTE



# TAMUIN


— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

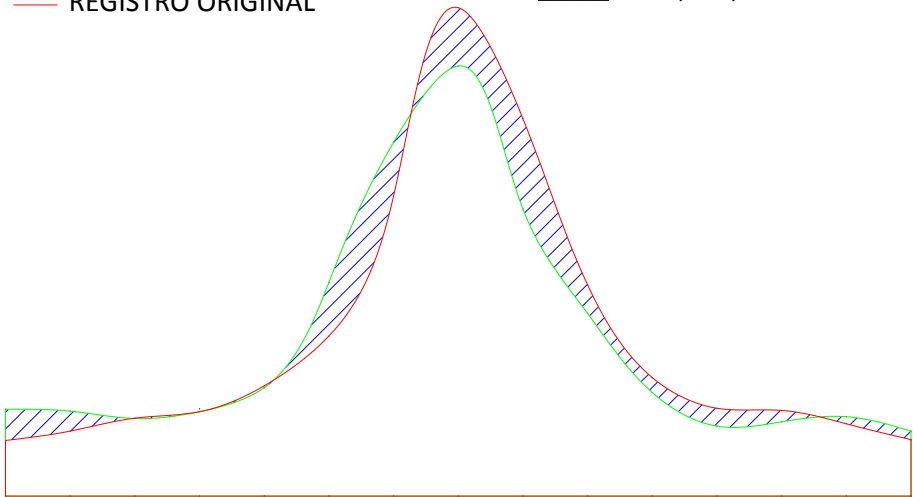
 VOLUMEN EXCEDENTE  
213,185,844.1 m<sup>3</sup>



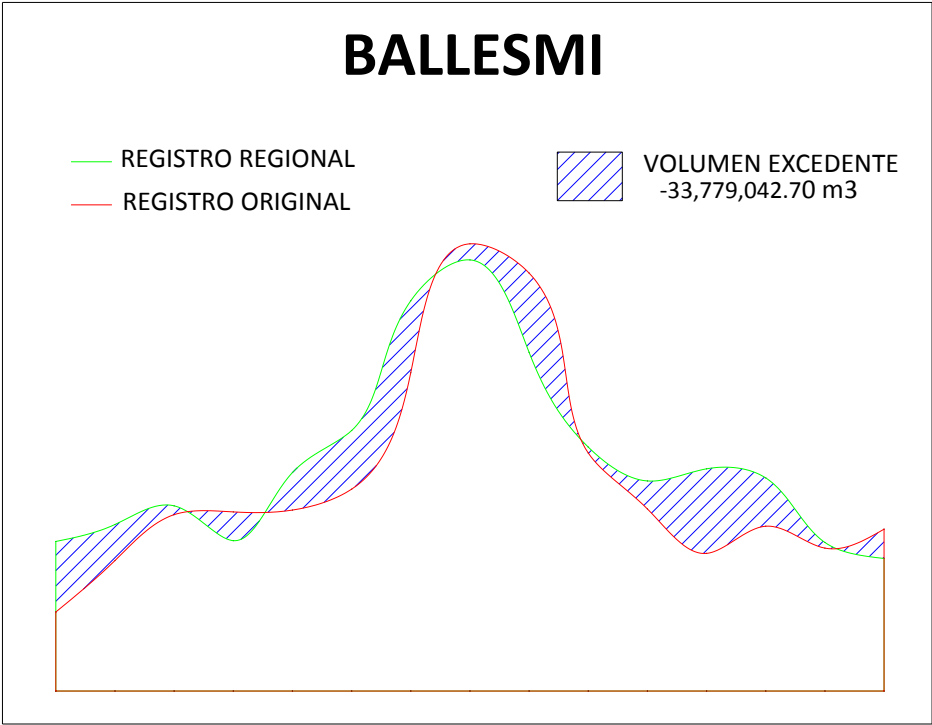
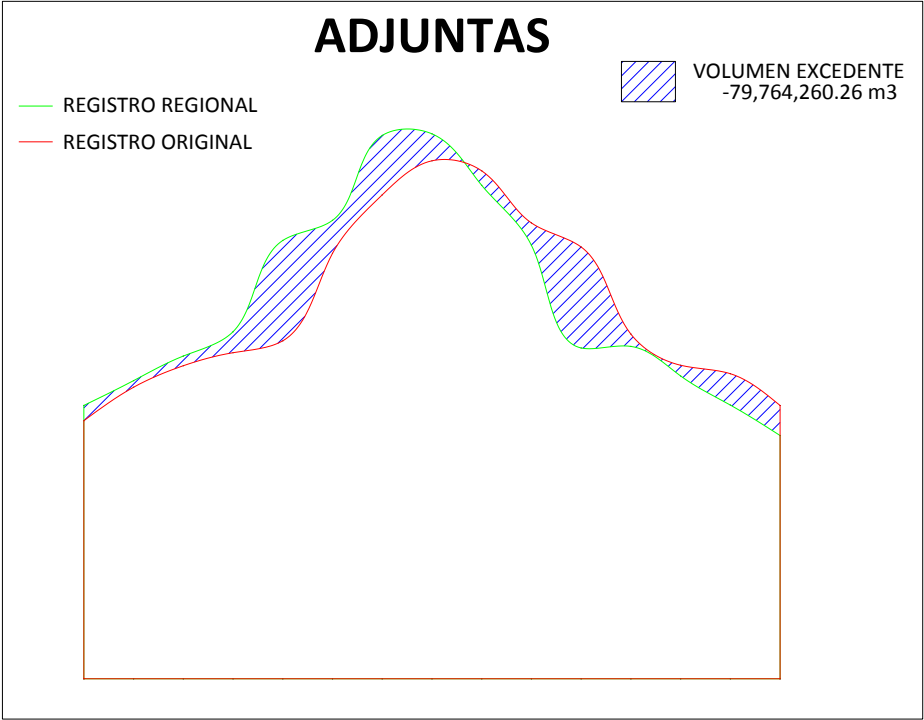
# TEMPOAL

— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

 VOLUMEN EXCEDENTE  
82,323,967.89 m<sup>3</sup>



## **Figuras T=200 años**



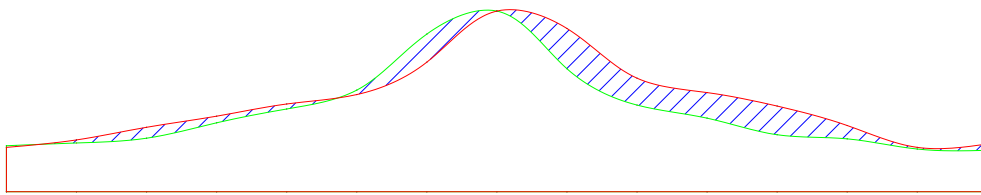
# CHOY

— REGISTRO REGIONAL

— REGISTRO ORIGINAL



VOLUMEN EXCEDENTE  
14,024,297.9 m<sup>3</sup>



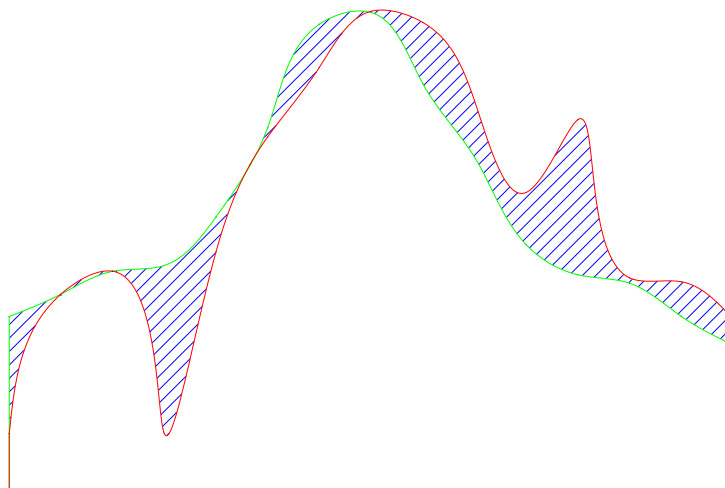
# OLIVO

— REGISTRO REGIONAL

— REGISTRO ORIGINAL




VOLUMEN EXCEDENTE  
159,429,544.03 m<sup>3</sup>

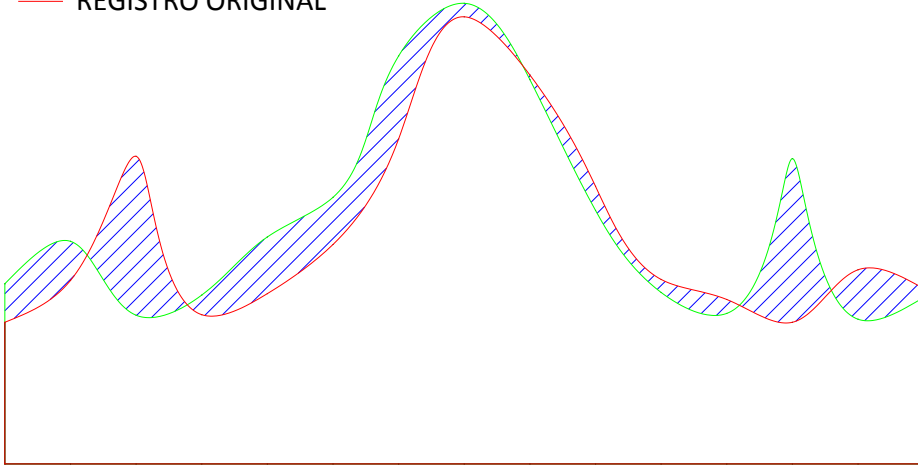




# PUJAL


— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

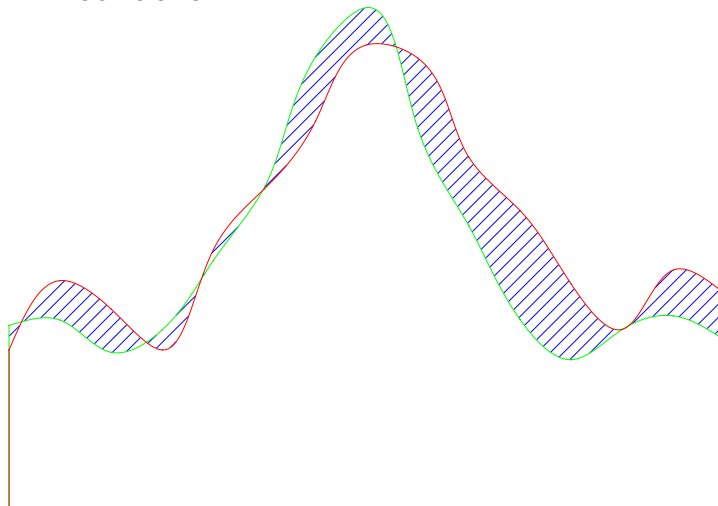
 VOLUMEN EXCEDENTE  
-163,572,077.27 m<sup>3</sup>



# SAN VICENTE


— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

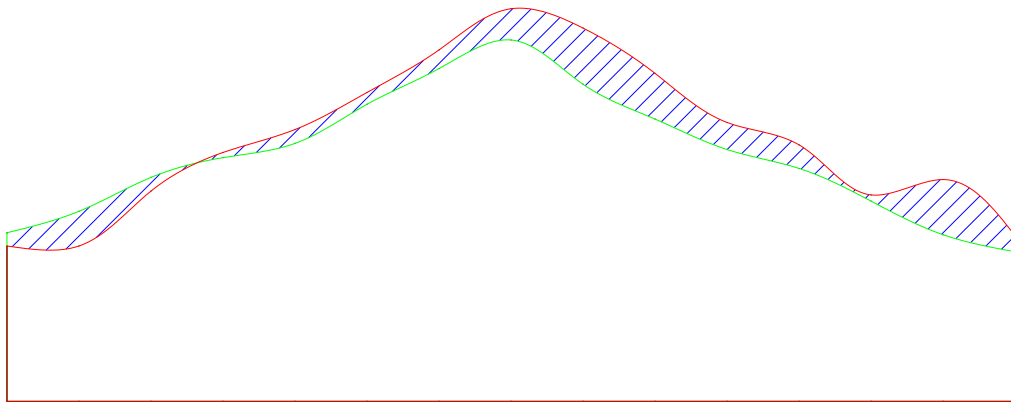
 VOLUMEN EXCEDENTE  
523,159,127.88 m<sup>3</sup>



# TAMUIN


— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

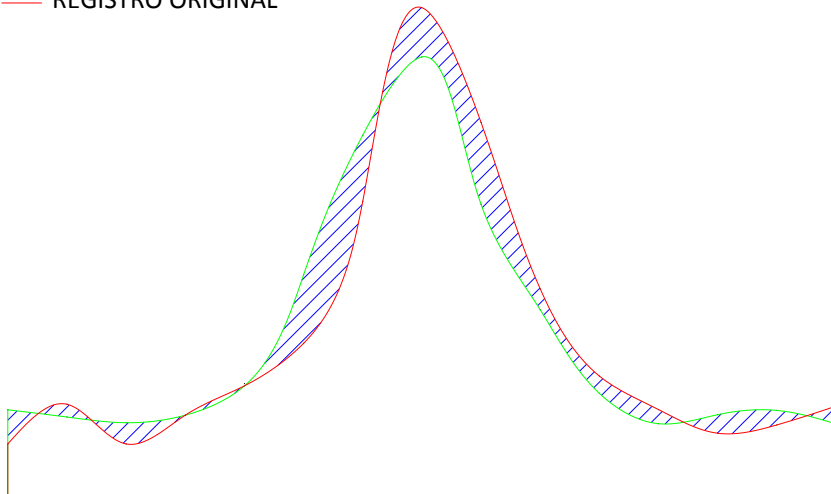
 VOLUMEN EXCEDENTE  
261,667,922.16 m<sup>3</sup>



# TEMPOAL

— REGISTRO REGIONAL  
— REGISTRO ORIGINAL

 VOLUMEN EXCEDENTE  
5,028,938.19 m<sup>3</sup>



# **Anexo O. Comparaciones entre ajustes**

