

AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA
gerencia municipal
de urbanismo
obras e infraestructuras

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MALAGA GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO

OBRAS E INFRAESTRUCTURAS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO Y OBRAS

TITULO:

CONSULTORIA Y ASISTENCIA TECNICA PARA LA DETERMINACION DE LOS LIMITES DEL DOMINIO
PUBLICO HIDRAULICO Y ZONAS INUNDABLES EN EL ESTE DE LA CUENCA DEL GUADALMEDINA
EN LOS DESARROLLOS PREVISTOS POR EL P.G.O.U. EN REVISION DE MALAGA

FECHA DE REDACCIÓN:

ENERO 2.008

REFERENCIA:

V3-196

AUTOR:

D. JUAN JOSE SOTO MESA INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P. COLG. Nº 3.676

ÍNDICE GENERAL

I.- MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA GENERAL
- ANEJOS
 - 1.1.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

II.- PLANOS GENERALES

- 2.1.- SITUACIÓN
- 2.2.- PLANTAS DE UBICACIÓN DE LOS ARROYOS SOBRE CARTOGRAFÍA DIGITAL

III.- ARROYO TEATINOS

- 3.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 3.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 3.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 3.4.- PLANOS

IV.- TRASVASE DEL ARROYO DEL CUARTO AL ARROYO DE LOS ÁNGELES

- 4.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 4.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 4.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 4.4.- PLANOS

V.- ARROYO DE LOS ÁNGELES

- 5.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 5.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 5.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 5.4.- PLANOS

VI.- ARROYO DE LA PALMA

- 6.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 6.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 6.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 6.4.- PLANOS

VII.- ARROYO SASTRE

- 7.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 7.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 7.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 7.4.- PLANOS

VIII.- ARROYO QUINTANA

- 8.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 8.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 8.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 8.4.- PLANOS

IX.- ARROYO ACEITEROS

- 9.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 9.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 9.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 9.4.- PLANOS

X.- ARROYO WITTEMBERG

- 10.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 10.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 10.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 10.4.- PLANOS

XI.- ARROYO JARAZMÍN

- 11.1.- INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA
- 11.2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS
- 11.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- 11.4.- PLANOS

MEMORIA GENERAL

1.- OBJETO Y ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO.

Nuestra consultora ha sido contratada por el Ayuntamiento de Málaga para realizar "La determinación de los límites del Dominio Público Hidráulico y Zonas Inundables en el Este y Cuenca del Guadalmedina, en los desarrollos previstos en el PGOU en Revisión".

El número total de arroyos asignados en el Pliego es nueve. Nos ha parecido correcto ordenar este documento de la forma siguiente:

- Una información inicial, de carácter general, en la que consignamos aspectos relacionados con todos los arroyos. Destacamos los siguientes:
 - o Planos de conjunto, en soporte digital y fotográfico, en los que consignamos la situación de todos los arroyos que incluye el Pliego.
 - o Planos con la ubicación de las estaciones pluviométricas del entorno de la ciudad de Málaga que consideramos.
 - o Cálculos Pluviométricos de las estaciones utilizables en los cálculos específicos de cada uno de los arroyos.
- Una información específica de cada uno de los arroyos, que ordenamos según su posición, comenzando por el oeste (arroyo Teatinos) y terminamos por el este (arroyo Jarazmin). De esta información destacamos los siguientes aspectos.
 - o Información fotográfica comentada de los aspectos más significativos del curso del arroyo.
 - o Cálculos hidrológicos que nos permiten fijar las intensidades de lluvia con los dos periodos de retorno necesarios, 10 y 500 años.
 - o Determinación de los coeficientes de escorrentía a utilizar con los referidos periodos de retorno.
 - o Determinación de las áreas vertientes
 - o Determinación de los caudales de cálculo correspondientes a cada uno de los dos periodos de retorno y en las distintas secciones consideradas.
 - o Plano de planta con la posición del eje del arroyo, la ubicación de los perfiles transversales utilizados y la posición del límite del Dominio Público Hidráulico, las zonas de afección y la zona de inundación.
 - o Plano con el perfil longitudinal del arroyo y la determinación de sus pendientes.
 - o Planos de los perfiles transversales con la representación de la lámina de agua correspondiente a los caudales de cálculo con los dos periodos de retorno empleados. Estos perfiles nos permiten obtener las líneas comentadas en un párrafo anterior.
 - o Una hoja electrónica que nos permite determinar el calado para cada perfil y caudal de cálculo, lo que nos posibilita el dibujo de los perfiles antes comentados.
 - o Por último, cuando el arroyo en estudio termine en una obra de embovedado determinaremos la capacidad hidráulica de la misma y las condiciones de inundación en la embocadura.

2.- MÉTODOS DE CÁLCULO HIDROLÓGICO EMPLEADOS.

2.1.- Documentación utilizada.

El objeto de este documento es atender la petición que genéricamente realiza La Cuenca Mediterránea Andaluza respecto de la necesidad de presentar los deslindes del Dominio Público Hidráulico y de la Zona de Inundación en la tramitación de los informes sectoriales que requiere la aprobación del P.G.O.U. Resulta por lo tanto lógico que utilicemos los procedimientos de cálculo que, desde el punto de vista hidrológico, recomienda el citado Organismo. En base a ello tenemos que atender las informaciones siguientes:

- 1.- Criterios para la autorización de actuaciones en la zona de policía.
- 2.- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento).
- 3.- Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España – Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente).

Dentro de la documentación que debe presentar cualquier solicitante en la C.M.A., se precisa un Estudio Hidrológico que se debe realizar atendiendo a las consideraciones siguientes:

Se deben determinar los caudales asociados a periodos de retorno de 100 y 500 años. Para cuencas que se puedan considerar unitarias, con superficie de hasta 3.000 km² y tiempos de concentración comprendidos entre 1 y 24 horas, se recomienda como método hidrometeorológico la variante del método racional reflejado en la Instrucción de Carreteras 5.2. IC "Drenaje Superficial". Este método resulta adecuado para las cuencas que nos ocupan, con un suficiente grado de homogeneidad espacial tanto en sus características de escorrentía como en la estructura de las tormentas en la región.

Para la aplicación del método hay que determinar, en primer lugar, la precipitación máxima para los periodos de retorno considerados. Se recomienda utilizar el "Mapa para el cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

2.2.- Cálculos hidrológicos utilizando el Método Regional.

Este procedimiento se basa en la determinación de los caudales de cálculo utilizando la publicación "Máximas lluvias en la España Peninsular" editada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Esta publicación nos permite obtener las máximas precipitaciones en un lugar de la España Peninsular con solo conocer sus coordenadas UTM. La determinación de precipitaciones se basa en cálculos hidrometeorológicos y en las nuevas tecnologías estadísticas.

El método regional adoptado, denominado tradicionalmente "índice de avenida", asume que la variable Y resultante de dividir, en cada estación, los valores máximos anuales por su media, sigue idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada. Es decir, se cumple que $Y = P_{max} / P_{med}$

Los parámetros de dicha distribución son obtenidos a partir del conjunto de datos de las estaciones de la región, mientras que el valor local de la media P_{med} se estima exclusivamente a partir de los datos de las estaciones.

La estimación de los cuantiles locales X_t en un determinado punto se reduce a reescalar los cuantiles regionales Y_t con la media local P_{med} según la siguiente expresión: $X_t = Y_t \times P_{med}$

Para realizar el cálculo, en principio, utilizamos el método gráfico. Incluimos, para cada uno de los arroyos, un plano elaborado a partir de los mapas incluidos en el anejo nº 1 de la publicación citada, pero con una información geográfica mayor de nuestra zona de estudio.

Las coordenadas del punto que tomamos como representativo de la cuenca y los valores de los parámetros que se obtienen, para los periodos de retorno consignados, los hemos consignado y calculado en la TABLA Nº 1 que consignamos en las hojas electrónicas que figuran los anejos específicos de cada arroyo.

Hemos verificado que los valores obtenidos, aplicando el procedimiento gráfico, coinciden razonablemente con los que proporciona la aplicación informática MAXPLU que acompaña a esta publicación.

Los valores de Y_t se obtienen de la tabla 7.1 de la publicación, que reproducimos abreviadamente, con la denominación "TABLA Nº 2" en la hoja electrónica a la que nos referimos. Los valores de Y_t obtenidos los hemos utilizado en la TABLA Nº 1 para fijar los valores del citado cuantil.

2.3.- Cálculos utilizando la publicación del Instituto de Meteorología.

En la publicación - Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España; Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente) -, aparecen cuatro estaciones pluviométricas que podemos relacionar con la ciudad de Málaga. Hemos preferido no utilizarlas directamente sino hacer un estudio comparativo más completo que adjuntamos en un anejo de cálculos hidrológicos que acompaña a esta información general. Para cada cuenca, tal como comentamos en el citado anejo, seleccionamos 3 estaciones pluviométricas cuyos valores de lluvia esperada en 24 h los reproducimos en la TABLA Nº 3:

2.4.- Valores de la precipitación en 24 horas adoptados.

El resumen de las precipitaciones máximas en periodos de 24 horas para los periodos de retorno consignados y los dos métodos de cálculo utilizados se recoge en el cuadrante siguiente, es decir en la TABLA Nº 4:

Hemos adoptado, para todos los periodos de retorno el valor máximo obtenido en los dos procedimientos de cálculo, con lo que nos quedamos claramente del lado de la seguridad. Esta información se consiga en la última fila de la citada TABLA Nº 4.

2.5.- Cálculo del tiempo de concentración.

Utilizamos para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca el método generalmente aceptado. No obstante nos quedamos del lado de la seguridad mayorando la velocidad media de circulación del agua hasta conseguir el caudal específico recomendado por la C.M.A. que, para cuencas de estas características, debe alcanzar los $20 \text{ m}^3 / \text{seg} \times \text{km}^2$.

2.6.- Coeficiente de escorrentía utilizado.

El coeficiente de escorrentía C define la proporción de la intensidad de lluvia, I , que genera escorrentía superficial. Se ha determinado el valor de los coeficientes de escorrentía en una tabla que también adjuntamos en este anejo, resultando los valores que se han consignado en la tabla nº 6.

En la misma tabla antes comentada hemos calculado también los valores de P_o (umbral de escorrentía), que por parecernos de interés también hemos consignado en la tabla nº 5.

2.7.- Cálculo de la intensidad de lluvia para cada periodo de retorno.

Utilizamos la fórmula de Nadal que es la que determina mejores ajustes en la zona considerada para lluvias de corta duración; su expresión es la siguiente: $I_t = 9.25 \times I_h \times t^{-0.55}$. Siendo:

I_t - la intensidad media horaria que corresponde a la precipitación de duración "t" minutos, expresada en mm / hora.

I_h - la intensidad media de la precipitación horaria máxima, también expresada en mm/hora.

t - es la duración de la precipitación expresada en minutos = T_c .

La intensidad media horaria de la precipitación correspondiente a $60 \times 24 = 1440$ minutos, es el valor de $P_d/24$ determinado anteriormente para los diferentes periodos de retorno. De ello podemos deducir I_h en la fórmula anterior de la siguiente forma:

$$P_d / 24 = 9.25 \times I_h \times 1.440^{-0.55} \text{ - De donde obtenemos: } I_h = 0.246 \times P_d$$

Es decir, que la precipitación del chubasco de una hora de duración es aproximadamente el 25% del valor de la precipitación máxima diaria del periodo de retorno correspondiente.

Aplicando nuevamente la fórmula de Nadal para el valor del Tiempo de Concentración obtenido anteriormente obtendremos las Intensidades máximas de lluvia para los distintos periodos de retorno considerados

Con la fórmula anterior y los valores de P_d antes consignados, obtenemos en la siguiente TABLA , la Nº 5, para cada periodo de retorno, las intensidades horarias correspondientes al chubasco de una hora de duración y el de la lluvia de cálculo, con duración igual al tiempo de concentración.

2.8.- Expresión a utilizar para determinar los caudales de cálculo.

La determinación de los caudales de cálculo, en el ámbito de este anejo, sólo tiene una razón de ser que es la obtención de los caudales específicos Q_E (escorrentía producida en 1 km^2) que resultan para cada periodo de retorno en función de las hipótesis realizadas. Dichos caudales específicos nos permiten tener una idea fundamentada del nivel de corrección de nuestros cálculos. Para determinar estos caudales aplicamos la fórmula Racional a una superficie de 1 km^2 . La expresión es: $Q = C \times I \times A / 3,6$. Siendo:

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I.

I (mm/h): Máxima intensidad media en el intervalo de duración igual a Tc.

A (Km²): Superficie de la cuenca; en este caso: A = 1.

Q (m³/seg): Caudal punta.

En la TABLA siguiente, es decir en la N° 6, calculamos los caudales de cálculo para los periodos de retorno que estamos utilizando. Dado que empleamos una superficie de 1 km² coinciden con los caudales específicos (Q_E) que, como hemos comentado, son los valores medios generados por una superficie de cuenca de un kilómetro cuadrado.

3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

En nuestra Consultora hemos desarrollado una hoja electrónica para determinar la zona ocupada por la lámina de agua que describimos a continuación y utilizamos para cada uno de los arroyos.

3.1.- Objeto de la aplicación

Con la hoja electrónica que utilizamos en cada arroyo pretendemos determinar la ocupación que la lámina de agua produce en cada una de las secciones más características que los conforman; para ello es preciso determinar los calados en cada uno de los perfiles transversales que hemos considerado significativos.

Esta determinación la hacemos para el periodo de retorno que denominamos habitual, que, según la normativa legal al respecto, se corresponde con el periodo de retorno de 10 años y con 500 años determinamos la zona de inundación.

3.2.- Descripción de la hoja electrónica.

Los caudales correspondientes a cada arroyo considerado, se han calculado a partir de parámetros hidrológicos en una hoja electrónica, antes comentada, que antecede a la que estamos comentando.

En los campos inferiores de esta aplicación determinamos, para cada uno de los perfiles transversales el calado que alcanza la lamina de agua. Inicialmente determinamos el caudal que corresponde a la sección completa del arroyo que estamos calculando y después, en la segunda columna, consignamos el porcentaje del caudal máximo que le corresponde al perfil que estamos considerando. La siguiente columna nos da el caudal que teóricamente pasa por la sección considerada. Las cuatro siguientes columnas nos sirven para identificar la sección existente; en ellas introducimos los valores siguientes: pendiente longitudinal en tanto por ciento, anchura inferior del cauce y los taludes de ambas márgenes expresados en tanto por uno del valor (H/V).

En la siguiente columna la hoja electrónica, mediante una macro, va variando el calado, incrementando cada vez sólo un centímetro, hasta que consigue que el caudal circulante sobrepase ligeramente al de cálculo que se corresponde con el de la sección que estamos considerando.

Una vez que se ha conseguido esa meta, se consigna a continuación, en la misma fila, el perímetro, la sección, el radio hidráulico, la velocidad y al caudal que sobrepasa ligeramente al de cálculo.

Ya sólo nos queda determinar las anchuras que, a cada lado del eje, alcanza del Dominio Público Hidráulico. La fijación de ambas anchuras es sencilla, se obtiene sumando a la mitad de la anchura del cauce el producto del calado por el valor de H/V.

4.- NIVEL DE EXACTITUD EXIGIDO.

Tenemos que entender que la determinación de las líneas que incluimos en cada uno de los arroyos son "estimaciones de deslinde", que, en nuestra opinión, son más que suficientes para el fin para el que se determinan, es decir, como documentación que debe formar parte de la revisión de un P.G.O.U.

Donde se implanta la aproximación no es en los cálculos previos que se precisan para realizar los deslindes, es obvio que los cálculos hidrológicos, en toda su extensión, se pueden considerar definitivos. Adonde reside la "estimación" es en la base topográfica facilitada, que consiste en una restitución fotogramétrica a escala 1/2000. Con esta información del terreno y la distancia tomada entre los distintos perfiles nos aproximamos de forma adecuada a la determinación del Dominio Público Hidráulico, pero, obviamente, eso se puede mejorar si se contará con un levantamiento topográfico realizado de forma tradicional sobre el terreno. Entendemos que ya será a juicio de la A.A.A. dar como suficientes nuestros deslindes o exigir, a los P.P. que desarrollen los suelos previstos en el Planeamiento General, otra elaboración a partir de una base topográfica más minuciosa.

Se ha decidido la situación de los distintos perfiles transversales que hemos utilizado en base a dos circunstancias: por un lado a la variación que, entre uno y el siguiente, puede existir por la acumulación de caudales debida al aporte de un afluente, y por otro lado a diferencias en la configuración del terreno debidas a variaciones importantes de la pendiente longitudinal o de los parámetros que definen la sección transversal. En las zonas que hemos considerado semejantes, debido al mantenimiento de las circunstancias comentadas, hemos mantenido las anchuras que desde el eje alcanzan las láminas libres con los dos caudales de cálculo utilizados, correspondientes a 10 y 500 años de periodo de retorno.

5.- ARROYOS EMBOVEDADOS.

Un condicionante subjetivo importante se presenta cuando ha existido una actuación en el cauce, sin determinación previa del Dominio Público Hidráulico, en ese caso las preguntas que nos podemos formular son las siguientes:

- Los límites del encauzamiento construido, por el que evidentemente pasará el caudal con 10 años de periodo de retorno: ¿Constituyen el límite del Dominio Público Hidráulico? Entendemos que no. El deslinde sirve fundamentalmente para determinar la propiedad estatal que al deberse mantener invariable no debe verse afectada por actuaciones realizadas en el cauce.
- Si el Dominio Público Hidráulico se debe obtener de la situación del terreno natural preexistente ¿Cómo se obtiene ese terreno? Si utilizamos restituciones fotogramétricas anteriores a cualquier trabajo de encauzamiento el problema estará resuelto.

6.- CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS EMBOCADURAS Y LOS EMBOVEDADOS.

En el caso de que los cauces que tenemos que estudiar terminen en una obra de embovedado, incluimos un cálculo de la capacidad hidráulica de la embocadura y del embovedado. Detrás de esta memoria incluimos hojas explicativas de cómo realizamos los cálculos; al respecto hacemos las consideraciones siguientes:

- El cálculo de la embocadura consiste fundamentalmente en determinar el calado necesario para que entre en el embocado el caudal de avenida con 500 años de periodo de retorno. Ese calado no debe producir desbordamiento del agua por encima de la contención de terreno existente en el entorno de la embocadura.
- Tenemos que demostrar que la sección del embovedado con su pendiente estimada son suficientes para evacuar la avenida de cálculo con 500 años de periodo de retorno.

7.- LA IMPORTANCIA DE LA VISITA AL TERRENO.

La determinación de las áreas vertientes en zonas urbanas o periurbanas no la ponen de manifiesto, con la claridad necesaria, lo planos de planta con los que se trabaja habitualmente. Tanto esa importante determinación, como las características específicas del arroyo y sus afluentes, sólo se pueden evaluar adecuadamente tras visitar el terreno de una forma extensiva y pormenorizada. Esa importante labor se ha realizado, personalmente, por el técnico que suscribe, a la vez que ha tomado las fotografías que se adjuntan en los anejos fotográficos que acompañan a todos y cada uno de los documentos correspondientes a cada arroyo. Esa inspección del terreno ha permitido también la elaboración de las memorias previas en las que se describen las circunstancias específicas de cada uno de los arroyos estudiados.

8.- CONCLUSIÓN.

Entendemos que con la información aportada hemos dado cumplimiento al encargo recibido, quedando a disposición de los técnicos del Ayuntamiento de Málaga o de la Cuenca Mediterránea Andaluza para aportar cuanta información complementaria nos quieran demandar o para ofrecer cuantas explicaciones nos soliciten respecto del contenido de este documento.

Málaga, Enero de 2008

Fdo: Juan José Soto Mesa
Ingeniero de caminos C. y P.
Colegiado nº 3.676

OBRAS DE DRENAJE CON CLAVE CIRCULAR - CONTROL A LA ENTRADA - EXPLICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO

En obras de fabrica con pendiente pronunciada el caudal máximo que pueden desaguar se regula en la entrada (CONTROL EN LA ENTRADA). La pendiente, rugosidad y longitud de las mismas no influyen en el caudal desagüado.	
El funcionamiento hidráulico es el siguiente, se produce un embalse que produce un calado justo en la entrada de la obra de altura H_0 , con una anchura notablemente superior a la de entrada de la obra, con lo que la velocidad de entrada disminuye hasta V_0 . Dentro de la obra se produce el efecto contrario, es decir, el nivel baja hasta el calado H_1 y la velocidad aumenta hasta V . Por otro lado al entrar el agua en la obra aumentando su velocidad se produce una pérdida de carga por rozamiento H_r .	
Si no se permite que la obra entre en carga y la salida del agua es libre, la aplicación del teorema de Bernoulli es la siguiente:	$H_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} - H_r = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g}$
La pérdida de carga en la entrada se expresa en función de la velocidad aguas abajo, siendo su expresión	$H_r = K_e \frac{V^2}{2 \cdot g}$
Siendo K_e un coeficiente de pérdida de carga a la entrada. La ecuación anterior tendrá la forma:	$H_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} + K_e \frac{V^2}{2 \cdot g} = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} (1 + K_e)$
La velocidad aguas arriba en caso de riada se hace tan pequeña que se anula a efectos prácticos, con lo que la expresión anterior queda en la forma:	$H_0 = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} (1 + K_e)$
La velocidad V , puede ponerse en función del Caudal Q y de la sección mojada S :	$V = \frac{Q}{S}; H_0 = H_1 + \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot S^2} (1 + K_e)$
Despejando el caudal queda: ↓ ↓ ↓ ↓	
$Q^2 = (H_0 - H_1) \cdot \frac{2 \cdot g \cdot S^2}{1 + K_e}$	Una vez conocida la forma de la obra de desagüe la sección mojada es función del calado H_1 , y en definitiva para cada altura de embalse a la entrada, el caudal es función del calado H_1 .
El caudal máximo que puede desaguar la alcantarilla se producirá para un calado H_1 dado, por la condición de máximo:	$\frac{dQ^2}{dH_1} = 0$
Una vez obtenido el calado critico, podemos deducir la pendiente necesaria para que se produzcan las condiciones de calculo por medio del uso de las fórmulas de canales abiertos. Dicha pendiente es la llamada Critica y evidentemente resulta inútil dar una pendiente superior a la Critica pues no por ello se desaguará mas caudal consiguiéndose únicamente una disminución de calado y un aumento de velocidad.	ya que Q es máximo cuando Q^2 lo es.
El cálculo se realiza en obras de cualquier tipo de sección con la única condición de que la clave sea circular.	
Llamado S_1 a la sección total, la sección S para un determinado calado definido por el ángulo β será:	$S = S_T - R^2 \cdot b + R^2 \cdot Sen \beta \cdot Cos \beta$ $S = R^2 \cdot \left(\frac{S_T}{R^2} - b + Sen \beta \cdot Cos \beta \right)$

No consideramos el caso de que la lámina de agua quede por debajo de la bóveda circular pues ello llevaría consigo un desperdicio excesivo de sección. Llamando F a la altura total de la obra de desagüe se obtiene:	
$H_0 - H_1 = H_0 - (F - R + R \cdot Cos \beta) = R \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 - Cos \beta \right)$	
Si en la ecuación que habíamos obtenido antes para el caudal sustituimos los valores anteriores tenemos:	
$Q = \sqrt{(H_0 - H_1) \frac{2gS^2}{1 + K_e}}$	$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{1 + K_e} R^{5/2} \left(\frac{S_T}{R^2} - b + Sen \beta \cdot Cos \beta \right) \cdot \sqrt{\frac{H_0 - F}{R} + 1 - Cos \beta}}$
Derivando esta ecuación respecto de β resulta:	
$Q' = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{1 + K_e}} R^{5/2} \left[(-1 + Cos^2 \beta - Sen^2 \beta) x \sqrt{\frac{H_0 - F}{R} + 1 - Cos \beta} + \frac{Sen \beta}{2 \cdot \sqrt{\frac{H_0 - F}{R} + 1 - Cos \beta}} x \left(\frac{S_T}{R^2} - b + Sen \beta \cdot Cos \beta \right) \right]$	
Igualando a cero y simplificando la ecuación anterior se obtiene:	
$(-2 \cdot Sen^2 \beta) \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 - Cos \beta \right) + \frac{Sen \beta}{2} \cdot \left(\frac{S_T}{R^2} - b + Sen \beta \cdot Cos \beta \right) = 0$	
$-4 \cdot Sen \beta \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 - Cos \beta \right) + \frac{S_T}{R^2} - b + Sen \beta \cdot Cos \beta = 0$	
$5 \cdot Sen \beta \cdot Cos \beta - 4 \cdot Sen \beta \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 \right) - b + \frac{S_T}{R^2} = 0$	
De esta ecuación se obtiene para cada valor de H_0 el correspondiente valor de β que satisface la ecuación, proporcionado las condiciones criticas. El cálculo se realiza, en otra hoja electrónica, a partir de la introducción de los datos siguientes:	
Radio de la bóveda superior en metros: R - Altura total de la obra en metros: F - Sección recta de la obra en metros cuadrados: S_T	
Perímetro total de la sección recta en metros: P_T - Coeficiente de pérdida en la entrada: K_e , adoptamos 0,50 - Coeficiente de Manning n	
Para cada valor del calado a la entrada H_0 , obtenido el valor de β que verifica la ecuación anterior, calculamos los datos siguientes:	
a) Calado aguas arriba de la obra $H_t = H_0 + K_e (V^2/2g)$	b) Calado en el interior de la obra $H_1 = F + R (Cos \beta - 1)$
c) Sección mojada $S = R^2 \left(\frac{S_T}{R^2} - \beta + Sen \beta \cdot Cos \beta \right)$	Perímetro mojado $P = P_T - 2 \beta R$ en metros.
e) Radio hidráulico $R_h = S/P$	h) Pendiente crítica: $J = \frac{V^2 \cdot n^2}{R \cdot h^{4/3}} \cdot 100 (\%)$
f) Velocidad: $V = \sqrt{(H_0 - H_1) \frac{2 \cdot g}{1 + K_e}}$	
g) Caudal desagüado: $Q = V \cdot S$	
El cálculo se realiza desde un valor H_0 igual a 3.50 con incrementos posteriores de 10 centímetros.	
Evidentemente existen limitaciones técnicas al cálculo teórico expuesto, por lo que no se puede incrementar indefinidamente la carga de agua a la entrada H_0 . Las limitaciones que se imponen en el cálculo que están sancionadas por la práctica son las sigui	
1.- No permitir que el cuerpo de la obra de desagüe entre en carga.	2.- No permitir que la velocidad de la obra sobrepase los 5,0 m/seg.
La hoja en la que se realizan los cálculos tiene dos rangos, en el primero se determina el calado H_0 en la embocadura para que pueda pasar el caudal de cálculo. En el segundo rango se determinan las condiciones de tránsito del caudal de cálculo a través d	

OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - CONTROL A LA ENTRADA EXPLICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO

En obras de fabrica con pendiente pronunciada el caudal máximo que pueden desaguar se regula en la entrada (CONTROL EN LA ENTRADA). La pendiente, rugosidad y longitud de las mismas no influyen en el caudal desagüado.	
El funcionamiento hidráulico es el siguiente, se produce un embalse que produce un calado justo en la entrada de la obra de altura H_0 , con una anchura notablemente superior a la de entrada de la obra, con lo que la velocidad de entrada disminuye hasta V_0 . Dentro de la obra se produce el efecto contrario, es decir, el nivel baja hasta el calado H_1 y la velocidad aumenta hasta V . Por otro lado al entrar el agua en la obra aumentando su velocidad se produce una pérdida de carga por rozamiento H_r .	
Si no se permite que la obra entre en carga y la salida del agua es libre, la aplicación del teorema de Bernouilli es la siguiente:	$H_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} - H_r = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g}$
La pérdida de carga en la entrada se expresa en función de la velocidad aguas abajo, siendo su expresión	$H_R = K_e \frac{V^2}{2 \cdot g}$
Siendo K_e un coeficiente de pérdida de carga a la entrada. La ecuación anterior tendrá la forma:	$H_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} + K_e \frac{V^2}{2 \cdot g} = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} (1 + K_e)$
La velocidad aguas arriba en caso de riada se hace tan pequeña que se anula a efectos prácticos, con lo que la expresión anterior queda en la forma :	$H_0 = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} (1 + K_e)$
La velocidad V , puede ponerse en función del Caudal Q y de la sección mojada S :	$V = \frac{Q}{S}; H_0 = H_1 + \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot S^2} (1 + K_e)$
Despejando el caudal queda: ↓ ↓ ↓ ↓	
$Q^2 = (H_0 - H_1) \cdot \frac{2 \cdot g \cdot S^2}{1 + K_e}$	Una vez conocida la forma de la obra de desagüe la sección mojada es función del calado H_1 , y en definitiva para cada altura de embalse a la entrada, el caudal es función del calado H_1 .
Ya que Q es máximo cuando Q^2 lo es, el caudal máximo que puede desaguar la alcantarilla se producirá para un calado H_1 dado, por la condición de máximo:	$\frac{dQ^2}{dH_1} = 0$
Una vez obtenido el calado critico, podemos deducir la pendiente necesaria para que se produzcan las condiciones de calculo por medio del uso de las fórmulas de canales abiertos. Dicha pendiente es la llamada Critica y evidentemente resulta inútil dar una pendiente superior a la Critica pues no por ello se desaguará mas caudal consiguiéndose únicamente una disminución de calado y un aumento de velocidad.	
El cálculo se realiza en obras de cualquier tipo de sección con la única condición de que la clave sea circular.	
Llamado A a la base de la obra de drenaje, la sección S para un determinado calado definido por la altura H_1 será:	$S = A \times H_1$
$Q^2 = (H_0 - H_1) \cdot \frac{2 \cdot g \cdot A^2 \cdot H_1^2}{1 + K_e}$	$Q^2 = \frac{2 \cdot g \cdot A^2}{1 + K_e} \cdot (H_0 \cdot H_1^2 - H_1^3)$
Derivando con respecto a H_1 e igualando la derivada a cero, resulta:	$2 \times H_0 \times H_1 - 3 H_1^2 = 0$
	$H_1 = 2 \times H_0 / 3$
De esta ecuación se obtiene, para cada valor de H_0 , el valor de H_1 que satisface la ecuación, proporcionado las condiciones criticas.	
El cálculo se realiza desde un valor H_0 igual a 2.00 con incrementos posteriores de 10 centímetros.	
Evidentemente existen limitaciones técnicas al cálculo teórico expuesto, por lo que no se puede incrementar indefinidamente la carga de agua a la entrada H_0 . Las limitaciones que se imponen en el cálculo que están sancionadas por la práctica son las sigui	
1.- No permitir que el cuerpo de la obra de desagüe entre en carga.	2.- No permitir que la velocidad de la obra sobrepase los 5,0 m/seg.

OBRAS DE DRENAJE CIRCULAR - CONTROL A LA ENTRADA - EXPLICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO

En obras de fabrica con pendiente pronunciada el caudal máximo que pueden desaguar se regula en la entrada (CONTROL EN LA ENTRADA). La pendiente, rugosidad y longitud de las mismas no influyen en el caudal desagüado.	
El funcionamiento hidráulico es el siguiente, se produce un embalse que produce un calado justo en la entrada de la obra de altura H_0 , con una anchura notablemente superior a la de entrada de la obra, con lo que la velocidad de entrada disminuye hasta V_0 . Dentro de la obra se produce el efecto contrario, es decir, el nivel baja hasta el calado H_1 y la velocidad aumenta hasta V . Por otro lado al entrar el agua en la obra aumentando su velocidad se produce una pérdida de carga por rozamiento H_r .	
Si no se permite que la obra entre en carga y la salida del agua es libre, la aplicación del teorema de Bernoulli es la siguiente:	$H_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} - H_r = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g}$
La pérdida de carga en la entrada se expresa en función de la velocidad aguas abajo, siendo su expresión	$H_r = K_e \frac{V^2}{2 \cdot g}$
Siendo K_e un coeficiente de pérdida de carga a la entrada. La ecuación anterior tendrá la forma:	$H_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} + K_e \frac{V^2}{2 \cdot g} = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} (1 + K_e)$
La velocidad aguas arriba en caso de riada se hace tan pequeña que se anula a efectos prácticos, con lo que la expresión anterior queda en la forma:	$H_0 = H_1 + \frac{V^2}{2 \cdot g} (1 + K_e)$
La velocidad V , puede ponerse en función del Caudal Q y de la sección mojada S :	$V = \frac{Q}{S}; H_0 = H_1 + \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot S^2} (1 + K_e)$
Despejando el caudal queda: ↓ ↓ ↓ ↓	
$Q^2 = (H_0 - H_1) \cdot \frac{2 \cdot g \cdot S^2}{1 + K_e}$	Una vez conocida la forma de la obra de desagüe la sección mojada es función del calado H_1 , y en definitiva para cada altura de embalse a la entrada, el caudal es función del calado H_1 .
El caudal máximo que puede desaguar la alcantarilla se producirá para un calado H_1 dado, por la condición de máximo:	$\frac{dQ^2}{dH_1} = 0$ ya que Q es máximo cuando Q^2 lo es.
Una vez obtenido el calado crítico, podemos deducir la pendiente necesaria para que se produzcan las condiciones de calculo por medio del uso de las fórmulas de canales abiertos. Dicha pendiente es la llamada Critica y evidentemente resulta inútil dar una pendiente superior a la Critica pues no por ello se desaguará mas caudal consiguiéndose únicamente una disminución de calado y un aumento de velocidad.	
El cálculo se realiza en obras de cualquier tipo de sección con la única condición de que la clave sea circular.	
Llamado S_t a la sección total, la sección S para un determinado calado definido por el ángulo β será:	$S = S_t - R^2 \cdot b + R^2 \cdot \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b$ $S = R^2 \cdot \left(\frac{S_t}{R^2} - b + \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b \right)$
No consideramos el caso de que la lámina de agua quede por debajo de la bóveda circular pues ello llevaría consigo un desperdicio excesivo de sección. Llamando F a la altura total de la obra de desagüe se obtiene:	

$H_0 - H_1 = H_0 - (F - R + R \cdot \text{Cos } b) = R \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 - \text{Cos } b \right)$	
Si en la ecuación que habíamos obtenido antes para el caudal sustituimos los valores anteriores tenemos:	
$Q = \sqrt{(H_0 - H_1) \frac{2gS^2}{1 + K_e}}$	$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{1 + K_e} R^{5/2} \left(\frac{S_t}{R^2} - b + \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b \right) \cdot \sqrt{\frac{H_0 - F}{R} + 1 - \text{Cos } b}}$
Derivando esta ecuación respecto de β resulta:	
$Q' = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{1 + K_e}} R^{5/2} \left[(-1 + \text{Cos }^2 b - \text{Sen }^2 b) x \sqrt{\frac{H_0 - F}{R} + 1 - \text{Cos } b} + \frac{\text{Sen } b}{2 \cdot \sqrt{\frac{H_0 - F}{R} + 1 - \text{Cos } b}} x \left(\frac{S_t}{R^2} - b + \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b \right) \right]$	
Igualando a cero y simplificando la ecuación anterior se obtiene:	
$(-2 \cdot \text{Sen }^2 b) \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 - \text{Cos } b \right) + \frac{\text{Sen } b}{2} \cdot \left(\frac{S_t}{R^2} - b + \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b \right) = 0$	
$-4 \cdot \text{Sen } b \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 - \text{Cos } b \right) + \frac{S_t}{R^2} - b + \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b = 0$	
$5 \cdot \text{Sen } b \cdot \text{Cos } b - 4 \cdot \text{Sen } b \cdot \left(\frac{H_0 - F}{R} + 1 \right) - b + \frac{S_t}{R^2} = 0$	
De esta ecuación se obtiene para cada valor de H_0 el correspondiente valor de β que satisface la ecuación, proporcionado las condiciones críticas. El cálculo se realiza, en otra hoja electrónica, a partir de la introducción de los datos siguientes:	
Radio de la bóveda superior en metros: R - Altura total de la obra en metros: $F(2R)$ - Sección recta de la obra en metros cuadrados: St	
Perímetro total de la sección recta en metros: Pt - Coeficiente de pérdida en la entrada: K_e , adoptamos 0,50 - Coeficiente de Manning n	
Para cada valor del calado a la entrada H_0 , obtenido el valor de β que verifica la ecuación anterior, calculamos los datos siguientes:	
a) Calado aguas arriba de la obra $H_t = H_0 + K_e (V^2/2g)$	b) Calado en el interior de la obra $H_1 = F + R (\text{Cos } \beta - 1)$
c) Sección mojada $S = R^2 \left(\frac{S_t}{R^2} - \beta + \text{Sen } \beta \cdot \text{Cos } \beta \right)$	Perímetro mojado $P = P_t - 2\beta R$ en metros.
e) Radio hidráulico $R_h = S/P$	h) Pendiente crítica: $J = \frac{V^2 \cdot n^2}{R \cdot h^{4/3}} \cdot 100 (\%)$
f) Velocidad: $V = \sqrt{(H_0 - H_1) \frac{2 \cdot g}{1 + K_e}}$	
g) Caudal desagüado: $Q = V \cdot S$	
El cálculo se realiza desde un valor H_0 igual a 2.00 con incrementos posteriores de 10 centímetros.	
Evidentemente existen limitaciones técnicas al cálculo teórico expuesto, por lo que no se puede incrementar indefinidamente la carga de agua a la entrada H_0 . Las limitaciones que se imponen en el cálculo que están sancionadas por la práctica son las sigui	
1.- No permitir que el cuerpo de la obra de desagüe entre en carga. 2.- No permitir que la velocidad de la obra sobrepase los 5,0 m/seg.	
La hoja en la que se realizan los cálculos tiene dos rangos, en el primero se determina el calado H_0 en la embocadura para que pueda pasar el caudal de cálculo. En el segundo rango se determinan las condiciones de tránsito del caudal de cálculo a través d	
PARTICULARIZACIÓN PARA UNA SECCIÓN CIRCULAR:	
a) Altura total de la obra en metros: $F = 2R$	b) Superficie total de la sección recta de la obra: $St = \pi R^2$
c) Perímetro total de la sección recta de la obra: $Pt = 2\pi R$	d) Calado en el interior de la obra $H_1 = R(\text{Cos } \beta + 1)$ en metros
e) Sección mojada $S = R^2 (\pi - \beta + \text{Sen } \beta \cdot \text{Cos } \beta)$	f) Perímetro mojado $P = 2R(\pi - \beta)$ en metros.

MEMORIA DE INFORMACIÓN GENERAL HIDROLÓGICA

En la publicación - Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España; Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente), aparecen cuatro estaciones pluviométricas que podemos relacionar con la ciudad de Málaga, cuyos datos son los siguientes:

Indicativo	Situación	5	10	25	50	100	250	500
6-154	Almogía	80.5	96	115.5	130	144.4	163.3	177.6
6-155E	Málaga Azucarera Hispania	87	104.7	127.2	143.9	160.4	182.2	198.7
6-160	Casabermeja	80.3	96.5	117	132.2	147.3	167.1	182.1
6-175	R. Victoria	91.1	115.9	147.3	170.6	193.8	224.2	247.2

Por parecernos insuficiente esta información incluimos en este anejo cálculos realizados con Gumbel de seis estaciones del entorno inmediato y de otras seis de un entorno más alejado. Nuestros cálculos incluyen tres de las cuatro estaciones antes consignadas siendo el comparativo de los cálculos realizados con Gumbel y los del I.N.M., para periodo de retorno de 500 años, los siguientes.

Indicativo	Situación	Gumbel	500
6-154	Almogía	177.5	177.6
6-160	Casabermeja	188.0	182.1
6-175	R. Victoria	250.1	247.2

Podemos comprobar que existe una buena coincidencia, y además, nuestros datos son un poco más altos, por lo que utilizando nuestra información y ajustándonos, en los cálculos hidrológicos propios de cada cuenca, a estaciones mejor relacionadas con su emplazamiento, que en el caso de contar con sólo las estaciones del I.N.M., nos quedaremos del lado de la seguridad.

En lugar de la 6-155E (Málaga Azucarera Hispania) hemos calculado con Gumbel la 6-155A (Málaga Aeropuerto), que cuenta con una serie más completa y una lluvia, con periodo de retorno de 500 años, de 274,6 mm, claramente más alta que la que corresponde a la antes citada (198,7)

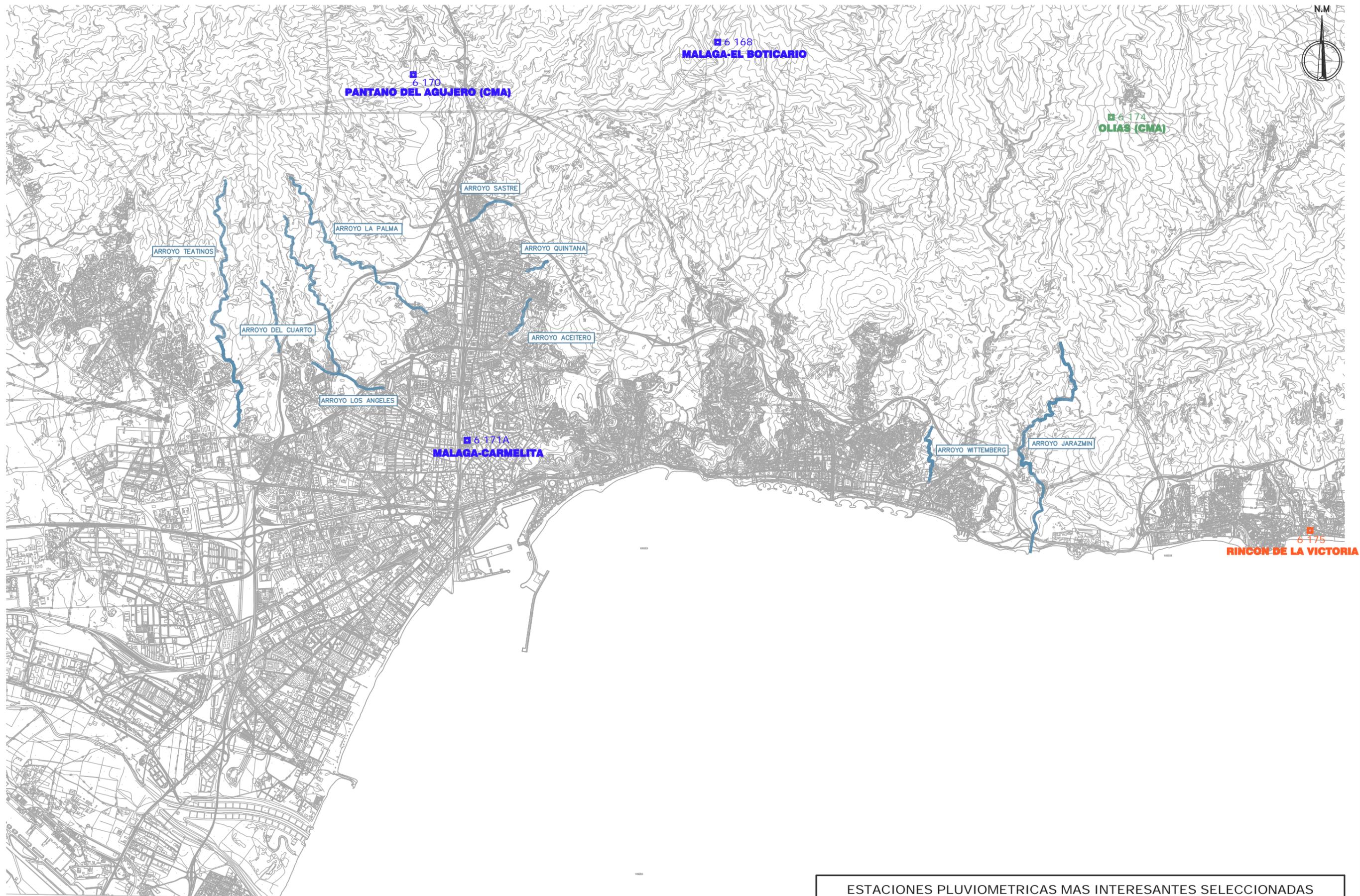
Teniendo en cuenta los datos aportados que estamos comentando, entendemos que nos quedamos del lado de la seguridad si para las cuencas comprendidas entre el arroyo Teatinos y el Aceiteros utilizamos como estaciones de referencia las siguientes: 6-155A (Aeropuerto), 6-170 (Pantano del Agujero) y 6-171A (Carmelita). En definitiva, los datos siguientes:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	5	10	25	50	100	200	500
6155A	Málaga - Aeropuerto	106.3	133.1	166.9	192.1	217.0	241.8	274.6
6170	Málaga - P. del Agujero	84.9	102.0	123.5	139.5	155.4	171.2	192.0
6171A	Málaga - Carmelita	85.8	102.9	124.4	140.4	156.3	172.1	193.0

Para las dos cuencas más orientales, las de los arroyos Wittemberg y Jarazmin nos parecen estaciones de referencia más adecuadas las siguientes:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	5	10	25	50	100	200	500
6171A	Málaga - Carmelita	85.8	102.9	124.4	140.4	156.3	172.1	193.0
6174	Olías	104.5	125.9	153.0	173.1	193.1	213.0	239.2
6175	Rincón de la Victoria	92.9	118.0	149.6	173.0	196.3	219.5	250.1

Podemos comprobar que en el resumen de la información de las estaciones meteorológicas que aportamos las que hemos incluido dentro del entorno inmediato, tienen valores de su pluviometría más altos que las del entorno alejado. En consecuencia, y dado que hemos considerado dentro de las tres seleccionadas, las correspondientes al primer grupo, estamos claramente del lado de la seguridad.



ESTACIONES PLUVIOMETRICAS MAS INTERESANTES SELECCIONADAS			
FIABILIDAD SEGUN LA LONGITUD DE LAS SERIES DE DATOS			
	ALTA ■ 6 000	MEDIA ■ 6 000	BAJA ■ 6 000

■ 6 155A
MALAGA-AEROPUERTO

RESUMEN DE DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE ESTACIONES DEL ENTORNO DE LA CIUDAD DE MÁLAGA

ENTORNO INMEDIATO		Altitud (m)	Límites de la serie		Número total de años		Máxima Anual Diaria		Lluvia esperada según Periodo de Retorno			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		Primer año	Último año	Totales	Útiles	Año Mínimo	Año Máximo	5	25	100	500
6155A	MÁLAGA - AEROPUERTO	7	1942	2007	65	65	27.0	313.0	106.3	166.9	217.0	274.6
6168	MÁLAGA - EL BOTICARIO	500	1950	2007	57	57	24.0	185.0	94.4	144.4	185.6	233.1
6170	MÁLAGA - PANTANO DEL AGUJERO	100	1961	2007	46	46	26.5	143.8	84.9	123.5	155.4	192.0
6171A	MÁLAGA - CARMELITA	12	1986	2007	21	21	36.0	141.7	85.8	124.4	156.3	193.0
6174	OLIAS	421	1939	1973	34	34	32.8	181.3	104.5	153.0	193.1	239.2
6175	RINCÓN DE LA VICTORIA	7	1939	2007	68	67	27.0	229.1	92.9	149.6	196.3	250.1
VALORES MEDIOS:					48.5	48.3	28.9	199.0	94.8	143.6	183.9	230.3
VALORES MÍNIMOS:					21	21	24.0	141.7	84.9	123.5	155.4	192.0
VALORES MÁXIMOS:					68	67	36.0	313.0	106.3	166.9	217.0	274.6
ENTORNO ALEJADO		Altitud (m)	Límites de la serie		Número total de años		Máxima Anual Diaria		Lluvia esperada según Periodo de Retorno			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		Primer año	Último año	Totales	Útiles	Año Mínimo	Año Máximo	5	25	100	500
6145	ALJAIMA	50	1955	2004	49	46	31.9	249.2	94.5	146.0	188.5	237.4
6153	ALMOGÍA LOS LLANES	375	1953	2004	51	48	27.5	193.6	94.8	139.5	176.4	218.8
6154	ALMOGÍA LOS LLANES	130	1961	2004	43	41	27.0	126.9	81.3	116.0	144.6	177.5
6157	CASABERMEJA	540	1965	2004	39	37	30.0	125.8	77.5	109.5	136.0	166.4
6160	CASABERMEJA - VENTA PINEDA	695	1967	2004	37	35	26.5	128.3	85.5	122.5	152.9	188.0
6152E	ANTEQUERA - CORTIJO ROBLEDO	700	1971	2004	33	31	27.3	159.4	74.7	112.4	143.6	179.4
VALORES MEDIOS:					42.0	39.7	28.4	163.9	84.7	124.3	157.0	194.6
VALORES MÍNIMOS:					33	31	26.5	125.8	74.7	109.5	136.0	166.4
VALORES MÁXIMOS:					51	48	31.9	249.2	94.8	146.0	188.5	237.4
MEDIA GENERAL		VALORES MEDIOS:			45	44	28.6	181.4	89.8	134	170.5	212.5
		VALORES MÍNIMOS:			21	21	24	125.8	74.7	109.5	136.0	166.4
		VALORES MÁXIMOS:			68	67	36	313	106.3	166.9	217.0	274.6

DATOS DISPONIBLES EN EL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA												
Nombre	Málaga Aeropuerto		Málaga Boticario		Pantano Agujero		Málaga Carmelita		Olias		Rincón de la Victoria	
Código	6155A		6168		6170		6171A		6174		6175	
Año Hidrológ.	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta
1981/82	41.3		45.0		31.3				50.0			53.0
1982/83	147.1		90.0		88.4				130.0		83.0	
1983/84	126.6		92.0		89.0				83.3		55.0	
1984/85	59.7			41.0	64.3					38.5	27.0	
1985/86	43.7			21.0		33.9				37.4	29.0	
1986/87	70.3			58.0	54.6		56.5		81.0		80.0	
1987/88	73.4			48.0		44.8	38.5			54.0	40.0	
1988/89	38.9		95.0			77.5	77.5			117.0	55.5	
1989/90	140.2		162.0			135.8	76.6			57.0	46.0	
1990/91	57.2		66.8			56.7	48.1			121.5		48.0
1991/92	42.0			48.4	60.1		61.3			48.9	46.0	
1992/93	37.2		38.1			38.0	36.0			62.4	43.0	
1993/94	97.3		72.2		102.4		110.0			48.0	30.0	
1994/95	35.7		24.0		26.5		43.0			43.0	29.0	
1995/96	66.3		63.4			46.0	55.0		80.5		63.0	
1996/97	83.0		70.2			47.0	64.0		59.5		52.0	
1997/98	92.2			60.0		77.0	75.5			76.0		
1998/99	41.4			51.6	37.5		38.0			44.0		
1999/00	31.6			46.0		35.5	36.9					
2000/01	77.9			56.6	52.0		59.4					180.6
2001/02	53.5		37.6		46.5			55.5	78.0			19.5
2002/03	69.4			43.3		56.0		64.0	72.3		65.5	
2003/04	102.1			59.6		113.8		103.5		170.0	229.1	
2004/05	62.1			63.5	37.3		61.5					41.2
2005/06	74.5				71.0			57.2				24.0
2006/07	91.8					87.1		73.2			91.0	
NºRegistros	65		36		25		16		13		31	
Valor Med.	72.7		65.7		59.5		58.6		75.0		64.2	

DATOS A UTILIZAR UNA VEZ RELLENADAS LAS LAGUNA						
Nombre	Málaga Aeropuerto	Málaga Boticario	Pantano Agujero	Málaga Carmelita	Olias	Rincón de la Victoria
Código	6155A	6168	6170	6171A	6174	6175
1981/82	41.3	45.0	31.3		50.0	53.0
1982/83	147.1	90.0	88.4		130.0	83.0
1983/84	126.6	92.0	89.0		83.3	55.0
1984/85	59.7	48.2	64.3		55.1	27.0
1985/86	43.7	34.9	33.9		39.9	29.0
1986/87	70.3	65.7	54.6	56.5	81.0	80.0
1987/88	73.4	48.5	44.8	38.5	55.4	40.0
1988/89	38.9	95.0	77.5	77.5	117.0	55.5
1989/90	140.2	162.0	135.8	76.6	116.3	46.0
1990/91	57.2	66.8	56.7	48.1	121.5	53.8
1991/92	42.0	50.3	60.1	61.3	57.4	46.0
1992/93	37.2	38.1	38.0	36.0	62.4	43.0
1993/94	97.3	72.2	102.4	110.0	90.2	30.0
1994/95	35.7	24.0	26.5	43.0	43.0	29.0
1995/96	66.3	63.4	46.0	55.0	80.5	63.0
1996/97	83.0	70.2	47.0	64.0	59.5	52.0
1997/98	92.2	80.5	77.0	75.5	91.9	78.6
1998/99	41.4	51.6	37.5	38.0	44.0	36.6
1999/00	31.6	46.0	35.5	36.9	37.6	32.1
2000/01	77.9	60.5	52.0	59.4	69.1	180.6
2001/02	53.5	37.6	46.5		55.5	50.5
2002/03	69.4	66.3	60.0	64.0	72.3	65.5
2003/04	102.1	158.8	143.8	141.7	181.3	229.1
2004/05	62.1	63.5	37.3	61.5	58.7	50.2
2005/06	74.5	69.8	71.0	62.3	79.7	68.2
2006/07	91.8	87.7	87.1	78.2	100.1	91.0
NºRegistros	65	57	46	21	34	42
Valor Med.	72.7	66.6	63.1	63.8	77.1	64.4



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 65

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: MÁLAGA - AEROPUERTO

CÓDIGO: 6155A

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1942	último año con datos de la serie: ...	2007
Suma de la variable x :	4,724.40	Media variable x :	72.68 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	116,928.43
Valor medio de la cifra anterior:	1,798.90	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	42.41 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.55038 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$					1.16806 = $P2$
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.028	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	52.70
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.028 (x - 52.70)\}\}$					

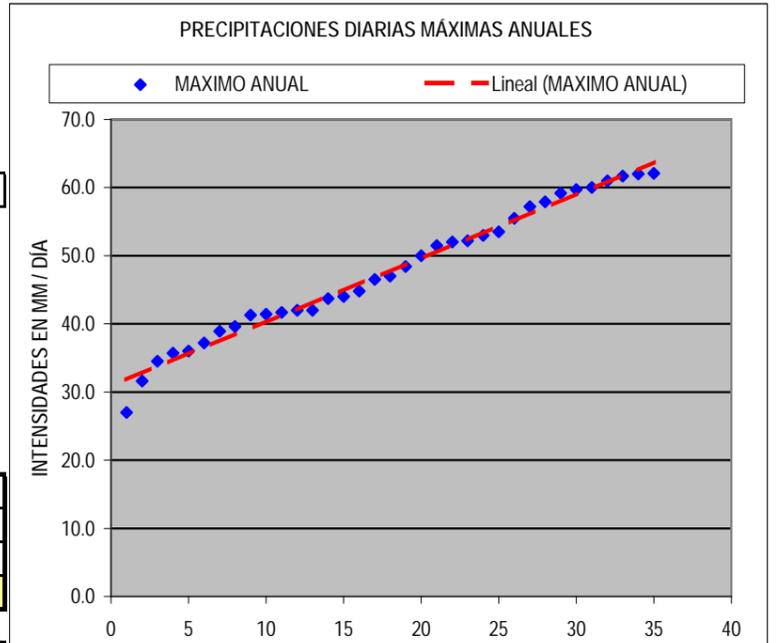
Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

La tabla determina, para cada periodo de retorno (T), su probabilidad de no excedencia, que es $(T-1)/T$.							
Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	106.3	133.1	166.9	192.1	217.0	241.8	274.6

* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS				SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	$F(x)$	
1,942	1,943	827.9	164.0	1	27.0	1.52
1,943	1,944	365.8	44.8	2	31.6	3.03
1,944	1,945	291.6	39.6	3	34.5	4.55
1,945	1,946	683.9	79.0	4	35.7	6.06
1,946	1,947	474.5	85.8	5	36.0	7.58
1,947	1,948	419.6	86.0	6	37.2	9.09
1,948	1,949	466.1	41.7	7	38.9	10.61
1,949	1,950	415.0	53.0	8	39.6	12.12
1,950	1,951	347.7	36.0	9	41.3	13.64
1,951	1,952	485.4	42.0	10	41.4	15.15
1,952	1,953	402.4	75.0	11	41.7	16.67
1,953	1,954	524.4	44.0	12	42.0	18.18
1,954	1,955	568.0	71.0	13	42.0	19.70
1,955	1,956	598.8	57.9	14	43.7	21.21
1,956	1,957	738.7	313.0	15	44.0	22.73
1,957	1,958	250.9	27.0	16	44.8	24.24
1,958	1,959	740.1	90.0	17	46.5	25.76
1,959	1,960	579.1	50.0	18	47.0	27.27
1,960	1,961	358.1	60.0	19	48.4	28.79
1,961	1,962	760.5	77.2	20	50.0	30.30
1,962	1,963	954.2	97.2	21	51.5	31.82
1,963	1,964	628.3	46.5	22	52.0	33.33
1,964	1,965	507.5	51.5	23	52.2	34.85
1,965	1,966	436.5	52.0	24	53.0	36.36
1,966	1,967	343.2	62.0	25	53.5	37.88
1,967	1,968	512.3	47.0	26	55.5	39.39
1,968	1,969	1,112.2	151.0	27	57.2	40.91
1,969	1,970	1,020.6	88.1	28	57.9	42.42
1,970	1,971	0.0	92.6	29	59.2	43.94
1,971	1,972	677.8	61.7	30	59.7	45.45
1,972	1,973	707.0	61.0	31	60.0	46.97
1,973	1,974	484.6	72.5	32	61.0	48.48
1,974	1,975	370.1	34.5	33	61.7	50.00
1,975	1,976	444.8	55.5	34	62.0	51.52
1,976	1,977	578.5	76.6	35	62.1	53.03

SERIE DE LLUVIAS				SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	$F(x)$		
1977	1978	455.2	48.4	36	66.3	54.6	
1978	1979	750.5	121.5	37	69.4	56.1	
1979	1980	488.2	59.2	38	70.3	57.6	
1980	1981	361.0	52.2	39	71.0	59.1	
1981	1982	423.0	41.3	40	72.5	60.6	
1982	1983	291.3	147.1	41	73.4	62.1	
1983	1984	685.3	126.6	42	74.5	63.6	
1984	1985	359.9	59.7	43	75.0	65.2	
1985	1986	300.7	43.7	44	76.6	66.7	
1986	1987	583.5	70.3	45	77.2	68.2	
1987	1988	505.5	73.4	46	77.9	69.7	
1988	1989	504.9	38.9	47	79.0	71.2	
1989	1990	1,012.1	140.2	48	83.0	72.7	
1990	1991	386.0	57.2	49	85.8	74.2	
1991	1992	398.9	42.0	50	86.0	75.8	
1992	1993	375.7	37.2	51	88.1	77.3	
1993	1994	425.4	97.3	52	90.0	78.8	
1994	1995	139.4	35.7	53	91.8	80.3	
1995	1996	975.8	66.3	54	92.2	81.8	
1996	1997	1,038.4	83.0	55	92.6	83.3	
1997	1998	679.0	92.2	56	97.2	84.9	
1998	1999	287.0	41.4	57	97.3	86.4	
1999	2000	326.3	31.6	58	102.1	87.9	
2000	2001	474.1	77.9	59	121.5	89.4	
2001	2002	409.1	53.5	60	126.6	90.9	
2002	2003	521.4	69.4	61	140.2	92.4	
2003	2004	1,004.2	102.1	62	147.1	93.9	
2004	2005	406.4	62.1	63	151.0	95.5	
2005	2006	405.3	74.5	64	164.0	97.0	
2006	2007	474.1	91.8	65	313.0	98.5	



Coefficiente de X	27.59376	TÉRMINO INDEPENDIEN.	79.87777				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	36.42376	TÉRMINO INDEPENDIEN.	47.87777				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	106.3	133.1	166.9	192.1	217.0	241.8	274.6
Con línea Tendenc.	5.0	10.4	26.3	52.4	103.8	205.4	505.2
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN :							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

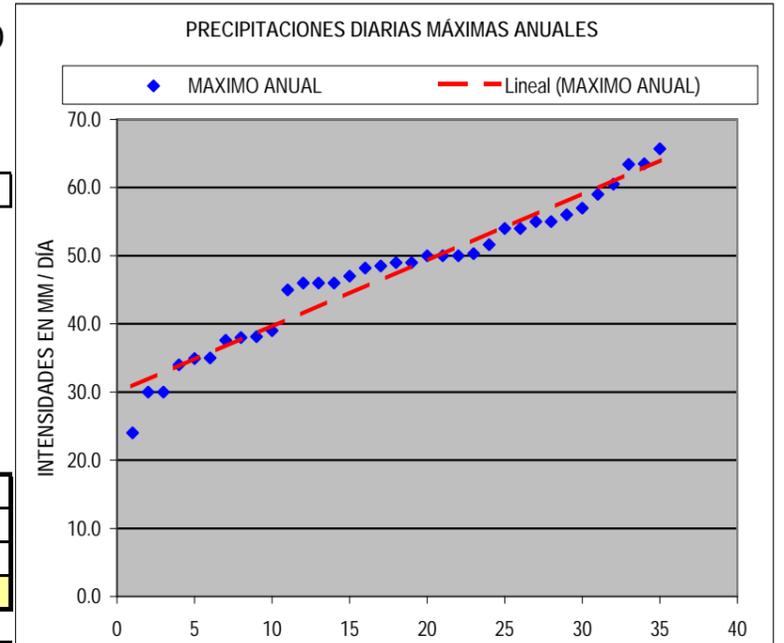
Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 57

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: MÁLAGA - EL BOTICARIO CÓDIGO: 6168

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1950	último año con datos de la serie: ...	2007
Suma de la variable x :	3,794.60	Media variable x :	66.57 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	67,514.84
Valor medio de la cifra anterior:	1,184.47	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	34.42 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.54972 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$					1.16546 = $P2$
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.034	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	50.33
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.034 (x - 50.33)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

La tabla determina, para cada periodo de retorno (T), su probabilidad de no excedencia, que es (T-1)/T.							
Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	94.4	116.5	144.4	165.1	185.6	206.1	233.1



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS				SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1,950	1,951	329.9	30.0	1	24.0	1.72
1,951	1,952	533.5	47.0	2	30.0	3.45
1,952	1,953	474.0	49.0	3	30.0	5.17
1,953	1,954	526.0	39.0	4	34.0	6.90
1,954	1,955	682.7	71.0	5	34.9	8.62
1,955	1,956	832.0	176.0	6	35.0	10.34
1,956	1,957	766.0	185.0	7	37.6	12.07
1,957	1,958	401.0	38.0	8	38.0	13.79
1,958	1,959	749.5	72.0	9	38.1	15.52
1,959	1,960	758.0	59.0	10	39.0	17.24
1,960	1,961	464.0	55.0	11	45.0	18.97
1,961	1,962	917.0	76.0	12	46.0	20.69
1,962	1,963	869.0	57.0	13	46.0	22.41
1,963	1,964	872.0	54.0	14	46.0	24.14
1,964	1,965	511.0	54.0	15	47.0	25.86
1,965	1,966	482.0	30.0	16	48.2	27.59
1,966	1,967	395.0	46.0	17	48.5	29.31
1,967	1,968	573.0	50.0	18	49.0	31.03
1,968	1,969	961.7	75.0	19	49.0	32.76
1,969	1,970	751.0	71.0	20	50.0	34.48
1,970	1,971	713.0	50.0	21	50.0	36.21
1,971	1,972	514.0	34.0	22	50.0	37.93
1,972	1,973	604.0	50.0	23	50.3	39.66
1,973	1,974	465.0	49.0	24	51.6	41.38
1,974	1,975	348.0	35.0	25	54.0	43.10
1,975	1,976	446.0	55.0	26	54.0	44.83
1,976	1,977	469.6	56.0	27	55.0	46.55
1,977	1,978		104.3	28	55.0	48.28
1,978	1,979		122.7	29	56.0	50.00
1,979	1,980		70.0	30	57.0	51.72
1,980	1,981	376.0	46.0	31	59.0	53.45
1,981	1,982	468.0	45.0	32	60.5	55.17
1,982	1,983	263.0	90.0	33	63.4	56.90
1,983	1,984	590.0	92.0	34	63.5	58.62
1,984	1,985	435.0	48.2	35	65.7	60.34

SERIE DE LLUVIAS				SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1985	1986		34.9	36	66.3	62.1
1986	1987		65.7	37	66.8	63.8
1987	1988	457.0	48.5	38	69.8	65.5
1988	1989	505.0	95.0	39	70.0	67.2
1989	1990	763.8	162.0	40	70.2	69.0
1990	1991	411.9	66.8	41	71.0	70.7
1991	1992		50.3	42	71.0	72.4
1992	1993	333.8	38.1	43	72.0	74.1
1993	1994	460.1	72.2	44	72.2	75.9
1994	1995	185.5	24.0	45	75.0	77.6
1995	1996	899.9	63.4	46	76.0	79.3
1996	1997	932.9	70.2	47	80.5	81.0
1997	1998	634.0	80.5	48	87.7	82.8
1998	1999	280.4	51.6	49	90.0	84.5
1999	2000	403.5	46.0	50	92.0	86.2
2000	2001	507.1	60.5	51	95.0	87.9
2001	2002		37.6	52	104.3	89.7
2002	2003		66.3	53	122.7	91.4
2003	2004	878.3	158.8	54	158.8	93.1
2004	2005	364.5	63.5	55	162.0	94.8
2005	2006		69.8	56	176.0	96.6
2006	2007		87.7	57	185.0	98.3



Coefficiente de X	22.72427	TÉRMINO INDEPENDIEN.	72.71169				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	29.99604	TÉRMINO INDEPENDIEN.	46.71169				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	94.4	116.5	144.4	165.1	185.6	206.1	233.1
Con línea Tend.	4.9	10.2	26.0	51.8	102.6	203.0	499.3
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN:							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100^n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 46

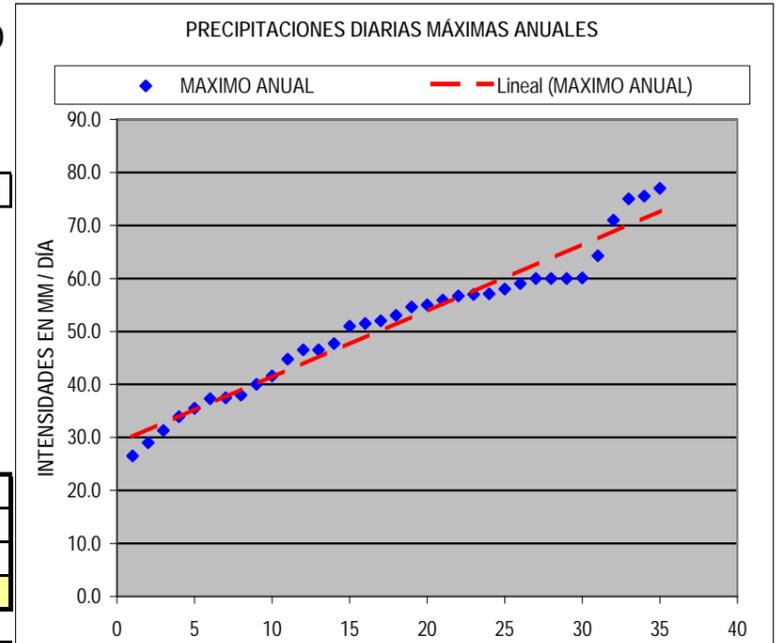
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: MÁLAGA - PANTANO DEL AGUJERO

CÓDIGO: 6170

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1961	último año con datos de la serie: ...	2007
Suma de la variable x :	2,904.20	Media variable x :	63.13 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	31,088.99
Valor medio de la cifra anterior:	675.85	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	26.00 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.5468 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$					1.1538 = $P2$
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.044	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	50.81
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.044 (x - 50.81)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	84.9	102.0	123.5	139.5	155.4	171.2	192.0



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1,961	1,962	837.6	75.0	1	26.5	2.13
1,962	1,963	736.1	60.0	2	29.0	4.26
1,963	1,964	750.5	51.5	3	31.3	6.38
1,964	1,965	467.0	40.0	4	33.9	8.51
1,965	1,966	371.0	29.0	5	35.5	10.64
1,966	1,967	355.0	82.0	6	37.3	12.77
1,967	1,968	529.5	60.0	7	37.5	14.89
1,968	1,969	849.0	84.0	8	38.0	17.02
1,969	1,970	669.5	75.5	9	40.0	19.15
1,970	1,971	710.5	59.0	10	41.6	21.28
1,971	1,972	424.2	41.6	11	44.8	23.40
1,972	1,973	507.0	51.0	12	46.5	25.53
1,973	1,974	248.5	55.9	13	46.5	27.66
1,974	1,975	358.7	46.5	14	47.7	29.79
1,975	1,976	374.0	53.0	15	51.0	31.91
1,976	1,977	350.3	55.0	16	51.5	34.04
1,977	1,978		94.4	17	52.0	36.17
1,978	1,979	673.1	120.0	18	53.0	38.30
1,979	1,980	449.4	58.0	19	54.6	40.43
1,980	1,981	342.1	47.7	20	55.0	42.55
1,981	1,982	396.8	31.3	21	55.9	44.68
1,982	1,983	249.0	88.4	22	56.7	46.81
1,983	1,984	597.5	89.0	23	57.0	48.94
1,984	1,985	348.4	64.3	24	57.1	51.06
1,985	1,986	375.0	33.9	25	58.0	53.19
1,986	1,987	518.2	54.6	26	59.0	55.32
1,987	1,988	447.9	44.8	27	60.0	57.45
1,988	1,989		77.5	28	60.0	59.57
1,989	1,990		135.8	29	60.0	61.70
1,990	1,991		56.7	30	60.1	63.83
1,991	1,992	416.1	60.1	31	64.3	65.96
1,992	1,993	350.1	38.0	32	71.0	68.09
1,993	1,994	524.4	102.4	33	75.0	70.21
1,994	1,995	143.5	26.5	34	75.5	72.34
1,995	1,996	747.7	57.0	35	77.0	74.47

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1996	1997	729.4	57.1	36	77.5	76.6
1997	1998		77.0	37	82.0	78.7
1998	1999	262.7	37.5	38	84.0	80.9
1999	2000	380.3	35.5	39	87.1	83.0
2000	2001	450.6	52.0	40	88.4	85.1
2001	2002	400.1	46.5	41	89.0	87.2
2002	2003	427.4	60.0	42	94.4	89.4
2003	2004	941.3	143.8	43	102.4	91.5
2004	2005	318.5	37.3	44	120.0	93.6
2005	2006	374.2	71.0	45	135.8	95.7
2006	2007		87.1	46	143.8	97.9



Coefficiente de X	17.55966	TÉRMINO INDEPENDIEN.	68.10494				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	23.35435	TÉRMINO INDEPENDIEN.	47.10494				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	84.9	102.0	123.5	139.5	155.4	171.2	192.0
Con línea Tend.	5.0	10.5	26.3	52.2	103.1	202.8	495.4
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN:							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 67

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: **RINCÓN DE LA VICTORIA**

CÓDIGO: **6175**

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1939	último año con datos de la serie: ...	2007
Suma de la variable x :	4,106.70	Media variable x :	61.29 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	101,661.72
Valor medio de la cifra anterior:	1,517.34	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	38.95 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.55038 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$					
Parámetros de la formula: $\alpha = P2/Dt =$ 0.030 $u = Mx - P1(Dt/P2) =$ 42.94 $F(x) = \exp \{-\exp \{-0.030 (x - 42.94)\}\}$					

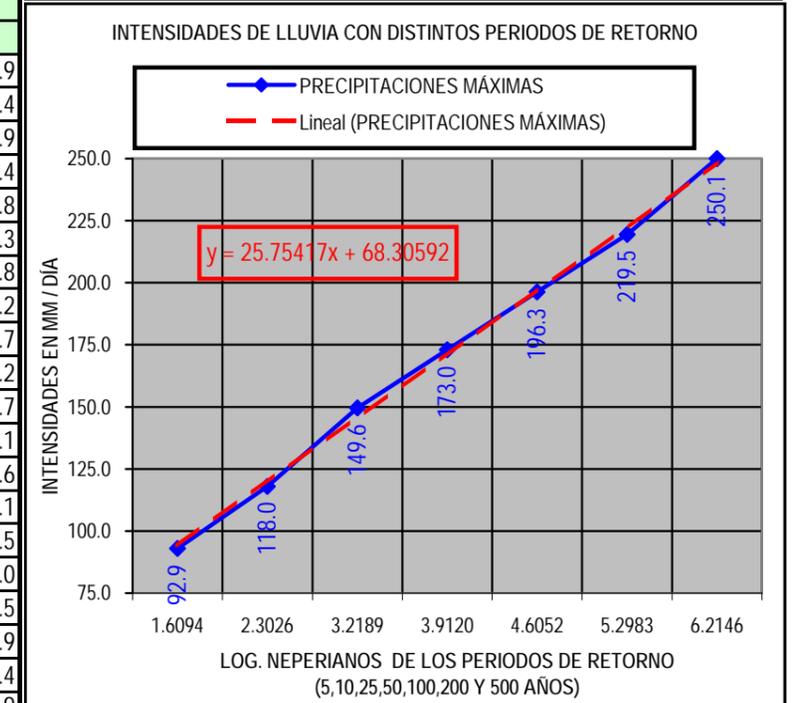
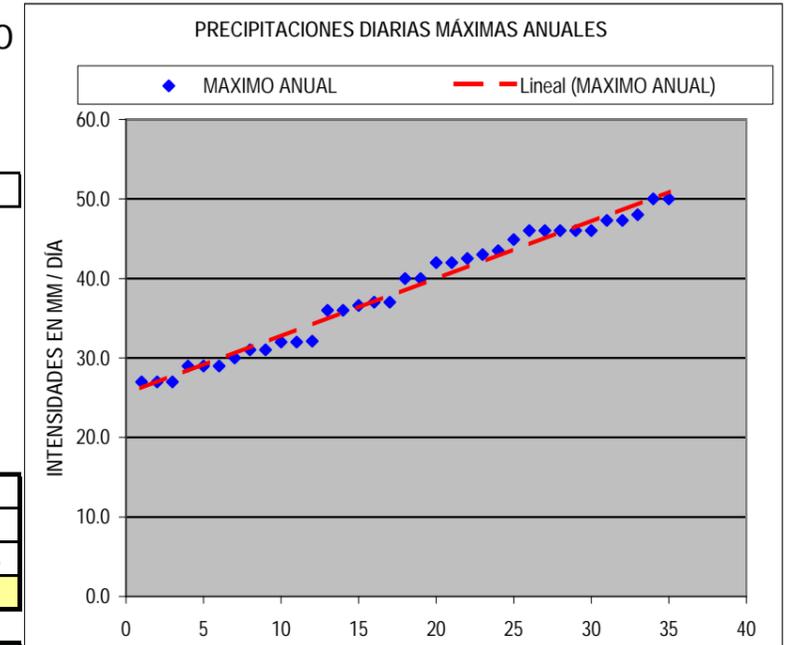
Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

La tabla determina, para cada periodo de retorno (T), su probabilidad de no excedencia, que es $(T-1)/T$.							
Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	92.9	118.0	149.6	173.0	196.3	219.5	250.1

* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS				SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	$F(x)$	
1,939	1,940	357.4	43.5	1	27.0	1.47
1,940	1,941	343.3	42.0	2	27.0	2.94
1,941	1,942	296.5	32.0	3	27.0	4.41
*	1,942	1,943		4	29.0	5.88
1,943	1,944	851.0	62.0	5	29.0	7.35
1,944	1,945	618.5	47.3	6	29.0	8.82
1,945	1,946	538.7	42.5	7	30.0	10.29
1,946	1,947	435.2	27.0	8	31.0	11.76
1,947	1,948	602.0	115.0	9	31.0	13.24
1,948	1,949	408.7	62.0	10	32.0	14.71
1,949	1,950	297.9	36.0	11	32.0	16.18
1,950	1,951	295.7	37.0	12	32.1	17.65
1,951	1,952	508.7	46.0	13	36.0	19.12
1,952	1,953	1,456.1	112.0	14	36.0	20.59
1,953	1,954	595.9	150.0	15	36.6	22.06
1,954	1,955	442.3	50.0	16	37.0	23.53
1,955	1,956	291.8	31.0	17	37.0	25.00
1,956	1,957	380.5	53.0	18	40.0	26.47
1,957	1,958	216.8	83.0	19	40.0	27.94
1,958	1,959	485.0	55.0	20	42.0	29.41
1,959	1,960	269.1	27.0	21	42.0	30.88
1,960	1,961	275.2	29.0	22	42.5	32.35
1,961	1,962	497.0	80.0	23	43.0	33.82
1,962	1,963	370.5	40.0	24	43.5	35.29
1,963	1,964	384.7	55.5	25	44.9	36.76
1,964	1,965	625.5	46.0	26	46.0	38.24
1,965	1,966	347.3	42.0	27	46.0	39.71
1,966	1,967	297.3	32.0	28	46.0	41.18
1,967	1,968	465.7	48.0	29	46.0	42.65
1,968	1,969	850.8	62.0	30	46.0	44.12
1,969	1,970	618.5	47.3	31	47.3	45.59
1,970	1,971	522.8	63.0	32	47.3	47.06
1,971	1,972	435.2	44.9	33	48.0	48.53
1,972	1,973	602.0	115.0	34	50.0	50.00
1,973	1,974	408.7	62.0	35	50.0	51.47

SERIE DE LLUVIAS				SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	$F(x)$		
1974	1975	297.9	36.0	36	50.2	52.9	
1975	1976	386.7	37.0	37	50.5	54.4	
1976	1977	508.7	46.0	38	52.0	55.9	
1977	1978	531.3	169.0	39	53.0	57.4	
1978	1979	596.4	150.0	40	53.0	58.8	
1979	1980	441.3	50.0	41	53.8	60.3	
1980	1981	292.3	31.0	42	55.0	61.8	
1981	1982	379.0	53.0	43	55.0	63.2	
1982	1983	216.8	83.0	44	55.5	64.7	
1983	1984	485.0	55.0	45	55.5	66.2	
1984	1985	269.1	27.0	46	62.0	67.7	
1985	1986	278.7	29.0	47	62.0	69.1	
1986	1987	492.7	80.0	48	62.0	70.6	
1987	1988	370.5	40.0	49	62.0	72.1	
1988	1989	384.4	55.5	50	63.0	73.5	
1989	1990	625.2	46.0	51	63.0	75.0	
1990	1991	304.0	53.8	52	65.5	76.5	
1991	1992	325.5	46.0	53	68.2	77.9	
1992	1993	0.0	43.0	54	78.6	79.4	
1993	1994	331.5	30.0	55	80.0	80.9	
1994	1995	162.2	29.0	56	80.0	82.4	
1995	1996	775.3	63.0	57	83.0	83.8	
1996	1997	746.0	52.0	58	83.0	85.3	
1997	1998		78.6	59	91.0	86.8	
1998	1999		36.6	60	112.0	88.2	
1999	2000		32.1	61	115.0	89.7	
2000	2001		180.6	62	115.0	91.2	
2001	2002	210.5	50.5	63	150.0	92.7	
2002	2003	439.6	65.5	64	150.0	94.1	
2003	2004	921.7	229.1	65	169.0	95.6	
2004	2005	349.4	50.2	66	180.6	97.1	
2005	2006	264.2	68.2	67	229.1	98.5	
2006	2007	389.6	91.0				



Coefficiente de X	25.75417	TÉRMINO INDEPENDIEN.	68.30592				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	33.99550	TÉRMINO INDEPENDIEN.	38.30592				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	92.9	118.0	149.6	173.0	196.3	219.5	250.1
Con línea Tendenc.	5.0	10.4	26.4	52.6	104.3	206.2	507.2
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN:							
COMENTARIO:							

DATOS DISPONIBLES EN EL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA												
Nombre	Aljaima		Almogía Los Llanes		Almogía Los Llanes		Casabermeja		Casaberm. Venta Pineda		Antequera - Cort.Robledo	
Código	6145		6153		6154		6157		6160		6152E	
Año Hidrológ.	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta	Completa	Incompleta
1992/93									40.0		34.6	
1993/94	56.5		48.5						71.7		44.2	
1994/95	42.5		27.5		44.9				58.5		43.1	
1995/96			71.6						50.8		46.3	
1996/97			66.0		57.5		90.5		90.0		76.0	
1997/98	99.0				73.5				103.5		78.7	
1998/99			61.0							80.4		
1999/00	41.5		37.0		27.0		37.0		26.5	46.8		
2000/01			74.2						77.0	68.2		
2001/02	50.0		60.0		105.0				62.5	62.4		
2002/03	42.0		37.5		54.0		59.0		46.0			
2003/04	90.0		62.0		55.0		65.0					
2004/05												
2005/06												
2006/07												
NºRegistros	36		29		31		15		28		22	
Valor Med.	65.8		72.5		60.9		60.4		61.6		54.3	

DATOS A UTILIZAR UNA VEZ RELLENADAS LAS LAGUNA						
Nombre	Aljaima	Almogía Los Llanes	Almogía Los Llanes	Casabermeja	Casaberm. Venta Pineda	Antequera - Cort.Robledo
Código	6145	6153	6154	6157	6160	6152E
1992/93	37.2	41.0	34.4	34.1	40.0	34.6
1993/94	56.5	48.5	50.9	50.5	71.7	44.2
1994/95	42.5	27.5	44.9	39.6	58.5	43.1
1995/96	56.0	71.6	51.9	51.4	50.8	46.3
1996/97	75.8	66.0	57.5	90.5	90.0	76.0
1997/98	99.0	97.4	73.5	81.2	103.5	78.7
1998/99	60.8	61.0	56.3	55.8	80.4	50.2
1999/00	41.5	37.0	27.0	37.0	26.5	27.8
2000/01	75.4	74.2	69.8	69.2	77.0	62.2
2001/02	50.0	60.0	105.0	63.5	62.5	57.1
2002/03	42.0	37.5	54.0	59.0	46.0	39.2
2003/04	90.0	62.0	55.0	65.0	63.5	55.9
2004/05						
2005/06						
2006/07						
NºRegistros	63	65	57	53	51	47
Valor Med.	48	51.6	44.5	41.5	44.3	35.1



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 46

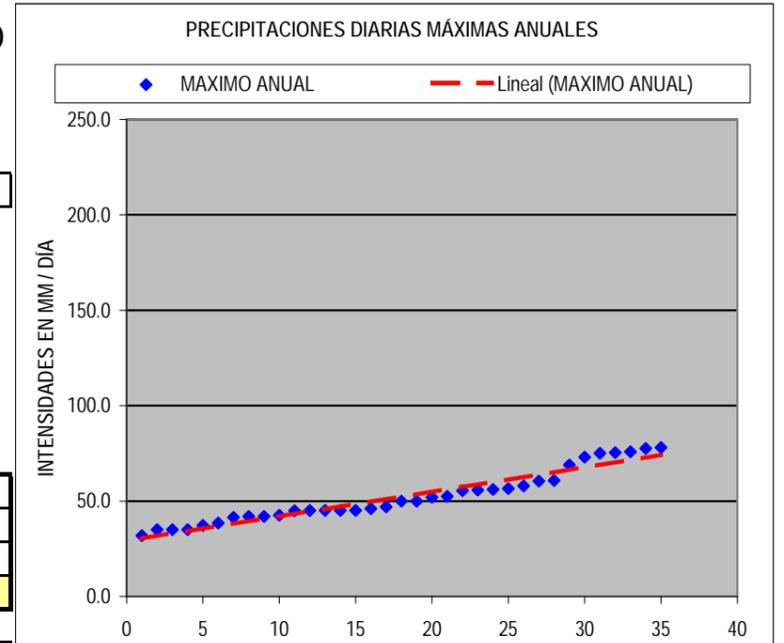
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: **ALJAIMA**

CÓDIGO: **6145**

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1955	último año con datos de la serie: ...	2004
Suma de la variable x :	3,026.30	Media variable x :	65.79 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	57,100.48
Valor medio de la cifra anterior:	1,241.31	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	35.23 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.5468 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$				1.1538 = $P2$	
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.033	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	49.09
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.033 (x - 49.09)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	94.5	117.3	146.0	167.3	188.5	209.6	237.4



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)
1,955	1,956	249.2	1	31.9	2.13
1,956	1,957	47.0	2	35.0	4.26
1,957	1,958	45.0	3	35.0	6.38
* 1,958	1,959		4	35.0	8.51
1,959	1,960	45.0	5	37.2	10.64
1,960	1,961	50.0	6	38.5	12.77
1,961	1,962	78.0	7	41.5	14.89
1,962	1,963	75.0	8	42.0	17.02
1,963	1,964	90.0	9	42.0	19.15
1,964	1,965	98.0	10	42.5	21.28
1,965	1,966	52.5	11	44.9	23.40
1,966	1,967	35.0	12	45.0	25.53
1,967	1,968	60.5	13	45.0	27.66
1,968	1,969	45.0	14	45.0	29.79
1,969	1,970	83.0	15	45.0	31.91
1,970	1,971	52.0	16	46.0	34.04
1,971	1,972	86.0	17	47.0	36.17
1,972	1,973	58.0	18	50.0	38.30
1,973	1,974	55.8	19	50.0	40.43
1,974	1,975	31.9	20	52.0	42.55
1,975	1,976	44.9	21	52.5	44.68
1,976	1,977	42.0	22	55.5	46.81
1,977	1,978	45.0	23	55.8	48.94
1,978	1,979	35.0	24	56.0	51.06
1,979	1,980	73.0	25	56.5	53.19
1,980	1,981	82.7	26	58.0	55.32
1,981	1,982	35.0	27	60.5	57.45
1,982	1,983	46.0	28	60.8	59.57
1,983	1,984	55.5	29	69.0	61.70
1,984	1,985	77.5	30	73.0	63.83
* 1,985	1,986		31	75.0	65.96
1,986	1,987	98.0	32	75.4	68.09
1,987	1,988	83.5	33	75.8	70.21
1,988	1,989	69.0	34	77.5	72.34
1,989	1,990	137.1	35	78.0	74.47

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)
1990	1991	38.5	36	82.7	76.6
* 1991	1992		37	83.0	78.7
1992	1993	37.2	38	83.5	80.9
1993	1994	56.5	39	86.0	83.0
1994	1995	42.5	40	90.0	85.1
1995	1996	56.0	41	90.0	87.2
1996	1997	75.8	42	98.0	89.4
1997	1998	99.0	43	98.0	91.5
1998	1999	60.8	44	99.0	93.6
1999	2000	41.5	45	137.1	95.7
2000	2001	75.4	46	249.2	97.9
2001	2002	50.0			
2002	2003	42.0			
2003	2004	90.0			



Coefficiente de X	23.41289	TÉRMINO INDEPENDIEN.	72.14992				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	30.90501	TÉRMINO INDEPENDIEN.	44.64992				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	94.5	117.3	146.0	167.3	188.5	209.6	237.4
Con línea Tend.	5.0	10.5	26.6	53.0	105.0	207.7	510.9
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN :							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 48

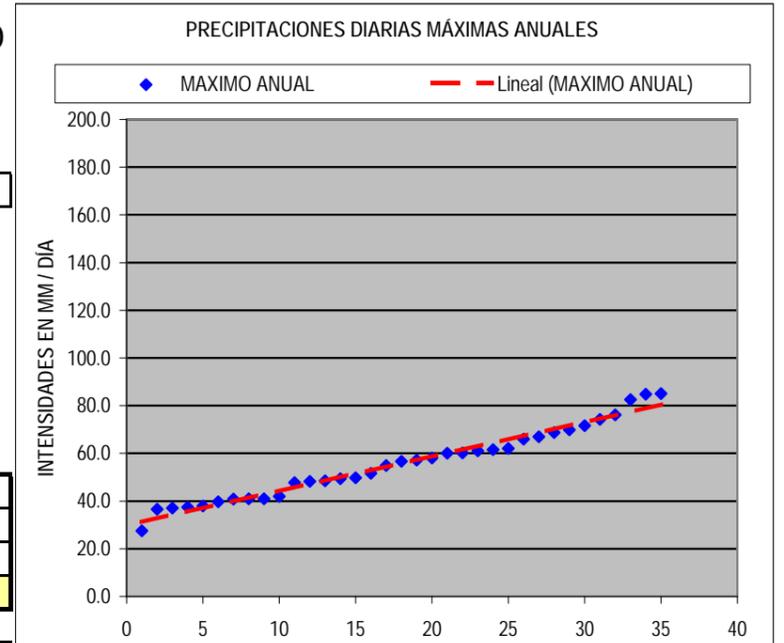
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: **ALMOGÍA LOS LLANES**

CÓDIGO: **6153**

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1953	último año con datos de la serie: ...	2004
Suma de la variable x :	3,351.20	Media variable x :	69.82 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	45,056.83
Valor medio de la cifra anterior:	938.68	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	30.64 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.5477 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$				1.1574 = $P2$	
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.038	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	55.32
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.038 (x - 55.32)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	94.8	114.5	139.5	158.0	176.4	194.7	218.8



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1,953	1,954	82.6	1	27.5	2.04	
1,954	1,955	42.0	2	36.5	4.08	
1,955	1,956	193.6	3	37.0	6.12	
1,956	1,957	51.6	4	37.5	8.16	
1,957	1,958	49.4	5	37.9	10.20	
* 1,958	1,959		6	39.7	12.24	
1,959	1,960	47.8	7	40.8	14.29	
1,960	1,961	54.9	8	41.0	16.33	
1,961	1,962	66.9	9	41.0	18.37	
1,962	1,963	151.2	10	42.0	20.41	
1,963	1,964	88.1	11	47.8	22.45	
1,964	1,965	107.7	12	48.3	24.49	
1,965	1,966	48.3	13	48.5	26.53	
1,966	1,967	76.1	14	49.4	28.57	
1,967	1,968	91.8	15	49.7	30.61	
1,968	1,969	56.6	16	51.6	32.65	
1,969	1,970	86.2	17	54.9	34.69	
1,970	1,971	85.0	18	56.6	36.73	
1,971	1,972	58.0	19	57.1	38.78	
1,972	1,973	49.7	20	58.0	40.82	
1,973	1,974	61.5	21	60.0	42.86	
1,974	1,975	37.9	22	60.2	44.90	
1,975	1,976	39.7	23	61.0	46.94	
1,976	1,977	111.0	24	61.5	48.98	
1,977	1,978	41.0	25	62.0	51.02	
1,978	1,979	60.2	26	66.0	53.06	
1,979	1,980	84.8	27	66.9	55.10	
1,980	1,981	91.2	28	68.7	57.14	
1,981	1,982	36.5	29	69.9	59.18	
1,982	1,983	89.0	30	71.6	61.22	
1,983	1,984	69.9	31	74.2	63.27	
1,984	1,985	68.7	32	76.1	65.31	
* 1,985	1,986		33	82.6	67.35	
1,986	1,987	85.5	34	84.8	69.39	
1,987	1,988	89.7	35	85.0	71.43	

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1988	1989	57.1	36	85.5	73.5	
1989	1990	115.5	37	86.2	75.5	
1990	1991	40.8	38	88.1	77.6	
* 1991	1992		39	89.0	79.6	
1992	1993	41.0	40	89.7	81.6	
1993	1994	48.5	41	91.2	83.7	
1994	1995	27.5	42	91.8	85.7	
1995	1996	71.6	43	97.4	87.8	
1996	1997	66.0	44	107.7	89.8	
1997	1998	97.4	45	111.0	91.8	
1998	1999	61.0	46	115.5	93.9	
1999	2000	37.0	47	151.2	95.9	
2000	2001	74.2	48	193.6	98.0	
2001	2002	60.0				
2002	2003	37.5				
2003	2004	62.0				



Coefficiente de X	20.33224	TÉRMINO INDEPENDIEN.	75.34572				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	26.83856	TÉRMINO INDEPENDIEN.	51.34572				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	94.8	114.5	139.5	158.0	176.4	194.7	218.8
Con línea Tend.	5.0	10.5	26.7	53.2	105.5	208.7	513.2
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN :							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 41

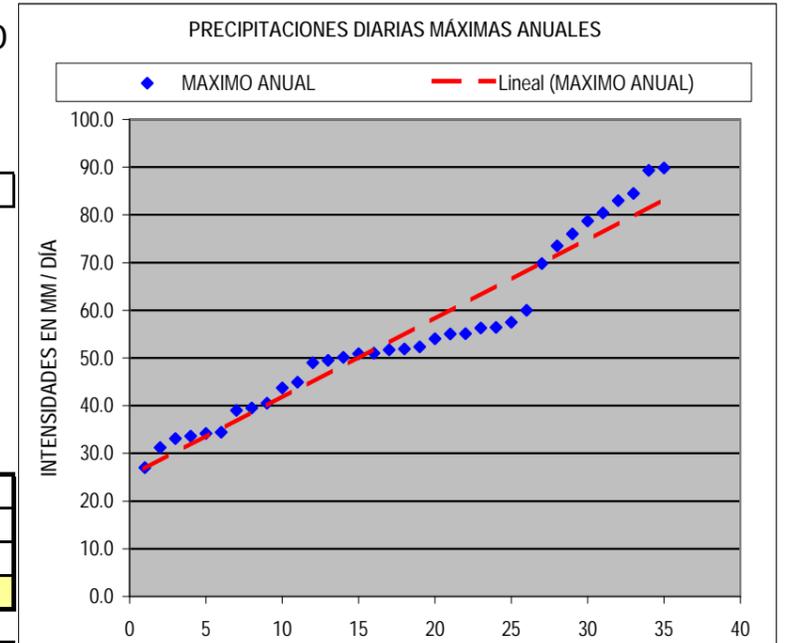
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: **ALMOGÍA LOS LLANES**

CÓDIGO: **6154**

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1961	último año con datos de la serie: ...	2004
Suma de la variable x :	2,536.30	Media variable x :	61.86 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	22,538.12
Valor medio de la cifra anterior:	549.71	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	23.45 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.5442 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$					
Parámetros de la formula: $\alpha = P2/Dt =$ 0.049 $u = Mx - P1(Dt/P2) =$ 50.70 $F(x) = \exp \{-\exp \{-0.049 (x - 50.70)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

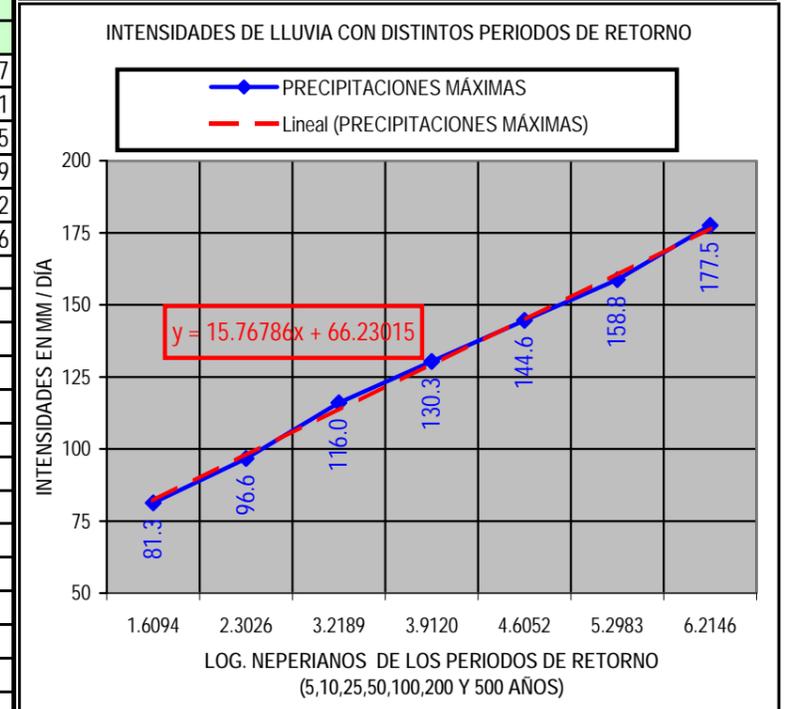
Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	81.3	96.6	116.0	130.3	144.6	158.8	177.5



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)
1,961	1,962	43.7	1	27.0	2.38
1,962	1,963	89.3	2	31.2	4.76
1,963	1,964	101.0	3	33.1	7.14
1,964	1,965	90.4	4	33.6	9.52
1,965	1,966	39.5	5	34.2	11.90
1,966	1,967	49.0	6	34.4	14.29
1,967	1,968	89.8	7	39.0	16.67
1,968	1,969	52.3	8	39.5	19.05
1,969	1,970	80.4	9	40.5	21.43
1,970	1,971	56.4	10	43.7	23.81
1,971	1,972	33.6	11	44.9	26.19
1,972	1,973	39.0	12	49.0	28.57
1,973	1,974	51.7	13	49.5	30.95
1,974	1,975	33.1	14	50.1	33.33
1,975	1,976	50.1	15	50.9	35.71
1,976	1,977	78.7	16	51.0	38.10
1,977	1,978	40.5	17	51.7	40.48
1,978	1,979	55.1	18	51.9	42.86
1,979	1,980	91.2	19	52.3	45.24
1,980	1,981	83.0	20	54.0	47.62
1,981	1,982	31.2	21	55.0	50.00
1,982	1,983	95.0	22	55.1	52.38
1,983	1,984	76.0	23	56.3	54.76
1,984	1,985	60.0	24	56.4	57.14
*	1,985		25	57.5	59.52
1,986	1,987	51.0	26	60.0	61.90
1,987	1,988	84.5	27	69.8	64.29
1,988	1,989	49.5	28	73.5	66.67
1,989	1,990	126.9	29	76.0	69.05
1,990	1,991	34.2	30	78.7	71.43
*	1,991		31	80.4	73.81
1,992	1,993	34.4	32	83.0	76.19
1,993	1,994	50.9	33	84.5	78.57
1,994	1,995	44.9	34	89.3	80.95
1,995	1,996	51.9	35	89.8	83.33

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)
1996	1997	57.5	36	90.4	85.7
1997	1998	73.5	37	91.2	88.1
1998	1999	56.3	38	95.0	90.5
1999	2000	27.0	39	101.0	92.9
2000	2001	69.8	40	105.0	95.2
2001	2002	105.0	41	126.9	97.6
2002	2003	54.0			
2003	2004	55.0			



Coefficiente de X	15.76786	TÉRMINO INDEPENDIEN.	66.23015				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	20.81358	TÉRMINO INDEPENDIEN.	48.23015				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	81.3	96.6	116.0	130.3	144.6	158.8	177.5
Con línea Tend.	4.9	10.2	25.9	51.7	102.4	202.6	498.3
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN:							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 37

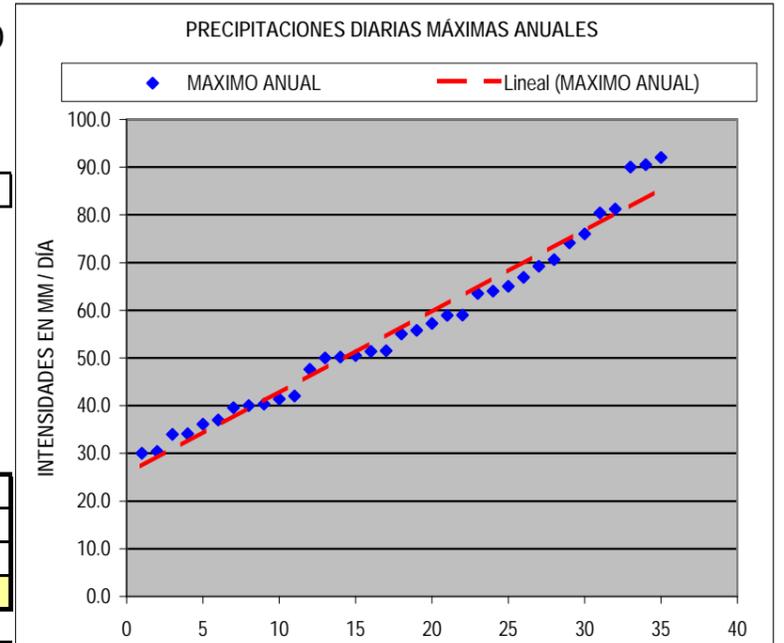
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: **CASABERMEJA**

CÓDIGO: **6157**

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1965	último año con datos de la serie: ...	2004
Suma de la variable x :	2,200.20	Media variable x :	59.46 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	17,048.91
Valor medio de la cifra anterior:	460.78	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	21.47 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.5418 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$				1.1339 = $P2$	
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.053	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	49.20
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.053 (x - 49.20)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	77.5	91.7	109.5	122.8	136.0	149.1	166.4



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
1,965	1,966	40.0	1	30.0	2.63	
1,966	1,967	40.3	2	30.4	5.26	
1,967	1,968	99.0	3	34.0	7.89	
1,968	1,969	51.5	4	34.1	10.53	
1,969	1,970	92.0	5	36.1	13.16	
1,970	1,971	42.0	6	37.0	15.79	
1,971	1,972	50.0	7	39.6	18.42	
1,972	1,973	41.4	8	40.0	21.05	
1,973	1,974	64.0	9	40.3	23.68	
1,974	1,975	30.0	10	41.4	26.32	
1,975	1,976	55.0	11	42.0	28.95	
1,976	1,977	90.0	12	47.6	31.58	
1,977	1,978	36.1	13	50.0	34.21	
1,978	1,979	50.2	14	50.2	36.84	
1,979	1,980	70.6	15	50.5	39.47	
1,980	1,981	76.0	16	51.4	42.11	
1,981	1,982	30.4	17	51.5	44.74	
1,982	1,983	74.1	18	55.0	47.37	
1,983	1,984	58.9	19	55.8	50.00	
1,984	1,985	57.2	20	57.2	52.63	
*	1,985	1,986	21	58.9	55.26	
1,986	1,987	66.9	22	59.0	57.89	
1,987	1,988	80.4	23	63.5	60.53	
1,988	1,989	47.6	24	64.0	63.16	
1,989	1,990	125.8	25	65.0	65.79	
1,990	1,991	34.0	26	66.9	68.42	
*	1,991	1,992	27	69.2	71.05	
1,992	1,993	34.1	28	70.6	73.68	
1,993	1,994	50.5	29	74.1	76.32	
1,994	1,995	39.6	30	76.0	78.95	
1,995	1,996	51.4	31	80.4	81.58	
1,996	1,997	90.5	32	81.2	84.21	
1,997	1,998	81.2	33	90.0	86.84	
1,998	1,999	55.8	34	90.5	89.47	
1,999	2,000	37.0	35	92.0	92.11	

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA			
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)	
2000	2001	69.2	36	99.0	94.7	
2001	2002	63.5	37	125.8	97.4	
2002	2003	59.0				
2003	2004	65.0				



Coefficiente de X	14.57783	TÉRMINO INDEPENDIEN.	63.55807				
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE							
Coefficiente de X	19.24274	TÉRMINO INDEPENDIEN.	46.55807				
CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	77.5	91.7	109.5	122.8	136.0	149.1	166.4
Con línea Tend.	5.0	10.4	26.4	52.6	104.4	206.4	507.7
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN:							
COMENTARIO:							



CÁLCULO DE PRECIPITACIONES EN 24 HORAS CORRESPONDIENTES A DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

UTILIZANDO EL MÉTODO DE GUMBEL

FORMULA DE GUMBEL: $F(x) = \exp \{-\exp \{-a(x-u)\}\}$

Siendo: x = valor de la variable $F(x)$ = Probabilidad con que x no es superado = $(100 \cdot n)/(N+1)$ n = Numero de orden del elemento en la serie
 a, u = Parámetros que se ajustan en cada caso N = Numero de elementos utilizables de la serie, en este caso: 35

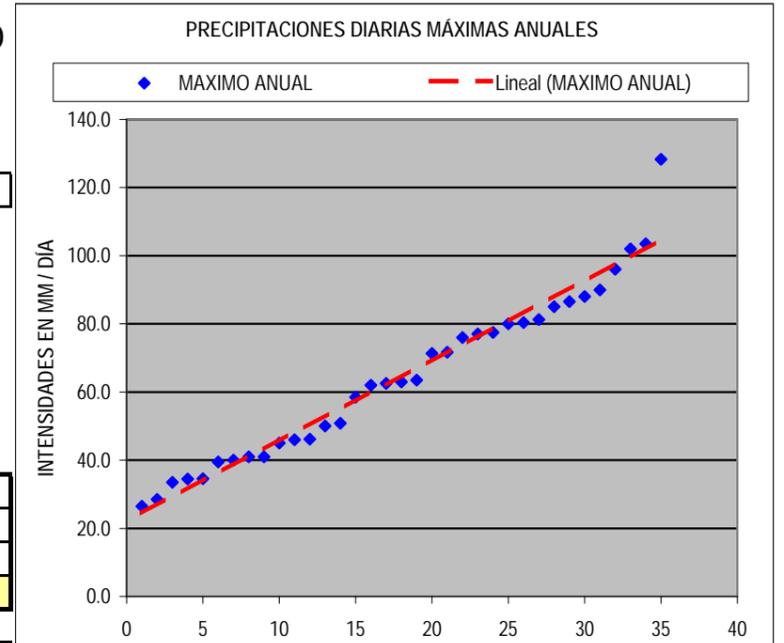
ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA: **CASABERMEJA - VENTA PINEDA**

CÓDIGO: **6160**

RESUMEN DEL CÁLCULO		Primer año con datos de la serie: ...	1967	último año con datos de la serie: ...	2004
Suma de la variable x :	2,261.10	Media variable x :	64.60 = Mx	Suma de cuadrados de las diferencias de x con la media:	20,756.79
Valor medio de la cifra anterior:	593.05	Desviación típica (Raíz del valor anterior):	24.35 = Dt	$\rightarrow \rightarrow$	0.5403 = $P1$
Parámetros que sólo dependen de N , determinados según tablas del libro de F. Catalá Moreno (cuadro 4.5 pag 85): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$				1.1285 = $P2$	
Parámetros de la formula:		$\alpha = P2/Dt =$	0.046	$u = Mx - P1(Dt/P2) =$	52.94
$F(x) = \exp \{-\exp \{-0.046 (x - 52.94)\}\}$					

Con la formula anterior buscamos los valores de la variable x (precipitación para la que se obtiene la correspondiente frecuencia). Esas son las precipitaciones correspondientes a los tiempos de retorno.

Periodo de Retorno	5	10	25	50	100	200	500
% no excedencia	80.00%	90.00%	96.00%	98.00%	99.00%	99.50%	99.80%
Precipitación Máxima	85.5	101.9	122.5	137.8	152.9	168.1	188.0



* Años incompletos no intervienen

SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)
1,967	1,968	85.0	1	26.5	2.78
1,968	1,969	46.2	2	28.5	5.56
1,969	1,970	81.3	3	33.5	8.33
1,970	1,971	41.0	4	34.5	11.11
1,971	1,972	63.0	5	34.6	13.89
1,972	1,973	41.0	6	39.5	16.67
1,973	1,974	50.0	7	40.0	19.44
1,974	1,975	28.5	8	41.0	22.22
1,975	1,976	39.5	9	41.0	25.00
1,976	1,977	71.3	10	45.0	27.78
1,977	1,978	34.5	11	46.0	30.56
1,978	1,979	80.0	12	46.2	33.33
1,979	1,980	96.0	13	50.0	36.11
1,980	1,981	77.5	14	50.8	38.89
1,981	1,982	33.5	15	58.5	41.67
1,982	1,983	102.0	16	62.0	44.44
1,983	1,984	76.0	17	62.5	47.22
1,984	1,985	62.0	18	63.0	50.00
* 1,985	1,986		19	63.5	52.78
1,986	1,987	88.0	20	71.3	55.56
1,987	1,988	86.5	21	71.7	58.33
1,988	1,989	45.0	22	76.0	61.11
1,989	1,990	128.3	23	77.0	63.89
1,990	1,991	34.6	24	77.5	66.67
* 1,991	1,992		25	80.0	69.44
1,992	1,993	40.0	26	80.4	72.22
1,993	1,994	71.7	27	81.3	75.00
1,994	1,995	58.5	28	85.0	77.78
1,995	1,996	50.8	29	86.5	80.56
1,996	1,997	90.0	30	88.0	83.33
1,997	1,998	103.5	31	90.0	86.11
1,998	1,999	80.4	32	96.0	88.89
1,999	2,000	26.5	33	102.0	91.67
2,000	2,001	77.0	34	103.5	94.44
2,001	2,002	62.5	35	128.3	97.22

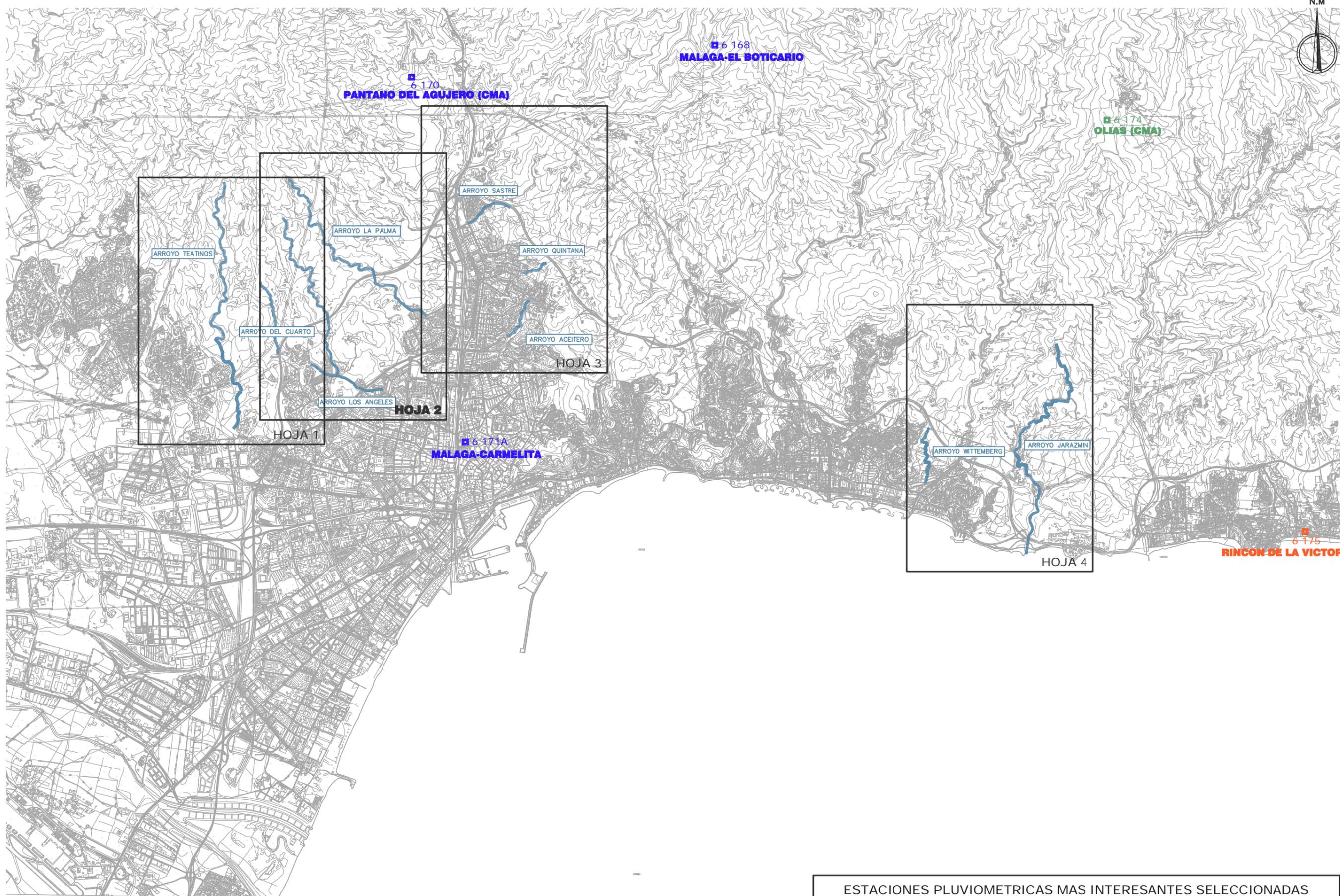
SERIE DE LLUVIAS			SERIE ORDENADA		
FECHAS	ANUAL	MAX. DIA	ORDEN	x	F(x)
2002	2003	46.0			
2003	2004	63.5			



Coefficiente de X	16.79620	TÉRMINO INDEPENDIEN.	69.48299
MODIFICAMOS LOS COEFICIENTES PARA MEJORAR EL AJUSTE			
Coefficiente de X	22.17098	TÉRMINO INDEPENDIEN.	49.98299

CÁLCULO DE PERIODOS DE RETORNO CONSIDERANDO PRECIPITACIONES DIARIAS							
COMPROBAMOS LÍNEA DE TENDENCIA							
Periodo retorno	5	10	25	50	100	200	500
Lluvia 24 horas	85.5	101.9	122.5	137.8	152.9	168.1	188.0
Con línea Tend.	5.0	10.4	26.3	52.4	104.0	205.6	505.7
LLUVIA CONSIDERADA (MM / DÍA)				PERIODO ASOCIADO:			
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA:							
FECHA EN LA QUE SE PRODUJO LA PRECIPITACIÓN :							
COMENTARIO:							





6 155A
MALAGA-AEROPUERTO

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS MAS INTERESANTES SELECCIONADAS			
FIABILIDAD SEGUN LA LONGITUD DE LAS SERIES DE DATOS			
ALTA 6 000	MEDIA 6 000	BAJA 6 000	

