

APÉNDICE N° 3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LOS BARRANCOS CASELLA, VILELLA Y ESTRET

ÍNDICE ESTUDIO

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	1
2.- OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.	1
3.- METODOLOGÍA HIDROLÓGICA E INFORMACIÓN UTILIZADA.	1
4.- CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO.	2
4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA DE ESTUDIO.	2
4.2.- DESCRIPCIÓN GEOMORFOMÉTRICA DE LA CUENCA DE ESTUDIO.....	2
4.3.- CUBIERTA DEL SUELO	4
4.4.- UMBRALES DE ESCORRENTÍA.	4
5.- ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN.	9
5.1.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRECIPITACIÓN.	9
5.1.1.- Metodología estadística empleada.....	10
5.1.2.- Cuantiles de precipitación diaria máxima anual en las cuencas de estudio.....	11
5.2.- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN.	12
5.2.1.- Obtención de la lluvia areal sobre la cuenca.	13
5.3.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN.	13
6.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS E HIDROGRAMAS DE CRECIDA.	13
6.1.- MODELO DE TÉMEZ.....	13
6.2.- MODELO HIDROMETEREOLÓGICO DE PRODUCCIÓN-PROPAGACIÓN DEL HEC- HMS PARA LA OBTENCIÓN DE HIDROGRAMAS DE CRECIDA.	15
6.2.1.- Modelo de cuenca y esquema hidrológico.....	15
6.2.2.- Modelo meteorológico.	18
6.2.3.- Especificaciones de control.	18
6.2.4.- Resultados: Hidrogramas de Crecida y Caudales punta	18
6.3.- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS ESTUDIOS PREVIOS.....	19
7.- CAUDALES E HIDROGRAMAS DE DISEÑO	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-	Características hidromorfométricas de las cuencas de estudio.	3
Tabla 2.-	Valores del número de curva.....	5
Tabla 3.-	Números primos asignados a las diversas clases de pendiente, tipos de suelo y usos del suelo.	8

Tabla 4.-	Valores del umbral de escorrentía ponderado arealmente para cada subcuenca y valores corregidos.	9
Tabla 5.-	Estaciones pluviométricas utilizadas.....	9
Tabla 6.-	Método de estimación de parámetros de leyes de distribución.....	10
Tabla 7.-	Cuantiles de precipitaciones para cada estación y ley.	11
Tabla 8.-	Coefficiente de Pearson para cada pareja de estaciones.	12
Tabla 9.-	Cuantiles de precipitación resultantes para los períodos de retorno considerados.	12
Tabla 10.-	Áreas de influencia de cada estación por polígonos de Thiessen.	12
Tabla 11.-	Precipitaciones en cada cuenca tras aplicar el coeficiente de reducción areal.	13
Tabla 12.-	Tiempo de concentración de Témex.	14
Tabla 13.-	Caudales máximos por método racional de Témex.	14
Tabla 14.-	Características y parámetros de las cuencas.....	17
Tabla 15.-	Parámetros del modelo de Muskingum.	18
Tabla 16.-	Comparación entre los caudales obtenidos en el estudio del C.I.T. (2003) y el presente análisis, ambos por método de Témex.	20
Tabla 17.-	Comparación entre métodos.	21
Tabla 18.-	Caudales punta para el suceso de diseño (R1).....	22
Tabla 19.-	Caudales de diseño	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.-	Cuenca de los barrancos de Casella, Estret y Vilella. Subcuencas consideradas. ...	3
Figura 2.-	Usos actuales del suelo en las cuencas de Estret, Vilella y Casella.	4
Figura 3.-	Mapa de pendientes.	5
Figura 4.-	Mapas de tipos de suelo de las cuencas de estudio.....	6
Figura 5.-	Mapas de usos del suelo de la cuenca.	7
Figura 6.-	Mapa del coeficiente de escorrentía (P0).....	8
Figura 7.-	Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (modificación CEDEX 1994).	9
Figura 8.-	Esquema hidrológico considerado para la modelación con HEC-HMS.	15
Figura 9.-	Hidrograma Unitario del SCS. Figura extraída del Manual de Referencia Técnico del HMS, de marzo de 2000.	17
Figura 10.-	Relación de parámetros para estabilidad del modelo de Muskingum.....	17
Figura 11.-	Puntos de control para la obtención de hidrogramas en el esquema hidrológico de modelación con HEC-HMS.....	18
Figura 12.-	Hidrograma de diseño para 25 años de periodo de retorno.....	22
Figura 13.-	Hidrograma de diseño para 100 años de periodo de retorno.	23

ANEXOS

ANEXO N° 1: DATOS, ANÁLISIS Y AJUSTES DE LAS SERIES TEMPORALES DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

ANEXO N° 2: POLÍGONOS DE THIESSEN.

ANEXO N° 3: HIETOGRAMAS DE LAS TORMENTAS DE DISEÑO.

ANEXO N° 4: CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS POR MÉTODO DE TÉMEZ.

ANEXO N° 5: HIDROGRAMAS DE CRECIDA.

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

El presente Anejo se enmarca dentro de los trabajos referentes al proyecto de construcción del "Actuación Nº VI Acondicionamiento Barrancos Casella, Viella y Estret y conexión Barranco Vila con ampliación Canal Barxeta Oeste".

Como estudios previos más recientes y relevantes de las cuencas de los citados barrancos, se encuentran los que se citan a continuación:

1. "Estudio Hidrológico-Hidráulico de los barrancos de La Casella, Vilella y L'Estret y sus zonas de inundación", 2003. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Infraestructuras i Transport.
2. "Determinación de los niveles máximos admisibles en el río Júcar para la realización de actuaciones en los barrancos de Barcheta y Casella", 2002. CEDEX.

El primero obtiene los caudales máximos de los barrancos para 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años de periodos de retorno, mediante la aplicación del método racional modificado por Témez, de forma individualizada para cada uno de los barrancos y de forma completa a toda la cuenca que los tres constituyen. Aunque emplea un SIG (Sistema de Información Geográfica) para la estimación de los parámetros geomorfológicos e hidrológicos de las cuencas, mediante el modelo de Témez únicamente es posible la estimación de caudales máximos y no la obtención de hidrogramas completos de crecidas.

Por el contrario, el estudio del CEDEX sí aplica un modelo hidrometeorológico con el que obtiene diferentes hidrogramas de cálculo para periodos de 50, 100 y 250 años proporcionándolos para la cuenca total formada por los 3 barrancos, y para cada uno de ellos individualmente.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO.

Ante la necesidad de definir el diseño hidráulico de las actuaciones en los tres barrancos, es necesario disponer de hidrogramas de cálculo completos para cada uno ellos, de forma particularizada, y para la cuenca total. Este hecho justifica un nuevo trabajo hidrológico más detallado y actualizado que:

- Actualice los estudios pluviométricos con datos hasta la fecha.
- Defina con detalle las características geomorfológicas e hidrológicas de las tres cuencas.
- Obtenga tanto caudales punta como hidrogramas de cálculo en puntos clave para el diseño hidráulico, tanto para la cuenca total como para cada barranco independientemente.

El Plan Global frente a Inundaciones en la Ribera del Júcar, fija los umbrales de protección estructural en 25-50 años para zonas agrícolas y en 100-250 años para zonas urbanas.

Por lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo la obtención, para 25, 50, 100, 250 y 500 años de periodo de retorno, de los hidrogramas de crecida de los barrancos de La Casella, L'Estret y Vilella, tanto en sus puntos de confluencia como el la desembocadura conjunta de los tres en el Júcar.

Los periodos de diseño de las actuaciones previstas en estos barrancos se han establecido en 25 años para zonas agrícolas y 100 años para las zonas urbanas.

3.- METODOLOGÍA HIDROLÓGICA E INFORMACIÓN UTILIZADA.

Entre los métodos habituales de estimación de avenidas se pueden distinguir tres tipos fundamentales empleados en la actualidad: empíricos, estadísticos e hidrometeorológicos. Los métodos empíricos se basan en fórmulas empíricas que relacionan el caudal máximo exclusivamente con el área de la cuenca, resultando con frecuencia excesivamente simplistas, aunque pueden dar buenos resultados en el área donde se obtuvo la formulación. En cuanto a los métodos estadísticos, realizan habitualmente la estimación de la ley de frecuencia de los caudales máximos y su problema, en cuanto a la posibilidad de aplicación, es que requieren la existencia de datos de caudales punta, de los que no se suele disponer. Finalmente, los métodos hidrometeorológicos simulan el proceso precipitación-escorrentía mediante modelos determinísticos de mayor o menor complejidad, requiriendo datos fundamentalmente pluviométricos, con lo que se aprovecha la mayor longitud y densidad de las series pluviométricas, respecto a las foronómicas. Tal y como se menciona en la monografía "Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas (Ferrer Polo, 2000)" los métodos hidrometeorológicos son los más ampliamente utilizados, además, son los recomendados en la "Guía Técnica Nº 4 de Seguridad de Presas (1997)" cuando la disponibilidad de datos foronómicos de caudales son insuficientes o nulos, como es este caso.

La información cartográfica y temática utilizada, ha sido la siguiente:

- Mapas topográficos a escala 1:10.000 de la zona sobre la que se ubica la cuenca de estudio, confeccionados por el Instituto Cartográfico Valenciano.
- Vuelo LIDAR, elaborado ex profeso para estos trabajos, realizado en el año 2.008.
- Mapas formato ARCInfo de litología y usos del suelo de la Cartografía Temática de la COPUT (Generalitat Valenciana) a escala 1:50.000.

El estudio hidrológico aquí desarrollado se presenta con en siguiente esquema.

- En los apartados 1, 2 y 3, respectivamente, se ha introducido el problema y discutido los antecedentes, se han fijado los objetivos y se ha expuesto la metodología utilizada.
- En el apartado 4.- CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO se describe la cuenca de estudio caracterizando sus aspectos geomorfométricos e hidrológicos.
- En el apartado 5.-- ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN se expone el análisis estadístico de la precipitación obteniendo su distribución espacio-temporal en la cuenca de estudio.
- En el apartado 6.-- ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS E HIDROGRAMAS DE CRECIDA se presentan los modelos construidos para la obtención de caudales e hidrogramas de crecida.
- En el apartado 7.- CAUDALES E HIDROGRAMAS DE DISEÑO se resumen los caudales e hidrogramas de diseño.

Al desarrollo de todo este contenido le apoyan los siguientes anexos:

- Anexo Nº 1: DATOS, ANÁLISIS Y AJUSTES DE LAS SERIES TEMPORALES DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS, se muestran los cálculos y ajustes del apartado 5.-
- Anexo Nº 2: POLÍGONOS DE THIESSEN
- Anexo Nº 3: HIETOGRAMAS DE LAS TORMENTAS DE DISEÑO, que recoge las tormentas sintéticas obtenidas en el apartado 5.-, que introducir en el modelo metereológico del apartado 6.-.
- Anexo Nº 4: CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS POR MÉTODO DE TÉMEZ.
- Anexo Nº 5: HIDROGRAMAS DE CRECIDA, se presentan los cálculos e hidrogramas obtenidos en los modelos elaborados en el apartado 6.

4.- CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO.

4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA DE ESTUDIO.

La cuenca formada los barrancos de La Casella, Vilella y L'Estret se sitúa en la provincia de Valencia, concretamente entre los municipios de Alzira y Carcaixent. Limita al norte con la sierra de la Murta y al sur con el cerro de la Ribera y el Alto del Segures.

El barranco de la Casella transcurre por el valle homónimo, adoptando una dirección general E-O. De forma alargada está encajado entre la Sierra de la Murta, al norte, y la sierra de las Agujas, al sur. A partir de la mitad de su cauce principal una mota en la margen derecha protege a Alzira de las inundaciones. En general, se distinguen claramente dos zonas, la cuenca alta de masa forestal

media o clara, y una parte baja prácticamente urbanizada correspondiente, a las poblaciones de Alzira y Carcaixent.

El principal barranco en superficie es el barranco de L'Estret, situado al sur del barranco de la Casella, con dirección general E-O prácticamente paralelo al anterior y separado de éste por la sierra de Las Agujas, su límite meridional queda peor definido. Su área de drenaje la constituye el valle de Aguas Vivas. Nuevamente, se distingue una parte alta de abundante vegetación y zonas residenciales y urbanas coincidiendo con la parte media-baja de la cuenca. Finalmente, desemboca en el barranco de la Casella después de recibir las aguas del barranco de Vilella.

El Vilella es, en extensión, el menor de los tres barrancos. Arranca al norte de Carcaixent confluyendo con L'Estret, antes de incorporarse ambos al Casella. Es el que presenta mayor parte de su cuenca urbanizada

Para la caracterización tanto geomorfológica como hidrológica, que a continuación se presenta, de la cuenca de estudio se ha empleado un Sistema de Información Geográfica, concretamente el SIG ARC. El módulo utilizado ha sido el Arc View, con las extensiones 3D Analyst y Spatial Analyst, que permite el análisis espacial y en tres dimensiones, facilitando en trabajo, tanto con formato vectorial como raster. Además, se ha empleado la extensión HEC-GeoHMS versión 1.1. de diciembre de 2003. Con esta extensión se realiza el procesamiento del terreno y de la cuenca, obteniéndose las características de los cauces y de las subcuencas necesarias para los cálculos hidrológicos. Otras extensiones útiles son aquellas que permiten realizar operaciones adicionales con mapas en formato raster, como GridTools, que también se ha utilizado.

Para ello, se ha partido de la topografía digitalizada a escala 1:10.000, de la que se ha obtenido un modelo de elevación digital del terreno correspondiente al área total de estudio. Asimismo, con objeto de completar la definición de las cuencas en las zonas bajas y más alteradas antrópicamente (especialmente en la confluencia de los barrancos y desembocadura al Júcar) se ha recurrido a un MDT (Modelo Digital del Terreno) obtenido a partir de los datos del vuelo LIDAR.

4.2.- DESCRIPCIÓN GEOMORFOMÉTRICA DE LA CUENCA DE ESTUDIO.

La cuenca formada los barrancos de La Casella, Vilella y L'Estret, hasta el punto de confluencia con el río Júcar, posee una superficie de 47,75 km². Cabe señalar que el punto de desagüe de los barrancos no es común. En particular, las actuaciones proyectadas en el Proyecto de Construcción de "Encauzamiento de los Barrancos en el entorno del Sector Vilella I de Alzira (Valencia)", Ayuntamiento de Alzira, 2007, actualmente en ejecución, han modificado profundamente el punto de confluencia de los barrancos de Vilella y de L'Estret y su incorporación posterior al barranco de La Casella. En primer lugar, se actuado sobre la confluencia de los barrancos de Vilella y de L'Estret, aumentando la sección de embocadura del Estret en el Viella y mejorando las capacidades hidráulicas del tramo inmediatamente anterior a la confluencia con el Casella mediante un canal de

alivio de 300 m de longitud y 30 de ancho. Así mismo, se encauza y amplía la sección del cauce del Casella desde esta confluencia hacia aguas abajo hasta el puente de los Gitanos.

Finalmente, el punto de desagüe en el Júcar se produce 1,32 km al noroeste del desagüe de los dos barrancos al Casella. Estas confluencias definen puntos singulares donde obtener hidrogramas para el diseño de las actuaciones. En base a éstos, se ha dividido la cuenca completa en cuatro cuencas, tres de ellas corresponden a las cuencas que definen cada uno de los barrancos y la última corresponde al área de drenaje que se constituye desde el punto de desagüe del Vilella y L' Estret en el Casella hasta el punto de desembocadura común en el Júcar.

Asimismo, se considera:

- La cuenca de L' Estret (E) se subdivide en tres subcuencas (E1, E2 y E3).
- El barranco de Vilella se considera como una cuenca única. (V1).
- La cuenca del Casella (C) se subdivide en tres subcuencas correspondientes a la parte alta y parte baja del barranco, respectivamente. (C1 y C2), y la tercera referida a la zona delimitada por el punto de desagüe de los dos barrancos anteriores y la desembocadura al Júcar, que aquí se denomina Secundaria (S1).
- La cuenca de los tres barrancos referida a la desembocadura del Vilella y Estret en el Casella, sin incluir la subcuenca Secundaria (S1), se denomina cuenca "C+E+V1".
- La cuenca completa, es decir, la cuenca cuyo exutorio corresponde a la confluencia de los barrancos en el Júcar se denomina cuenca "C+E+V1+S1".

En la *Cuenca de los barrancos de Casella, Estret y Vilella. Subcuencas consideradas* se muestra el esquema de cuencas y subcuencas consideradas y su denominación a efectos del presente estudio.

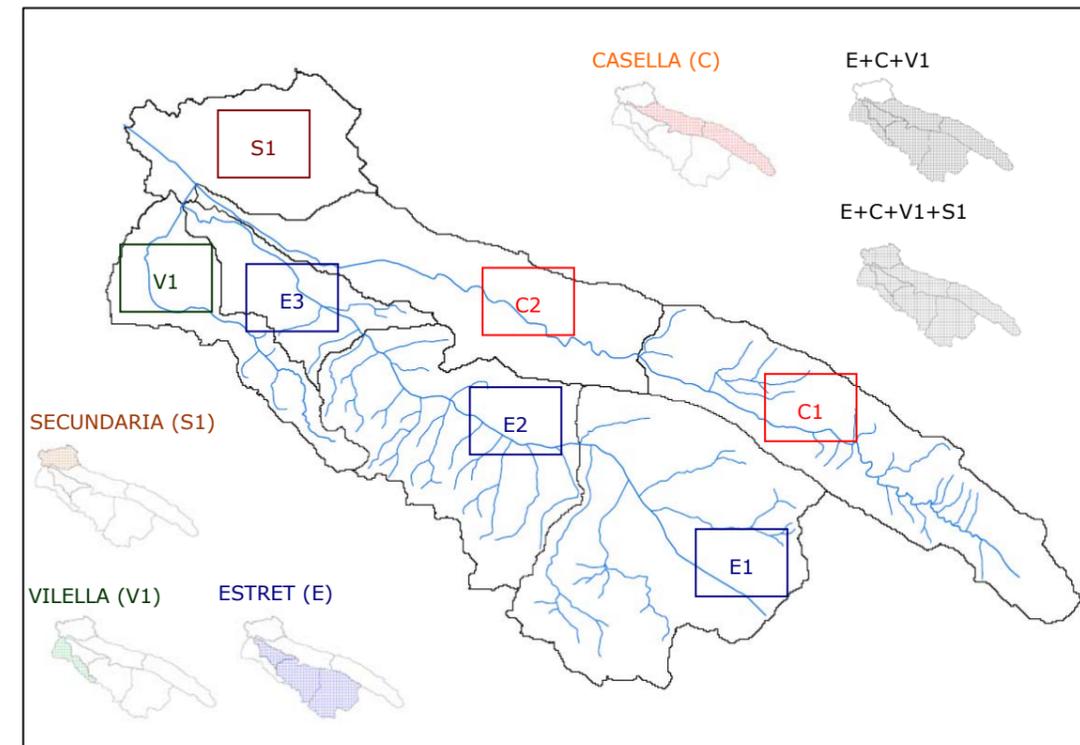


Figura 1.- Cuenca de los barrancos de Casella, Estret y Vilella. Subcuencas consideradas.

Las características hidromorfométricas de las subcuencas consideradas son las que se resumen en la tabla siguiente:

Cuenca	Subcuenca	A (Km ²)	P (Km)	L _{rn} (Km)	Z _{arr} (m)	Z _{ab} (m)	J (m/m)	T _c (h)
CASELLA (C)	C1	8,76	22,05	7,37	398	88	0,0421	2,4995
	C2	7,38	22,08	7,57	88	18	0,0092	3,4017
	C1+C2	16,14	40,4	14,94	398	18	0,0254	4,7054
ESTRET (E)	E1	11,73	19,76	3,7	104	60	0,0119	1,8822
	E2	8,25	18,04	3,76	60	31	0,0077	2,0687
	E3	3,04	13,45	3,5	31	18	0,0037	2,2508
	E1+E2+E3	23,02	37,53	10,96	104	18	0,0078	4,6493
VILELLA	V1	3,83	16,84	5,55	194	18	0,0317	2,1259
E+C+V1		42,99	1,8	14,94	398	18	0,0254	4,7054
SECUNDARIA	S1	4,76	18,02	4,5	126	14	0,0249	1,8981
E+C+V1+S1		47,75	56,44	16,62	398	14	0,0231	5,1963

Tabla 1.- Características hidromorfométricas de las cuencas de estudio.

dónde:

- A: área de la cuenca.
- P: perímetro de la cuenca.
- Lrp: longitud del recorrido principal.
- Zarr: cota de aguas arriba del recorrido principal.
- Zab: cota de aguas abajo del recorrido principal.
- J : pendiente media del recorrido principal.
- Tc: tiempo de concentración.

4.3.- CUBIERTA DEL SUELO

En cuanto a la cubierta del suelo, la información básica utilizada para establecer las distintas tipologías ha sido los mapas formato ARCInfo de usos del suelo de la COPUT (Generalitat Valenciana) a escala 1:50.000.

La cubierta del suelo presenta las siguientes unidades en las cuencas analizadas:

1. Masas forestales espesas (suelo predominantemente cubierto por coníferas) presentes en una franja de la cabecera de L'Estret en las estribaciones de la Sierra de Las Agujas.
2. Masas forestales compuestas por una mezcla de matorrales más o menos estratificados, presentes como elemento principal en las cabeceras de las cuencas de La Casella y L'Estret.
3. En los tramos bajos de las cuencas dominan los cultivos de cítricos, frutales e, incluso, hortalizas.
4. Núcleos urbanos de alta densidad, especialmente en el barranco de La Casella y del Vilella, correspondientes a los núcleos de Alzira y Carcaixent, respectivamente.
5. Zonas residenciales de baja densidad, fundamentalmente en las zonas bajas de la cabecera de L' Estret.

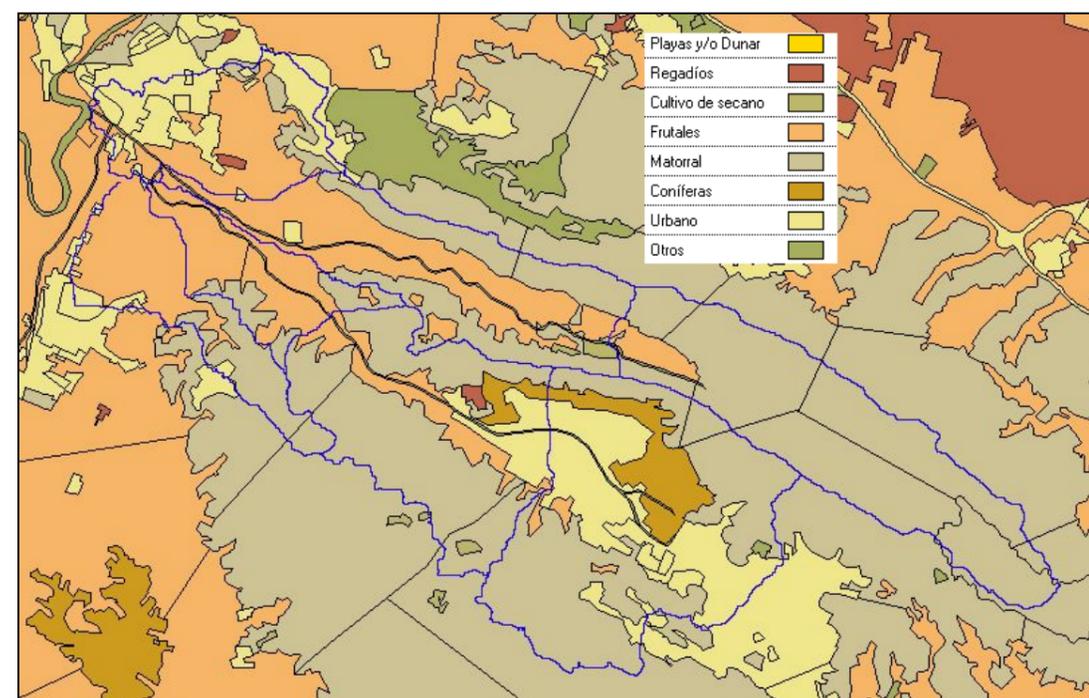


Figura 2.- Usos actuales del suelo en las cuencas de Estret, Vilella y Casella.

4.4.- UMBRALES DE ESCORRENTÍA.

El umbral de escorrentía (P_o) es el parámetro necesario para evaluar la producción de escorrentía superficial según la expresión propuesta por el Soil Conservation Service (SCS)¹. Así mismo, sirve para determinar el coeficiente de escorrentías (C) del modelo de Témez. El umbral de escorrentía depende de cuatro variables, que engloban buena parte de las características físicas de la región analizada:

1. La pendiente del terreno, clinometría, clasificando entre pendientes menores a 3% y mayores o iguales a 3%.
2. El uso del suelo y tipo de práctica con la que se cultiva (cubierta del suelo)
3. El tipo de suelo, categorizado según su capacidad drenante: (A, B, C, D)

¹ Véase 6.2.1 Modelo de cuenca y esquema hidrológico

4. Condiciones previas de humedad del complejo suelo-vegetación. En el caso del presente estudio, se consideran condiciones medias de humedad inicial.

La obtención del umbral de escorrentía se ha realizado siguiendo la metodología propuesta en el artículo "Generación automática del número de curva con Sistemas de Información Geográfica" (Ferrer, M., Rodríguez, J. y Estrela, T.).

Siguiendo la metodología que se propone en el artículo se obtiene, como resultado final, el número de curva del SCS. La obtención, a partir del número de curva, del umbral de escorrentía P0 es sencilla, ya que:

$$P_0 = \frac{5080}{CN} - 50.8$$

La Valores del número de curva., de referencia del S.C.S. para condiciones medias de humedad (II), recoge los valores del número de curva (CN) en función de las tres restantes variables anteriores.

Pendientes del terreno.

Para la obtención del umbral de escorrentía se requiere el mapa de pendientes (Mapa de pendientes.), clasificadas como menores del 3% y mayores o iguales del 3%.

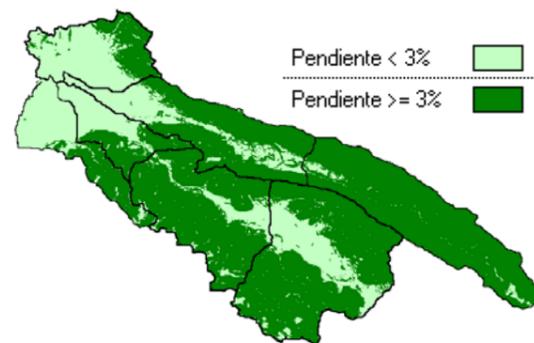


Figura 3.- Mapa de pendientes.

USO DE LA TIERRA	TIPO DE SUELO							
	A		B		C		D	
	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3
Barbecho R	71	77	78	68	82	89	86	93
Barbecho N	71	74	78	82	82	86	86	89
Cultivos en hilera R	64	69	73	79	78	86	82	89
Cultivos en hilera N	64	67	73	76	78	82	82	86
Cereales de invierno R	59	63	70	75	78	83	81	86
Cereales de invierno N	59	61	70	73	78	81	81	83
Rotación de cultivos pobres R	63	66	73	77	79	85	83	89
Rotación de cultivos pobres N	63	64	73	75	79	82	83	86
Rotación de cultivos densos R	52	58	67	71	76	81	79	85
Rotación de cultivos densos N	52	54	67	69	76	78	79	82
Pradera pobre	46	68	67	78	81	86	88	89
Pradera media	39	49	59	69	75	78	83	85
Pradera buena	29	42	48	60	69	74	78	79
Pradera muy buena	17	39	33	55	67	69	76	77
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	40	45	60	66	73	77	78	83
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	35	39	54	60	69	73	77	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	25	33	50	54	67	69	76	77
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy clara	56	56	75	75	86	86	91	91
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) clara	46	46	68	68	78	78	83	83
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) media	40	40	60	60	69	69	76	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) espesa	36	36	52	52	62	62	69	69
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy espesa	29	29	44	44	54	54	60	60
Rocas permeables	91	94	91	94	91	94	91	94
Rocas impermeables	93	96	93	96	93	96	93	96

Tabla 2.- Valores del número de curva.

Litología.

Usando los mapas formato ARCInfo de litología de la Cartografía Temática de la COPUT (Generalitat Valenciana) a escala 1:50.000, se considera la siguiente equivalencia entre tipos de suelo:

Abrev.	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	GRUPO HIDROLÓGICO	Abrev.	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	GRUPO HIDROLÓGICO
Consolidadas (SC)			No Consolidadas (SI)		
SC 1	Conglomerados	D	SI 2	Cantos v araveras	A
SC 1-2	Conglomerados v areniscas	D	SI 2-3	Cantos, aravas v arenas	B
SC 1-2-	Conglomerados, areniscas v	D	SI 2-3-4	Cantos, aravas, arenas v	B
SC 1-4	Conglomerados v arcillas	D	SI 2-3-5	Cantos, aravas, arenas v	C
SC 1-10	Conglomerados v Marqas	D	SI 2-4	Cantos, aravas v limos	C
SC 2	Areniscas	D	SI 2-5	Cantos, aravas v arcillas	C
SC 2-4	Areniscas v arcillas	D	SI 3	Arenes	B
SC 2-10	Areniscas v Marqas	D	SI 3-2	Arenes, aravas v Cantos	B
SC 4	Arcillas	D	SI 3-4	Arenes v	C

Abrev.	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	GRUPO HIDROLÓGICO	Abrev.	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	GRUPO HIDROLÓGICO
Consolidadas (SC)			No Consolidadas (SI)		
SC 4-2	Arcillas v areniscas	D	SI 3-5	Arenes v arcillas	C
SC 4-10	Arcillas v Marqas	D	SI 4	Limos	C
SC 5	Calcáreas	C	SI 4-2	Limos, gravas v Cantos	C
SC 5-2	Calcáreas v areniscas	C	SI 4-3	Limos v	C
SC 5-6	Calcáreas v calcarenitas	C	SI 4-5	Limos v	D
SC 5-7	Calcáreas v Calcáreas marqosas	D	SI 5	Arcillas	D
SC 5-9	Calcáreas v dolomías	C			
SC 5-10	Calcáreas v Marqas	D			
SC 6	Calcarenitas	C			
SC 6-10	Calcarenitas v Marqas	D			
SC 7	Calcáreas marqosas	D			
SC 7-10	Calcáreas marqosas v Marqas	D			
SC 8	Calcáreas Tovaceas	C			
SC 9	Dolomías	D			
SC 9-5	Dolomías v Calcáreas	D			
SC 9-10	Dolomías v Marqas	D			
SC 10	Marqas	D			
SC 10-2	Marqas v areniscas	D			
SC 12	Arcillas, Marqas v vesos	D			

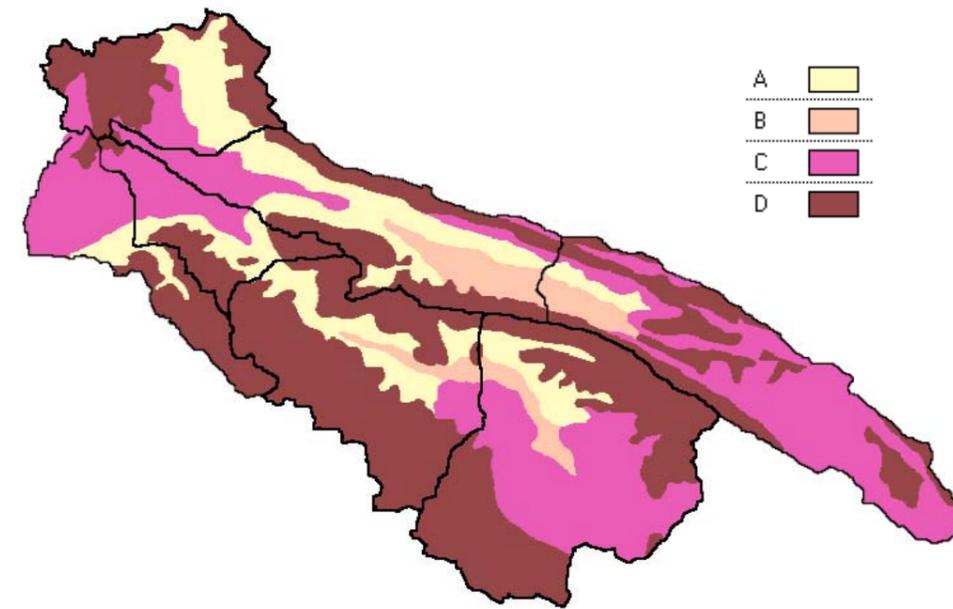


Figura 4.- Mapas de tipos de suelo de las cuencas de estudio.

Este mapa se clasifica en los cuatro grupos que establece el SCS:

<p>A En ellos el agua se infiltra rápidamente aun cuando estén muy húmedos. Son suelos profundos y de texturas gruesas (arenosas o areno-limosas). Están excesivamente drenados.</p>	<p>B Cuando están muy húmedos tienen una capacidad de infiltración moderada. La profundidad de suelo es de media a profunda y su textura es franco-arenosa, franca, franco-arcillosa o franco-limosa. Están bien o moderadamente drenados.</p>
<p>C Cuando están muy húmedos la infiltración es lenta. La profundidad de suelo es inferior a la media y su textura es franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa o arcillo-arenosa. Son suelos imperfectamente drenados.</p>	<p>D Cuando están muy húmedos la infiltración es muy lenta. Tienen horizontes de arcilla en la superficie o próximos a ella y están pobremente o muy pobremente drenados. También se incluyen aquí los terrenos con nivel freático permanentemente alto y suelos de poco espesor (litosuelos).</p>

En la Mapas de tipos de suelo de las cuencas de estudio., puede verse la distribución de tipos de suelo en la cuenca según esta clasificación.

Usos del suelo.

Se propone una tabla de equivalencias entre los usos del suelo que aparecen en la leyenda de los Mapas correspondientes de la Cartografía Temática de la COPUT (Generalitat Valenciana) y los usos del suelo propuestos por el SCS para determinar el número de curva.

- Arroz (mapas): Rotación de cultivos densos (SCS).
- Caña de azúcar: Rotación de cultivos densos.
- Cítricos: Plantación regular de aprovechamiento forestal medio, al ser un cultivo leñoso con una distribución regular en plantación.
- Cultivos forzados: Zona impermeable, por ser áreas siempre cubiertas por invernaderos o túneles de plástico.
- Platanera: Masa forestal media.
- Frutales: Plantación regular de aprovechamiento forestal media.
- Cultivos en regadío: Rotación de cultivos densos.
- Cítricos/ Frutales: Plantación regular de aprovechamiento forestal medio.
- Labor intensiva: Rotación de cultivos densos.
- Labor extensiva: Cereales de invierno.

- Frutales de secano: Plantación regular de aprovechamiento forestal pobre.
- Olivar: Plantación regular de aprovechamiento forestal pobre.
- Viñedo: Plantación regular de aprovechamiento forestal pobre.
- Praderas sin arbolado: Praderas buenas.
- Praderas con frondosas: Praderas muy buenas.
- Praderas con coníferas: Pradera muy buena.
- Praderas con coníferas y frondosas: Pradera muy buena.
- Pastizal sin arbolado: Pradera pobre.
- Pastizal con frondosas: Pradera media.
- Pastizal con coníferas: Pradera media.
- Matorral sin arbolado: Masa forestal clara.
- Matorral con frondosas: Masa forestal media.
- Matorral con coníferas: Masa forestal media.
- Matorral con coníferas y frondosas: Masa forestal media.
- Frondosas: Masa forestal muy espesa.
- Coníferas: Masa forestal espesa.
- Coníferas y frondosas: Masa forestal muy espesa.
- Palmera canaria: Masa forestal media.
- Red fluvial: Zona impermeable.
- Núcleos urbanos: Zona impermeable

En la Mapas de usos del suelo de la cuenca., puede verse la distribución de usos del suelo en la cuenca según esta clasificación.

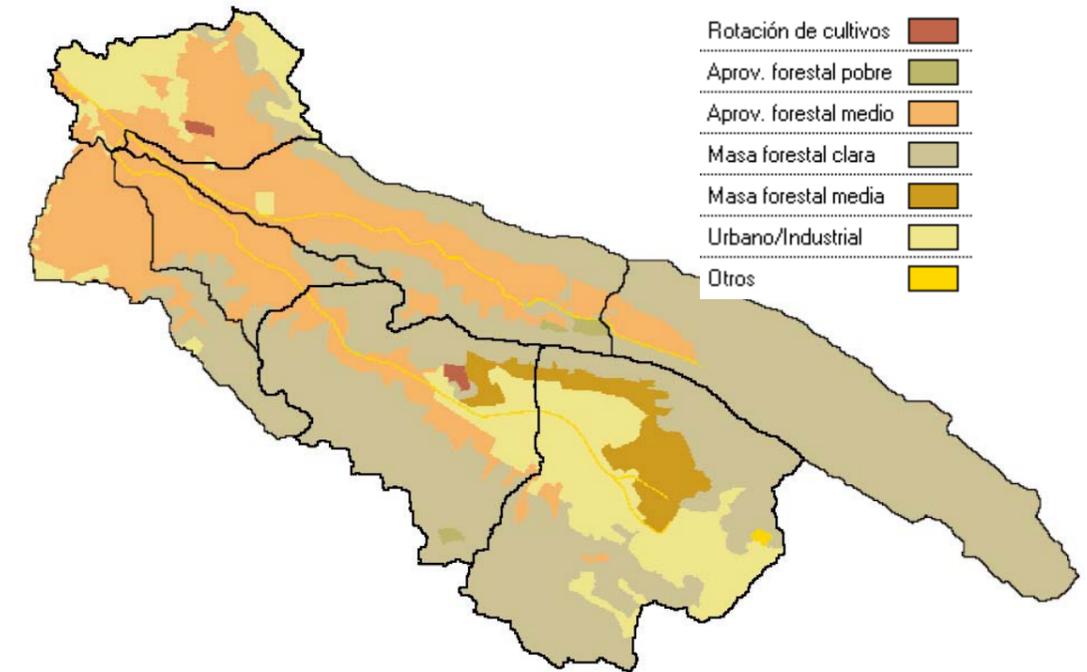


Figura 5.- Mapas de usos del suelo de la cuenca.

Número de curva y del coeficiente de escorrentía.

La metodología seguida para combinar las capas de información y obtener el número de curva consiste en asignar un número primo a cada una de las variables que intervienen, considerando que la característica hidrológica es única. Los mapas de entrada se reclasifican con estos nuevos valores y, posteriormente, se realizan las operaciones de multiplicación de capas en formato raster. Dada la singularidad de los números primos, el producto de ellos siempre dará un número diferente, de forma que si se multiplican los mapas de usos del suelo, pendiente y tipos del suelo, dará un resultado diferente por cada combinación de tres números primos.

Los números primos a asignar a cada una de las variables se presentan en la Números primos asignados a las diversas clases de pendiente, tipos de suelo y usos del suelo. en verde bajo cada variable. En rojo, ocupando la misma posición relativa a la Valores del número de curva.

También se incluyen los resultados diferentes de la multiplicación de números primos especificados. La relación directa de dichos valores entre ambas tablas permite obtener el número de curva. Obtenido el número de curva, se calcula el coeficiente de escorrentía, tal y como se ha expresado anteriormente. A continuación, la Mapa del coeficiente de escorrentía (P₀)., recoge el mapa de P₀.

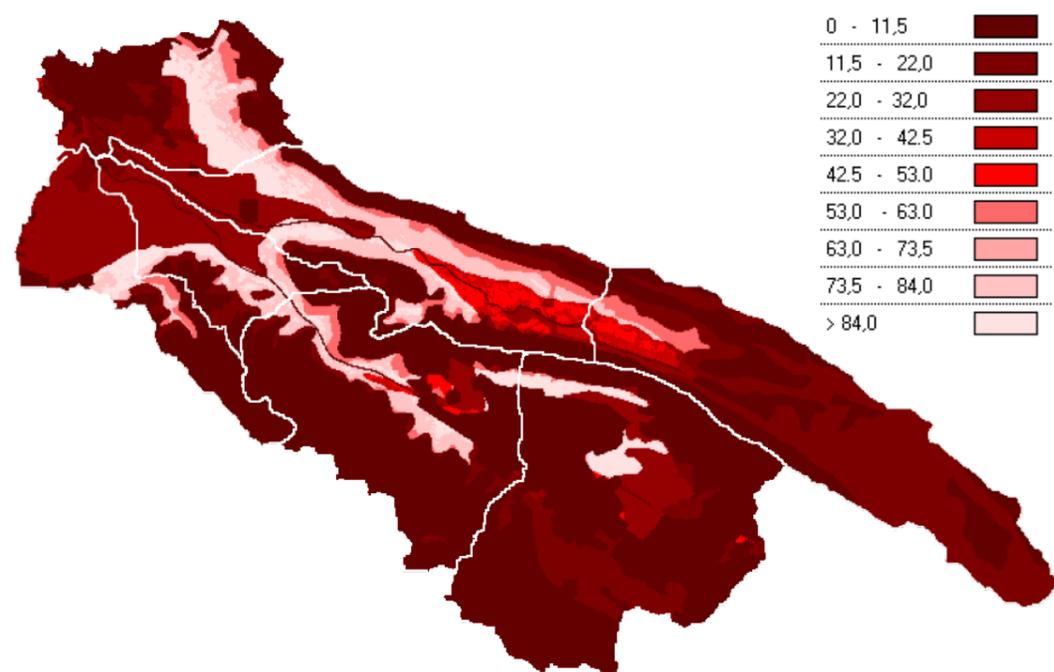


Figura 6.- Mapa del coeficiente de escorrentía (P0).

USO DE LA TIERRA		TIPO DE SUELO							
		A		B		C		D	
		3		5		7		11	
		PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3	PENDIENTE <3	PENDIENTE =>3
		1	2	1	2	1	2	1	2
Barbecho R	13	39	78	65	130	91	182	143	286
Barbecho N	13	39	78	65	130	91	182	143	286
Cultivos a ladera R	17	51	102	85	170	119	238	187	374
Cultivos a ladera N	17	51	102	85	170	119	238	187	374
Cereales de invierno R	19	57	114	95	190	133	266	209	418
Cereales de invierno N	19	57	114	95	190	133	266	209	418
Rotación de cultivos pobres R	23	69	138	115	230	161	322	253	506
Rotación de cultivos pobres N	23	69	138	115	230	161	322	253	506
Rotación de cultivos de usos R	29	87	174	145	290	203	406	319	638
Rotación de cultivos de usos N	29	87	174	145	290	203	406	319	638
Pradera pobre	31	93	186	155	310	217	434	341	682
Pradera media	41	123	246	205	410	287	574	451	902
Pradera buena	41	123	246	205	410	287	574	451	902
Pradera muy buena	43	129	258	215	430	301	602	473	946
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	47	141	282	235	470	329	658	517	1034
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	53	159	318	265	530	371	742	583	1166
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	59	177	354	295	590	413	826	649	1298
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy clara	61	183	366	305	610	427	854	671	1342
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) clara	67	201	402	335	670	469	938	737	1474
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) media	71	213	426	355	710	497	994	781	1562
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) espesa	73	219	438	365	730	511	1022	803	1606
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy espesa	79	237	474	395	790	553	1106	869	1738
Rocas permeables	83	249	498	415	830	581	1162	913	1826
Rocas impermeables	89	267	534	445	890	623	1246	979	1958

Tabla 3.- Números primos asignados a las diversas clases de pendiente, tipos de suelo y usos del suelo.

Finalmente, mediante ponderación areal en cada subcuenca se obtiene un valor único del umbral de escorrentía en cada subcuenca. Dichos valores se recogen en la Tabla 4.

Umbral de escorrentía.

Posteriormente se corrige mediante el coeficiente corrector del umbral de escorrentía establecido por el CEDEX en 1994. Se dan los valores del coeficiente corrector en el mapa que se muestra en la figura siguiente:



Figura 7.- Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (modificación CEDEX 1994).

Del Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (modificación CEDEX 1994), se obtiene un coeficiente corrector del umbral de escorrentía para la zona de estudio de 2.2.

Con esto, los valores del umbral de escorrentía medio en cada subcuenca iniciales y corregidos son:

Cuenca	Subcuenca	P ₀ (mm)	P ₀ corregido (mm)
CASELLA (C)		26.06	57.3
	C1	16	35,2
	C2	38	83,6
ESTRET (E)		18.15	39.9
	E1	13	28,6
	E2	20	44
	E3	33	72,6
VILELLA (V1)		23	50.6
C+E+V1		22	47.4
SECUNDARIA (S1)		29	63.8
C+E+V1+S1		22	49

Tabla 4.- Valores del umbral de escorrentía ponderado arealmente para cada subcuenca y valores corregidos.

5.- ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN.

El tratamiento de datos pluviométricos en el marco de los modelos hidrometeorológicos tiene por finalidad determinar la lluvia correspondiente a un determinado periodo de retorno. La lluvia es un fenómeno muy variable tanto en el espacio como en el tiempo, lo que hace necesario tratarlo sin considerar el estudio de la física de los procesos involucrados.

Los métodos empleados siguen los siguientes pasos:

- Estimación de la cantidad de lluvia en un punto.
- Determinación de la distribución espacial de la precipitación, mediante la reducción de los valores puntuales anteriormente obtenidos en función del tamaño de la cuenca para considerar el efecto de no simultaneidad de la lluvia.
- Determinación de la distribución temporal de la precipitación.

La información pluviométrica que se ha utilizado, en un principio, es el registro de precipitaciones diarias máximas anuales registradas por el Instituto Nacional de Meteorología.

En la elección de las estaciones pluviométricas se ha tenido en cuenta especialmente el número de años con registros y la disponibilidad de datos correspondientes a los últimos años. Asimismo, se han considerado los datos utilizados en anteriores estudios hidrológicos de la zona.

Las estaciones analizadas son las siguientes:

Nombre de la estación	Coordenadas UTM		Periodo	Nº de años con datos
	X	Y		
8302C Alzira H.E.	719950.03	4336889.72	1962-2007	44
8300E Carcaixent S.E. Agraria	720809.10	4331976.67	1971-2006	34
8303U Corbera Hto Santísimo	727107.59	4338636.86	1973-1997	21
876 Benifairó de la Valldigna	733494.00	4326477.05	1949-2000	43

Tabla 5.- Estaciones pluviométricas utilizadas.

En el Anexo Nº 1, se incluyen las series de cada una de las estaciones pluviométricas consideradas.

5.1.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRECIPITACIÓN.

La estimación de la cantidad total de lluvia suele abordarse mediante el análisis estadístico de los datos registrados en las estaciones pluviométricas. En este apartado se lleva a cabo el análisis de frecuencia de las precipitaciones diarias máximas anuales con el fin de obtener los mejores estimadores de los cuantiles correspondientes a distintos periodos de retorno. Éstos serán utilizados para la construcción de las tormentas de proyecto.

La primera hipótesis para el tratamiento de la serie es establecer la estacionariedad de la misma, es decir, comprobar que sus características estadísticas no se modifican con el tiempo. Dicha estacionariedad se refleja en las gráficas del Anexo N° 1, del presente anejo, donde no existe tendencia temporal alguna de los datos de la serie.

5.1.1.- Metodología estadística empleada.

En primer lugar, se elige el modelo estadístico para las series de precipitación máxima diaria anual de cada estación pluviométrica. Esta modelación estadística de precipitaciones extremas requiere:

- Ajuste de ley de distribución a la serie.
- Método de selección o validación de la ley.

Ajuste de ley de distribución a la serie.

Se ha efectuado una selección de las distribuciones de probabilidad comúnmente utilizadas para variables hidrológicas, siguiendo "Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas" Ferrer Polo, J.. Estas funciones son:

1. Función de distribución de Gumbel

Distribución generalizada exponencial gamma. Modeliza los extremos de una distribución normal. Es la distribución de extremos de uso más extendido en el ámbito de la hidrología.

2. Función de distribución SQRT-ET max

Este modelo de distribución de máximos fue concebido por Etoh, Murota y Nakanishi en 1987 específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias. Aunque su origen es japonés, está recomendada para aquellos casos, frecuentes en cuencas mediterráneas, donde coexisten dos poblaciones estadísticas de máximos: ordinarios y extraordinarios. De hecho, es capaz de reproducir sesgos mayores que la función de Gumbel y sólo para valores elevados del parámetro λ se aproximan ambos modelos.

Los propios autores recomiendan la aplicación del método de máxima verosimilitud para estimar los parámetros de la distribución SQRT-ET max, razón suficiente para recurrir a este procedimiento para realizar el ajuste.

3. Función de distribución GEV

La función de distribución GEV (General Extreme Value) fue desarrollada por Jenkinson (1955,1969) y revisada en cuanto a su teoría y aplicabilidad en el análisis de máximas precipitaciones con motivo de la elaboración del Flood Studies Report (Reino Unido, 1975).

Este modelo de distribución de máximos tiene tres parámetros dotándolo de una mayor capacidad para la reproducción de casuísticas con presencia clara de "outliers" asociados a episodios de carácter extraordinario. La función GEV se presenta como una posible candidata para una correcta caracterización estadística de episodios otoñales de carácter convectivo y asociados a situaciones meteorológicas de "gota fría", que dan lugar a acumulados diarios superiores a 500 mm.

Mediante inferencia paramétrica se estiman los parámetros de cada ley de distribución. Tres son los métodos para ello; el método de los momentos, el método de los momentos ponderados probabilísticamente y el método de máxima verosimilitud. Las recomendaciones de Ferrer Polo, J., son:

FDA	F(x)	Método de ajuste
GEV (Valores extremos generalizados)	$F(x) = \exp\left\{-\left[1 - \kappa\left(\frac{x - \mu}{\alpha}\right)\right]^{1/\kappa}\right\}$	Momentos ponderados probabilísticamente
GUMBEL	$F(x) = \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{x - \mu}{\alpha}\right)\right]\right\}$	Máxima verosimilitud
SQRT-ETmax	$F(x) = \exp\left[-k\left(1 - \sqrt{\alpha \cdot x}\right) \cdot \exp\left(-\sqrt{\alpha \cdot x}\right)\right]$	Máxima verosimilitud

Tabla 6.- Método de estimación de parámetros de leyes de distribución.

Método de selección o validación de la ley.

La selección, propiamente dicha, del modelo estadístico, se realiza verificando la bondad de los ajustes paramétricos realizados a las distintas leyes de distribución. Los criterios, que aquí se aplican conjuntamente, en la medida de lo posible, son diversos:

- Experiencia personal y/o recomendaciones institucionales;
- Asignación de probabilidades empíricas y comparación con la ley de distribución. (plotting positions).

Utilizando el programa CHAC del Centro de estudios Hidrográficos del CEDEX aplicamos los tres modelos de Función de Distribución ya pre-seleccionados en base a "Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas" Ferrer Polo, J. a cada una de las estaciones que recubren la cuenca. En el Anexo Nº 1 se incluyen los resultados del ajuste para cada una de las leyes ensayadas, mediante diferentes métodos.

5.1.2.- Cuantiles de precipitación diaria máxima anual en las cuencas de estudio.

A continuación se dan para cada una de las leyes y métodos de ajuste especificados en la Método de estimación de parámetros de leyes de distribución del presente anejo, los cuantiles para distintos periodos de retorno, obtenidos para cada estación.

ALZIRA H.E.			
T (años)	GEV (mm)	GUMBEL (mm)	SQRT-ET _{max} (mm)
25	251	218	237
50	306	249	284
100	367	279	333
250	436	309	385
500	542	349	460

BENIFAIRO DE LA VALLDIGNA			
T (años)	GEV (mm)	GUMBEL (mm)	SQRT-ET _{max} (mm)
25	266	230	250
50	325	259	294
100	393	289	341
250	472	318	392
500	597	357	463

CARCAIXENT S.E.			
T (años)	GEV (mm)	GUMBEL (mm)	SQRT-ET _{max} (mm)
25	281	242	275
50	345	277	331
100	419	311	389
250	503	346	455
500	633	391	544

CORBERA			
T (años)	GEV (mm)	GUMBEL (mm)	SQRT-ET _{max} (mm)
25	214	194	222
50	253	222	265
100	295	249	314
250	339	276	363
500	402	311	436

Tabla 7.- Cuantiles de precipitaciones para cada estación y ley.

Se realiza la comparación de los cuantiles obtenidos para distintos periodos de retorno en cada una de estas cuatro funciones de distribución, obteniéndose las mayores diferencias entre leyes para los periodos de retorno mayores. El comportamiento de las cuatro estaciones es similar, aunque las diferencias entre leyes menores se dan en la estación de Corbera, debido a que no presenta ningún extremo de tanta magnitud como el del resto de estaciones. En principio, para esta estación la elección de la ley de ajuste podría ser indistinta, sin embargo se desecha una GEV por el número de datos disponible², optándose por una SQRT-ET_{max} que deja del lado de la seguridad y como se verá, es la ley escogida para Carcaixent y Alzira, como estaciones semejantes.

De la inspección de las gráficas de "plotting positions" del Anexo Nº 1, así como de los resultados de la tabla anterior, destaca el comportamiento diferente de la estación de

² Se aplica la premisa: *en igualdad de condiciones la solución más sencilla es probablemente la correcta*, extraída de la navaja de Ockham. En este ámbito de la Hidrología, la experiencia incide en que un parámetro de ajuste venga respaldado por 15 datos disponibles.

Benifairó respecto de las otras tres. En este aspecto, un estadístico que podría utilizarse para evaluar si las distintas estaciones pertenecen a una población homogénea, es el coeficiente de correlación de Pearson (r). Éste se utiliza para pesar el grado de correlación entre series estadísticas a priori distintas pero relacionadas por algún hecho. Así si $|r| = 1$, existe una correlación positiva (negativa) perfecta, y si $r = 0$, no existe correlación.

Aplicando este coeficiente a cada pareja de estaciones, se obtienen los siguientes resultados:

Coeficiente de PEARSON (r)				
	Carcaixent	Alzira	Corbera	Benifairó
Carcaixent		0,617	0,608	-0,073
Alzira			0,635	0,011
Corbera				0,059
Benifairó				

Tabla 8.- Coeficiente de Pearson para cada pareja de estaciones.

Como puede apreciarse mediante la comparación con el resto de estaciones, los datos provenientes de la estación de Benifairó de la Valldigna constituyen una población diferente al resto, no existiendo prácticamente correlación de esta estación con las otras tres. Esto justifica que:

- Se opte por una función de distribución distinta para Benifairó que permita describir el extremo de 500 mm registrado en la estación. En este caso, una GEV.
- Se opte por una función común para describir las otras tres estaciones. En este caso, una SQRT-ETmáx.

Además refleja el hecho conocido de que el régimen de precipitaciones del valle de la Valldigna, es muy diferente respecto de los valles de los barrancos que nos ocupa. No así parece con el caso de Corbera, que geográficamente no se localiza en estos valles pero su comportamiento rige, como se demuestra, el mismo régimen. Pese a ello, se opta por mantener la serie de Benifairó por la calidad de ésta, especialmente su longitud, y porque como se comprobará en los análisis de distribución areal, su contribución no es de peso, tan solo en la cuenca alta de La Casella y de L'Estret, que por reconocimiento en campo, no queda bien delimitada respecto de los valles del río Malet y río del Vaca (valles de la Valldigna).

Los cuantiles finales para cada estación se dan en la siguiente tabla:

ESTACIÓN	CUANTIL [mm]				
	T=25 AÑOS	T=50 AÑOS	T=100 AÑOS	T=250 AÑOS	T=500 AÑOS
8-302C - ALZIRA H.E. (1)	237	284	333	385	460
8-300E - CARCAIXENT S.E. AGRARIA (2)	275	331	389	455	544
8-76E - BENIFAIRO DE LA VALLDIGNA (3)	266	325	393	472	597
8-326E - CORBERA (4)	222	265	314	363	436

Tabla 9.- Cuantiles de precipitación resultantes para los períodos de retorno considerados.

5.2.- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN.

El análisis espacial de la precipitación se realiza mediante polígonos de Thiessen. En este método se toma como hipótesis de partida que la precipitación en un punto cualquiera de la cuenca es la misma que la registrada en el pluviógrafo más cercano. En este método se asigna a cada estación un área de influencia o polígono de Thiessen formado por las mediatrices de los segmentos que unen cada estación con las contiguas. Estas áreas asignadas, divididas por la total de la cuenca, son los coeficientes que ponderan la precipitación de cada estación. El método no tiene en cuenta la orografía pero sus resultados son objetivos y repetibles.

En la tabla siguiente se puede ver el área con que influye cada una de las estaciones pluviométricas en cada subcuenca.

CUENCA	ÁREA TOTAL [km ²]	ÁREAS POLÍGONOS THIESSEN [km ²]			
		Alzira	Carcaixent	Benifairó	Corbera
C+E+V1+S1	47,75	7,23	18,50	3,27	18,75
C+E+V1	42,99	2,47	18,50	3,27	18,75
VILELLA (V1)	3,83	0,88	2,95	0,00	0,00
ESTRET (E)	23,02	0,51	12,44	1,69	8,38
CASELLA (C)	16,14	1,09	3,11	1,58	10,37

Tabla 10.- Áreas de influencia de cada estación por polígonos de Thiessen.

En el Anexo Nº 2: POLIGONOS DE THIESSEN, se incluyen los mapas con la distribución de éstos en las distintas cuencas de estudio.

5.2.1.- Obtención de la lluvia areal sobre la cuenca.

Al no ser la precipitación uniforme en toda la cuenca (o subcuencas), en la bibliografía se han propuesto ecuaciones empíricas para la reducción de la precipitación en función del tipo de tormenta y de la cuenca. Entre ellas Témez (Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX) propone el siguiente factor corrector (KA) por el que se multiplican los valores puntuales previamente estimados.

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

donde A es la superficie, en Km², a la que se extiende el dato puntual de precipitación diaria. Este factor es 1, para cuencas menores a 1 km²

El coeficiente de reducción areal considerado para cada subcuenca, y las precipitaciones resultantes de la corrección areal se muestran en la Precipitaciones en cada cuenca tras aplicar el coeficiente de reducción areal

CUENCA	KA	CUANTIL [mm]				
		T=25 AÑOS	T=50 AÑOS	T=100 AÑOS	T=250 AÑOS	T=500 AÑOS
C+E+V1+S1	0,89	203,90	244,49	288,12	334,91	401,07
C+E+V1	0,89	203,87	244,46	288,26	335,27	401,61
VILELLA (V1)	0,96	255,92	307,75	361,51	421,85	504,30
ESTRET (E)	0,91	213,37	256,06	301,76	351,45	420,85
CASELLA (C)	0,92	194,46	232,68	274,92	318,76	382,27

Tabla 11.- Precipitaciones en cada cuenca tras aplicar el coeficiente de reducción areal.

5.3.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN.

A partir de los cuantiles de precipitación máxima diaria representativos de cada subcuenca estimados mediante EL análisis estadístico y ponderación areal, se han obtenido las tormentas de proyecto, para diversos períodos de retorno.

Debido a las particularidades de las tormentas en la región, normalmente de tipo convectivo y por tanto de poca duración y mucha intensidad, el método más utilizado es el de tormenta por bloques alternativos en el que se supone lo siguiente:

- Para cualquier intervalo de tiempo de la tormenta, la intensidad media es la más desfavorable, o sea, la correspondiente a la curva IDF considerada.

- El intervalo en el que se da la máxima intensidad es en el centro temporal del aguacero.

Con todo ello, las alturas de los bloques del hietograma quedan:

- El mayor (en el centro) : $b_1 = i(\Delta t)$

- Los dos mayores : $\frac{b_1 + b_2}{2} = i(2\Delta t)$

- Los K mayores : $\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k b_j = i(k\Delta t)$

Que despejando las alturas de bloques (b_k) : $b_k = ki(k\Delta t) - \sum_{j=1}^{k-1} b_j$

Ante los tiempos de concentración (tc3) obtenidos, se ha decidido por una duración de 6h y obtención de las intensidades a partir de la formulación IDF de Témez. Ante dicha formulación y a riesgo de sobreestimar la intensidad pico, se ha decidido la discretización de las tormentas para intervalos de 15 min. Los hietogramas de las tormentas consideradas se han incluido en el Anexo N° 3. El conjunto de tormentas sintéticas generadas coincide con las posibilidades que se contemplan en la Tabla 11.

6.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS E HIDROGRAMAS DE CRECIDA.

Para abordar la estimación de los hidrogramas de crecida de cada una de las subcuencas en que se ha dividido el sistema, se ha hecho uso del programa HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System), versión 3.2, desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers.

Asimismo, y a modo comparativo, se han obtenido los caudales máximos en cada sistema considerado utilizando el Método Racional Modificado por Témez, metodología de amplio uso en España y el recomendado en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial (MOPU, 1990).

6.1.- MODELO DE TÉMEZ.

En primer lugar, para la obtención del caudal máximo se emplea el MÉTODO RACIONAL MODIFICADO propuesto por José Ramón Témez, recogido en la publicación de la Dirección General

³ Véase 6.1 MODELO DE TÉMEZ

de Carreteras del MOPU "Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales".

La formulación básica es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{3.6} K$$

donde:

$$C = \frac{[(\frac{P_d}{P_0}) - 1] [(\frac{P_d}{P_0}) + 23]}{[(\frac{P_d}{P_0}) + 11]^2}$$

- Q = Caudal punta (m3/s).
- I = Intensidad de lluvia media (mm/h) correspondientes al periodo de retorno de cálculo y a un tiempo de intervalo igual al tiempo de concentración (tc).
- A = Superficie de la cuenca (km2).
- C = Coeficiente de escorrentía, viene definido por la expresión:

donde:

- C = Coeficiente de escorrentía.
- Pd = Precipitación de cálculo.
- Po = Precipitación umbral.
- K = Coeficiente de uniformidad temporal, que depende del tiempo de concentración de la cuenca (tc), calculándose:

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

con $t_c = 0.3 \cdot (L/J^{1/4})^{0.76}$, donde L es la longitud del cauce principal y J la pendiente media.

A partir de las características geomorfométricas de las cuencas que aparecen en la Tabla 1, se obtiene el tiempo de concentración de Témex (**Tiempo de concentración de Témex**):

Cuenca	Subcuenca	A	L _{rp}	J	Tc
		(Km ²)	(Km)	(m/m)	(h)
CASELLA (C)	C1	8,76	7,37	0,0421	2,4995
	C2	7,38	7,57	0,0092	3,4017
	Subtotal	16,14	14,94	0,0254	4,7054
ESTRET (E)	E1	11,73	3,7	0,0119	1,8822
	E2	8,25	3,76	0,0077	2,0687
	E3	3,04	3,5	0,0037	2,2508
	Subtotal	23,02	10,96	0,0078	4,6493
VILELLA	V1	3,83	5,55	0,0317	2,1259
C+E+V1	BA3	42,99	14,94	0,0254	4,7054
SECUNDARIA	S1	4,76	4,5	0,0249	1,8981
C+E+V1+S1		47,75	16,62	0,0231	5,1963

Tabla 12.- Tiempo de concentración de Témex.

Por último, las tablas de cálculo se incluyen en el Anexo N° 4, mientras que la Caudales máximos por método racional de Témex recoge un resumen de los resultados obtenidos para el caudal máximo⁴.

T [años]	Q máx [m ³ /s]				
	C+E+V1+S1	C+E+V1	CASELLA	ESTRET	VILELLA
25	217.32	212.26	60.20	143.41	40.97
50	304.72	296.52	86.27	196.06	56.52
100	406.70	394.91	118.08	256.05	73.74
250	523.13	507.11	153.77	324.30	94.05
500	696.91	673.84	209.17	423.25	122.95

Tabla 13.- Caudales máximos por método racional de Témex.

⁴ No se obtienen caudales e hidrogramas para la cuenca Secundaria de manera independiente, sino que estos se engloban en la cuenca TOTAL. Así la diferencia entre la cuenca TOTAL y la cuenca C3, reside en que esta última incluye a la cuenca global formada por los barrancos de La Casella, L'Estret y Vilella, siendo los caudales e hidrogramas que se obtengan los referidos al punto de confluencia de los tres barrancos. Por el contrario, los obtenidos para la cuenca TOTAL representan al punto de desembocadura en el Júcar, incluyendo por tanto, la pequeña cuenca Secundaria.

6.2.- MODELO HIDROMETEREOLÓGIICO DE PRODUCCIÓN-PROPAGACIÓN DEL HEC-HMS PARA LA OBTENCIÓN DE HIDROGRAMAS DE CRECIDA.

Se ha elaborado un modelo de simulación precipitación-escorrentía mediante el programa HEC-HMS desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers. Dicho modelo se basa en el concepto de hidrograma unitario y ha sido preparado para simular la respuesta de un sistema fluvial complejo frente a un conjunto muy amplio de circunstancias hidrológicas e hidráulicas que se pueden producir en un caso real. Se trata de un sistema orientado a un suceso, razón por la cual analiza la evolución espacial y temporal de los caudales producidos por una única tormenta

El programa HEC-HMS incluye diferentes modelos que describen la respuesta de las cuencas a la precipitación caída sobre o aguas arriba de ellas; A continuación, se irán desgranando los distintos modelos utilizados en la simulación referente al sistema compuesto por las cuencas de los tres barrancos, que nos ocupa.

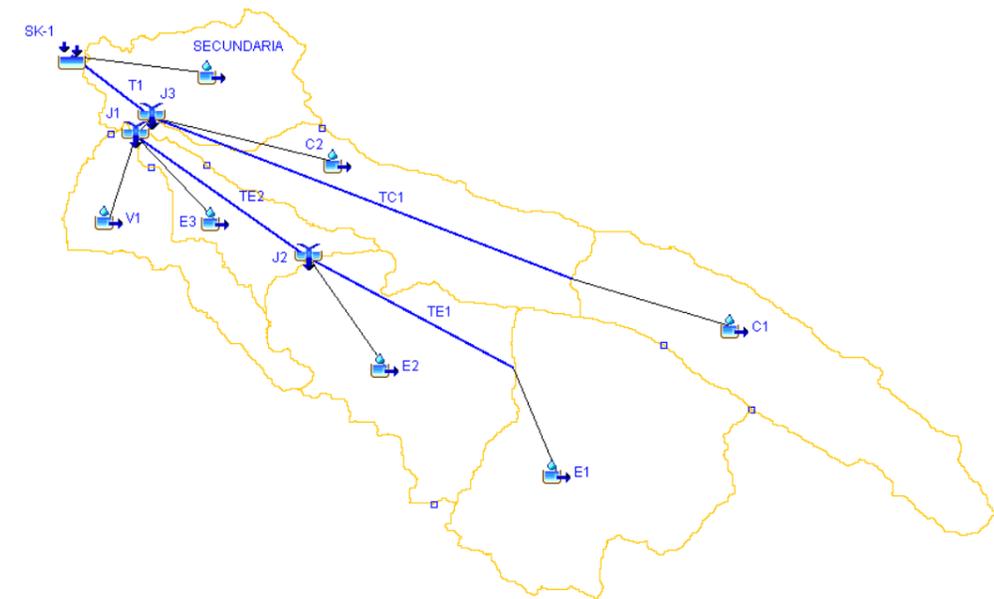


Figura 8.- Esquema hidrológico considerado para la modelación con HEC-HMS.

6.2.1.- Modelo de cuenca y esquema hidrológico

En él se conceptualiza el sistema hidrológico. Los elementos disponibles son: subcuencas, tramos de propagación, embalses, uniones de flujo, bifurcaciones, fuentes y sumideros. Todos estos elementos hidrológicos están interconectados a modo de red para simular los procesos hidrológicos.

En la Esquema hidrológico considerado para la modelación con HEC-HMS., se muestra este esquema hidrológico.

Dentro del modelo de cuenca los componentes básicos de la modelación son los siguientes:

Subcuencas	Tramos de propagación	Uniones	Comentario
E1			
E2	TE1	J2	Nudo confluencia tramo TE1 y sub-cuenca E2 en esquema de L'Estret
E3	TE2		
V1		J1	Confluencia de los barrancos de Vilella y L'Estret (E+V1)
C1			
C2	TC1	J3	Confluencia de los 3 barrancos (C+E+V1)
S1 (SECUNDARIA)	T1	SK1	Desembocadura al Júcar $J = (C+E+V1+T1+S1)$

Modelo de producción.

El modelo de producción de escorrentía superficial empleado ha sido el del Soil Conservation Service, cuyos fundamentos se presentan a continuación. Para ello se han utilizado los umbrales de escorrentía obtenidos por promediación areal en cada subcuenca. Este modelo, desarrollado por el Soil Conservation Service en 1972, es ampliamente utilizado en la actualidad; en el caso de España es especialmente interesante pues en él se basa la determinación del coeficiente de escorrentía, necesario para el cálculo de caudales de referencia, en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial (MOPU, 1990).

El modelo asume la existencia de un umbral por debajo del cual las precipitaciones no provocan escorrentía; una vez rebasado este umbral comienza el encharcamiento y la escorrentía en superficie. A partir de este instante, la relación entre la parte de precipitación que escurre en superficie y la que se infiltra a través de la superficie del terreno se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$\frac{F}{S} = \frac{E}{P - P_0}$$

donde:

- F = infiltración acumulada desde que comienza el encharcamiento en superficie
- E = escorrentía acumulada
- S = máxima infiltración acumulada posible
- P = precipitación acumulada
- P₀ = umbral de escorrentía, en mm.

Por continuidad, la precipitación acumulada en cada instante es:

$$P = P_0 + E + F$$

Sustituyendo esta última ecuación en la anterior, y despejando E, la escorrentía acumulada en cada instante resulta:

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P - P_0 + S}$$

Fruto de numerosas experimentaciones, el SCS propone la siguiente relación $P_0 \approx 0.2 \cdot S$. Por lo que, según se exprese en función de P₀ ó de S:

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S}$$

es decir, la función de escorrentía acumulada en superficie resulta:

$$E = 0 \quad \text{si} \quad P \leq P_0$$

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} \quad \text{si} \quad P > P_0$$

La expresión propuesta por el SCS para evaluar la producción de escorrentía tiene un sólo parámetro, el umbral de escorrentía (P₀). La formulación original del SCS fue desarrollada a partir de un parámetro distinto, el número de curva (CN). En cualquier caso, ambos parámetros están biunívocamente relacionados mediante la siguiente ecuación (si P₀ se expresa en mm):

$$CN = \frac{5080}{P_0 + 50.8}$$

Los valores de P₀ para las cuencas se recogen en la Tabla 4 del presente anejo, correspondiente al valor del umbral de escorrentía corregido según se contemplan en 4.4 UMBRAL DE ESCORRENTÍA.

Modelo de transformación lluvia neta-escorrentía.

El proceso de transformación lluvia neta-escorrentía en todas las subcuencas ha sido modelado empleando la teoría del hidrograma unitario (HU).

Existen diversos métodos para la deducción del HU de una cuenca. Entre ellos, se ha empleado el HU del SCS. Éste da un hidrograma unitario de un solo pico adimensional que expresa el caudal U_t como un porcentaje del caudal pico, U_p, para cada tiempo t, como una fracción del tiempo al pico, T_p.

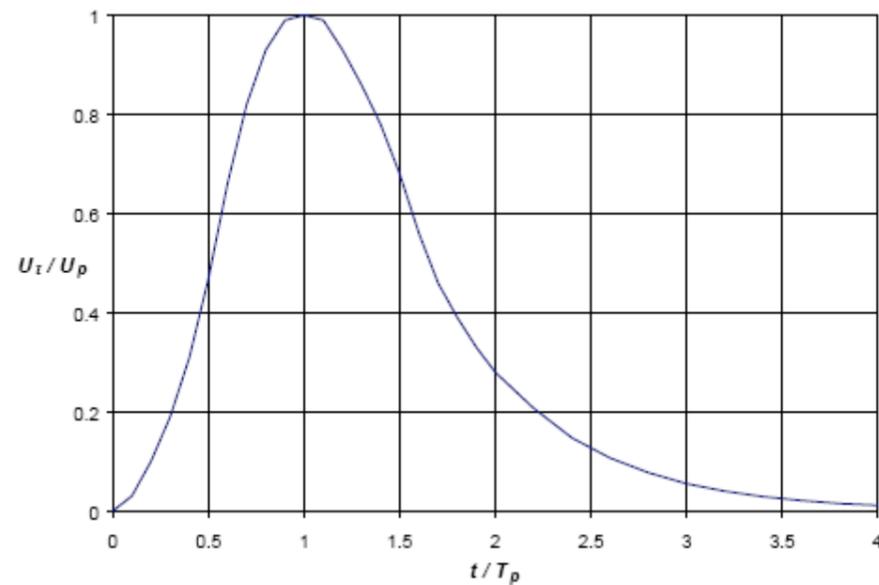


Figura 9.- Hidrograma Unitario del SCS. Figura extraída del Manual de Referencia Técnico del HMS, de marzo de 2000.

Aunque existe una formulación original propuesta por el SCS para el tiempo de desfase al pico, aquí se ha estimado asumiendo la siguiente relación entre éste y el tiempo de concentración de la cuenca:

$$t_{dp} = 1/8 \cdot (3t_c - 0.25)$$

Se debe tener en cuenta en la modelación que, para una correcta definición de la parte ascendente del hidrograma unitario, es necesario utilizar un intervalo de tiempo computacional (Δt) menor que el 29% del tiempo de desfase al pico.

El tiempo al pico puede expresarse en términos del desfase al pico y de la duración de la lluvia neta (Δt):

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{dp}$$

En la tabla siguiente se resumen las características y parámetros utilizados para cada una de las cuencas, utilizados como datos de entrada en el modelo HEC-HMS:

Cuenca	Subcuenca	A (Km ²)	P ₀ (mm)	P ₀ corregido (mm)	CN corregido	t _{dp} (h)
CASELLA (C)	C1	8,76	16	35.2	59	2,4995
	C2	7,38	38	83.6	38	3,4017
ESTRET (E)	E1	11,73	13	28.6	64	1,8822
	E2	8,25	20	44.0	54	2,0687
	E3	3,04	33	72.6	41	2,2508
VILELLA	V1	3,83	23	50.6	50	2,1259
SECUNDARIA	S1	4,76	29	63.8	44	1,8981

Tabla 14.- Características y parámetros de las cuencas.

Modelo de propagación en cauces

La laminación en los cauces se ha realizado mediante el modelo de Muskingum. Los parámetros del modelo son K y X, siendo K el tiempo de viaje de la onda a través del tramo de cauce y X un parámetro que varía entre 0 y 0.5. Además, es necesario introducir el número de tramos, que se calcula como el cociente entre el tramo de viaje de la onda a través del tramo de propagación y el lapso de tiempo computacional. Para que el modelo sea estable los parámetros deben ser tales que se encuentren dentro de la zona sombreada de la gráfica que se presenta a continuación, extraída del manual técnico del HMS:

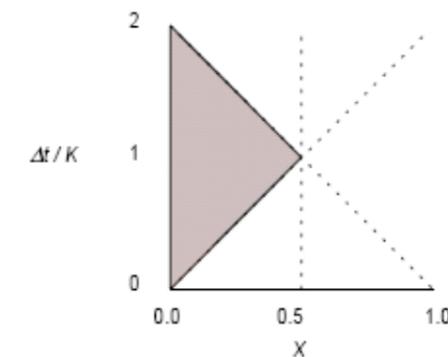


Figura 10.- Relación de parámetros para estabilidad del modelo de Muskingum.

Como se observa en el esquema hidrológico, no se considera propagación en el tramo entre la confluencia del Vilella y L'Estret (J1), y el Casella (J3). A continuación, en la Parámetros del modelo de Muskingum., se resumen las características y parámetros que requiere el modelo de Muskingum para cada uno de los tramos del esquema hidrológico.

	TRAMO DE PROPAGACIÓN			
	TC1	T1	TE1	TE2
Longitud tramo	7567	1323	3498	3764
Pendiente	0.0092	0.00302	0.0037	0.0077
Vel. flujo estimada	2.50	2.00	2.00	2.00
K (s)	3027	662	1749	1882
K (h)	0.84	0.18	0.49	0.52
X	0.09	0.20	0.08	0.08
n°subtramos	2	1	1	1

Tabla 15.- Parámetros del modelo de Muskingum.

6.2.2.- Modelo meteorológico.

El programa HEC-HMS permite introducir un hietograma definido por el usuario; en este aspecto, se han introducido los histogramas sintéticos por bloques que se recogen en el ANEXO N°3 para cada periodo de retorno con una duración de 6h.

6.2.3.- Especificaciones de control.

Se opta por un tiempo de duración de la simulación de 12 horas e intervalo de tiempo de simulación de 5 min.

Listado de sucesos simulados:

- R1 → Tormenta de 6h por bloques uniforme en toda la cuenca C+E+V1+S1.
- R2 → Tormenta de 6h por bloques uniforme en la cuenca C+E+V1.
- R3 → Tormenta de 6h por bloques uniforme en Casella (C1+C2).
- R4 → Tormenta de 6h por bloques uniforme en L'Estret (E1+E3+E3).
- R5 → Tormenta de 6h por bloques uniforme em Vilella (V1).

6.2.4.- Resultados: Hidrogramas de Crecida y Caudales punta

El Anexo N° 5 recoge los hidrogramas de crecida para cada una de las simulaciones realizadas, éstas corresponden a las posibilidades que se reflejan en la Tabla 11. Además, el modelo permite obtener hidrogramas de cada cuenca y exutorio (definido como nudo) independiente y conjuntamente.

La Puntos de control para la obtención de hidrogramas en el esquema hidrológico de modelación con HEC-HMS. recoge la localización de puntos de control para los que se han obtenido los hidrogramas de crecida.

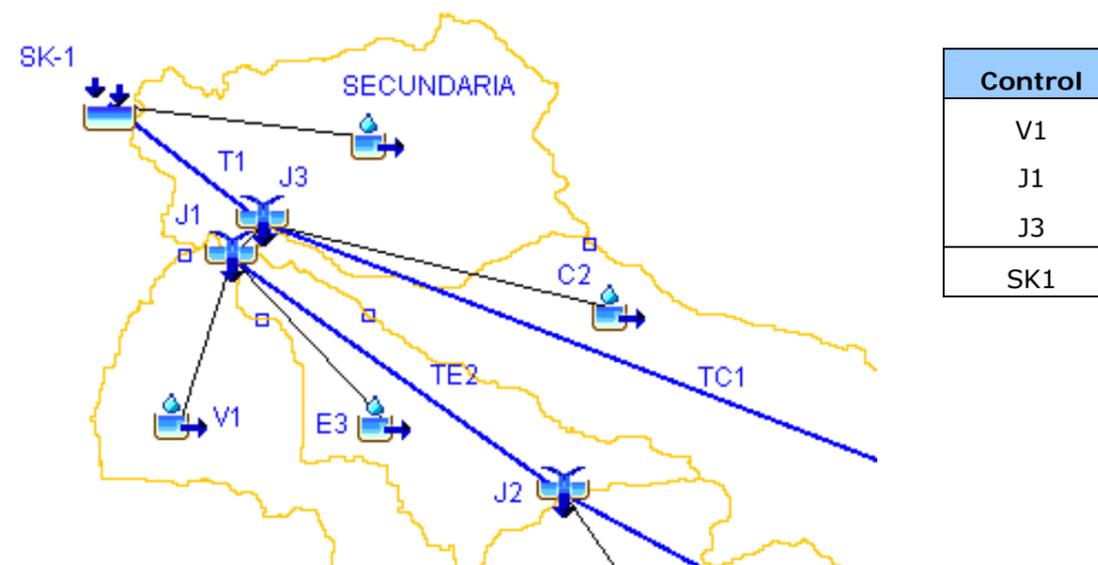


Figura 11.- Puntos de control para la obtención de hidrogramas en el esquema hidrológico de modelación con HEC-HMS.

En la tabla siguiente se indican los resultados de caudales punta para cada subcuenca y punto de control (unión o desembocadura) obtenidos según los sucesos simulados para la los periodos de retorno de 25, 100, 200 y 500 años.

R1 Tormenta 6h por bloques uniforme en toda la cuenca C+E+V1+S1						
Control	Comentario	T (años)				
		25	50	100	200	500
		Q _{max} (m ³ /s)				
V1	Vilella	19,3	30,3	43,8	59,6	84
J1	Estret	134,5	192,8	261,4	339,1	455,5
J1	Estret + Vilella E + V1	148,9	215,2	293,1	382,3	516
J3	Casella C=(C1 + TC1 + C2)	62,4	93,9	132,1	177	245,7
J3	Confluencia de 3 barrancos	207,7	303,4	417,4	548,3	746,6
SK1	Desembocadura al Júcar J = (C+E+V1+T1+S1)	216	317	437	575	785

R2 Tormenta de 6h por bloques uniforme en la cuenca C+E+V1						
Control	Comentario	T (años)				
		25	50	100	200	500
		Q _{max} (m ³ /s)				
V1	Vilella	19,3	30,3	43,9	59,7	84,2
J1	Estret	134,4	192,8	261,5	339,7	456,4
J1	Estret + Vilella E + V1	148,8	215,2	293,4	383	517,2
J3	Casella C=(C1 + TC1 + C2)	62,3	93,9	132,2	177,4	246,3
J3	Confluencia de 3 barrancos	207,7	303,4	417,7	549,4	748,3
SK1	Desembocadura al Júcar J = (C+E+V1+T1)	208	303	418	549	748

R3 Tormenta de 6h por bloques uniforme en CASELLA (C1+C2)						
Control	Comentario	T (años)				
		25	50	100	200	500
		Q _{max} (m ³ /s)				
J3	Casella C=(C1 + TC1 + C2)	55,7	84,2	120,1	161	225,7
SK1	Desembocadura al Júcar J = (C+ T1)	55,1	83,2	118,6	158,9	222,8

R4 Tormenta de 6h por bloques uniforme en L'ESTRET (E1, E2, E3)						
Control	Comentario	T (años)				
		25	50	100	200	500
		Q _{max} (m ³ /s)				
J1	Estret E=(E1+TE1+E2+TE2+E3)	147,6	210,5	283,6	367,4	491,3
SK1	Desembocadura al Júcar J = (E+T1)	145,7	207,8	279,7	362,7	484

R5 Tormenta de 6h por bloques uniforme en VILELLA (V1)						
Control	Comentario	T (años)				
		25	50	100	200	500
		Q _{max} (m ³ /s)				
V1	Vilella	33,7	50,3	69,2	91,9	124,6
SK1	Desembocadura al Júcar J = (V1+T1)	32,7	48,8	67	89	120,7

6.3.- COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS ESTUDIOS PREVIOS.

Como ya se ha expuesto, en el presente estudio, se ha realizado la obtención de los caudales máximos mediante el método de Témez y mediante un método que incluyera la simulación de sucesos más complejos con tormentas de diseño y modelación de propagación en cauces. Aunque, como se verá, esta manera doble de abordar el problema permitirá conclusiones más certeras en la

elección de los caudales de diseño, en este punto permite la comparación con los estudios anteriores ya que éstos utilizaron la modelación que aquí se presenta.

Así, el "Estudio Hidrológico-Hidráulico de los barrancos de La Casella, Vilella y L'Estret y sus zonas de inundación", 2003. Generalitat Valenciana. Consellería d'Infraestructuras i Transport, utiliza exclusivamente el método de Témez de forma individualizada para cada uno de los barrancos y de forma completa a toda la cuenca. Esto equivale a los resultados aquí presentados en 6.1.-. La Tabla 16, incluye esta comparación:

	C.I.T., 2003					Elaboración propia (Témez)					Diferencia Elaboración propia vs C.I.T.				
	Q _{max} (m ³ /s)					Q _{max} (m ³ /s)					(%)				
T (años)	25	50	100	250	500	25	50	100	250	500	25	50	100	250	500
C+E+V1	169,5	240,1	320,1	416,2	556,9	212,3	296,5	394,9	507,1	673,8	22%	21%	21%	20%	19%
CASELLA	51,8	75,0	101,6	133,8	181,5	60,2	86,3	118,1	153,8	209,2	15%	14%	15%	14%	14%
ESTRET	91,7	129,0	171,1	221,6	295,3	143,4	196,1	256,0	324,3	423,3	44%	41%	40%	38%	36%
VILELLA	38,5	52,5	68,0	86,3	112,4	41,0	56,5	73,7	94,0	122,9	6%	7%	8%	9%	9%

Tabla 16.- Comparación entre los caudales obtenidos en el estudio del C.I.T. (2003) y el presente análisis, ambos por método de Témez.

Los caudales aquí obtenidos son mayores debido a dos motivos fundamentales:

- Los coeficientes de escorrentía (P₀) aquí estimados son del orden de un 40% inferiores para los barrancos de La Casella y L'Estret, diferenciándose tan solo en un 1% para el Vilella. Esto supone una mayor producción de escorrentía y deja el cálculo del lado de la seguridad⁵. Especialmente es acusado esta consideración en la cuenca del Estret donde el P₀ corregido (67.8 mm) del C.I.T. es más propio de una cuenca con alto porcentaje de masa forestal y suelo tipo A, que una cuenca donde prácticamente la mitad de su superficie está asociada a suelo residencial/industrial con fuerte producción de escorrentía. Además esta es la cuenca con mayor superficie, lo que la convierte en la más influyente en el caudal total. Esto es especialmente importante en periodos de retorno bajos, donde un

⁵ Las estimaciones de comparación se basan en las Tablas 19 y 20, del documento: "Estudio Hidrológico-Hidráulico de los barrancos de La Casella, Vilella y L'Estret y sus zonas de inundación", 2003. Generalitat Valenciana. Consellería d'Infraestructuras i Transport

P0 elevado infraestima los caudales más significativamente que en periodos de retorno más elevados

- La ley Gumbel utilizada como ajuste a las series de precipitaciones de las estaciones de Alzira, Carcaixent y Benifairó, infraestima los cuantiles de periodo de retorno superiores a 50 años. Así, por ejemplo, en este estudio la precipitación en la cuenca del Estret para 100 años de periodo de retorno es un 6% superior, mientras que para 500 años es un 9% respecto del estudio del C.I.T. En general, la precipitación para la cuenca completa es un 5% superior en este estudio⁶.

Por otro lado, el estudio del CEDEX sí aplica un modelo hidrometeorológico con el que obtener diferentes hidrogramas de cálculo para periodos de 50, 100 y 250 años, proporcionándolos para la cuenca total formada por los 3 barrancos y para cada uno de ellos individualmente.

	CEDEX, 2002			Elaboración propia (HEC-HMS)			Diferencia Elaboración propia vs CEDEX		
	Q _{máx.} (m ³ /s)			Q _{máx.} (m ³ /s)			(%)		
T (años)	50	100	250	50	100	250	50	100	250
C+E+V1+S1	264,7	383,4	540,0	316,6	436,5	575,4	18%	13%	6%
CASELLA	95,2	138,1	194,9	93,9	132,1	177,0	-1%	-4%	-10%
ESTRET	158,5	229,9	324,4	192,8	261,4	339,1	20%	13%	4%
VILELLA	32,2	46,9	66,1	30,3	43,8	59,6	-6%	-7%	-10%

Las diferencias respecto del estudio aquí desarrollado son:

- La precipitación es única para toda la cuenca, si bien la serie es modelada mediante una ley SQRT-ET-máx para las dos estaciones en común (Carcaixent y Alzira) el cuantil, por ejemplo, para periodo de retorno de 250 años es del mismo orden para el Casella (321 mm del CEDEX frente a los 319 mm de la Tabla 11) ,

⁶ Las estimaciones de comparación se basan en la Tabla 9 del documento: "Estudio Hidrológico-Hidráulico de los barrancos de La Casella, Vilella y L'Estret y sus zonas de inundación", 2003. Generalitat Valenciana. Consellería d'Infraestructuras i Transport

para el Vilella es un 30% menor (321 mm del CEDEX frente a los 421 mm de la Tabla 11). Esto dará caudales menores en toda la cuenca⁷.

- La caracterización del P₀ también es única para toda la cuenca, desconsiderando efectos de producción de escorrentía claramente diferenciados entre las zonas altas y bajas de las cuencas. Al igual que en la modelación del C.I.T. esto es más significativo en la cuenca del Estret donde el P₀corregido (58,9 mm) del CEDEX es más propio de una cuenca con alto porcentaje de masa forestal y suelo tipo A, que una cuenca donde prácticamente la mitad de su superficie está asociada a suelo residencial/industrial. Sin embargo, este efecto en el Casella, se ve compensado por una disminución del caudal generado por la laminación en cauces considerada en este estudio⁸.
- El esquema hidrológico del estudio del CEDEX no considera efectos de propagación en las cuencas de Estret y Casella, esto podría implicar a priori un cierto grado de sobredimensionamiento de los caudales al no incluirse estos efectos de laminación. Para tiempos de concentración del mismo orden el sobredimensionamiento deja del lado de la seguridad, pero si los tiempos de concentración son diferentes, se infradimensionan los caudales punta. Este infradimensionamiento se explica al considerar sólo el efecto del desfase de las puntas de hidrogramas generados en cuencas con tiempos de concentración diferentes. El efecto de la propagación traslada el hidrograma retrasando o adelantando su llegada a la confluencia común; efecto que puede elevar los caudales punta en la suma final de los hidrogramas de cuencas distintas. La diferencia entre las cuencas altas y bajas de los barrancos de Estret y Casella, junto con el diferente tiempo de concentración del Vilella, justifican el modelo más complejo aquí desarrollado.
- La tormenta de diseño utilizada en el CEDEX es de 24 horas, lo que implica que su pico de intensidad se produce a las 12 horas del comienzo de la tormenta, cuando

los tiempos de concentración de las cuencas están entre 2,5 y 4 horas. Este hecho infradimensiona los caudales punta.

A continuación, se comparan los resultados obtenidos por los dos métodos desarrollados en el presente estudio. Para realizar esta comparación es necesario escoger los sucesos que, del modelo pseudo-distribuido HEC-HMS, sean equivalentes al modelo de Témez; esto es, básicamente aquellos sucesos donde sólo "llueve" sobre la cuenca de estudio (o subcuenca). En base a esto, se incluye en la Tabla 17, como comparación entre ambos modelos implementados.

	MÉTODO RACIONAL					HEC-HMS					Diferencia HMS vs				
	Q _{max} (m ³ /s)					Q _{max} (m ³ /s)									
T (años)	25	50	100	250	500	25	50	100	250	500	25	50	100	250	500
C+E+V1+S1	217,3	304,7	406,7	523,1	696,9	215,9	316,6	436,5	575,4	784,7	-1%	4%	7%	10%	12%
C+E+V1	212,3	296,5	394,9	507,1	673,8	207,7	303,4	417,7	549,4	748,3	-2%	2%	6%	8%	10%
CASELLA	60,2	86,3	118,1	153,8	209,2	55,7	84,2	120,1	161,0	225,7	-8%	-2%	2%	5%	8%
ESTRET	143,4	196,1	256,0	324,3	423,3	147,6	210,5	283,6	367,4	491,3	3%	7%	10%	12%	15%
VILELLA	41,0	56,5	73,7	94,0	122,9	33,7	50,3	69,2	91,9	124,6	-	-	-6%	-2%	1%

Tabla 17.- Comparación entre métodos.

En general, el modelo de Témez es más conservador para periodos de retorno menores, mientras que predice caudales punta menores para periodos de retorno superiores. Para la definición de los caudales de diseño se opta en este estudio por aplicar los que se basan en el modelo HEC-HMS.

Escoger unos caudales de diseño, implica escoger un suceso tormentoso de diseño, apropiado con las características de la cuenca. Se toma como suceso de diseño R1, en tanto, que por las características geomofológicas de las cuencas y climatológicas del área de estudio no se han registrado tormentas que se presenten exclusivamente en cada una de las tres cuencas por separado. Las respuestas de sucesos tormentosos individualizados para las cuencas de Estret (R4) y Casella (R3) dan caudales similares a los obtenidos en el suceso de diseño (R1); las diferencias entre un suceso agregado y uno individualizado se dan en la cuenca de Vilella, debido a su escasa extensión (R5). Precisamente la escasa extensión de esta cuenca sirve de base para desechar un suceso tormentoso que se concentre exclusivamente en esta área. Por tanto, se escoge el suceso R1 como suceso de diseño:

⁷ Las estimaciones de comparación se basan en el apartado 2.3 del Anejo 2: Estudio Hidrológico del documento: "Determinación de los niveles máximos admisibles en el río Júcar para la realización de actuaciones en los barrancos de Barcheta y Casella", 2002. CEDEX

⁸ Las estimaciones de comparación se basan en el apartado 4.3.2. del Anejo 2: Estudio Hidrológico del documento: "Determinación de los niveles máximos admisibles en el río Júcar para la realización de actuaciones en los barrancos de Barcheta y Casella", 2002. CEDEX

T (años)	Elaboración propia				
	Q _{max} (m ³ /s)				
	25	50	100	250	500
C+E+V1+S1	215,9	316,6	436,5	575,4	784,7
C+E+V1	207,7	303,4	417,7	548,3	746,6
CASELLA	62,4	93,9	132,1	177,0	245,7
ESTRET	134,5	192,8	261,4	339,1	455,5
VILELLA	19,3	30,3	43,8	59,6	84

Tabla 18.- Caudales punta para el suceso de diseño (R1)

7.- CAUDALES E HIDROGRAMAS DE DISEÑO

Del estudio hidrológico realizado se obtienen los caudales para distintos periodos de retorno en varios puntos de interés, cuyos valores se presentan en los puntos 6.3.1 y 6.3.2. La modelación realizada permite obtener el caudal y los hidrogramas en todos los puntos donde se han localizado nudos de unión y en cada una de las subcuencas de forma independiente, tal y como se ha presentado en los resultados.

Tal y como se recoge en el apartado 2.- OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO, se han adoptado como hidrogramas de diseño, el correspondiente a 25 años de periodo de retorno para zonas agrícolas y el correspondiente a 100 años para zonas urbanas.

A continuación, en la Tabla 18 se fijan los caudales para el diseño de las infraestructuras de acondicionamiento de los barrancos, objeto del presente proyecto. Los hidrogramas correspondientes se presentan en las Figura 12 y 13.

T (años)	CAUDALES DE DISEÑO (m ³ /s)	
	25	100
C+E+V1+S1	215,9	436,5
C+E+V1	207,7	417,7
CASELLA	62,4	132,1
ESTRET	134,5	261,4
VILELLA	19,3	43,8

Tabla 19.- Caudales de diseño

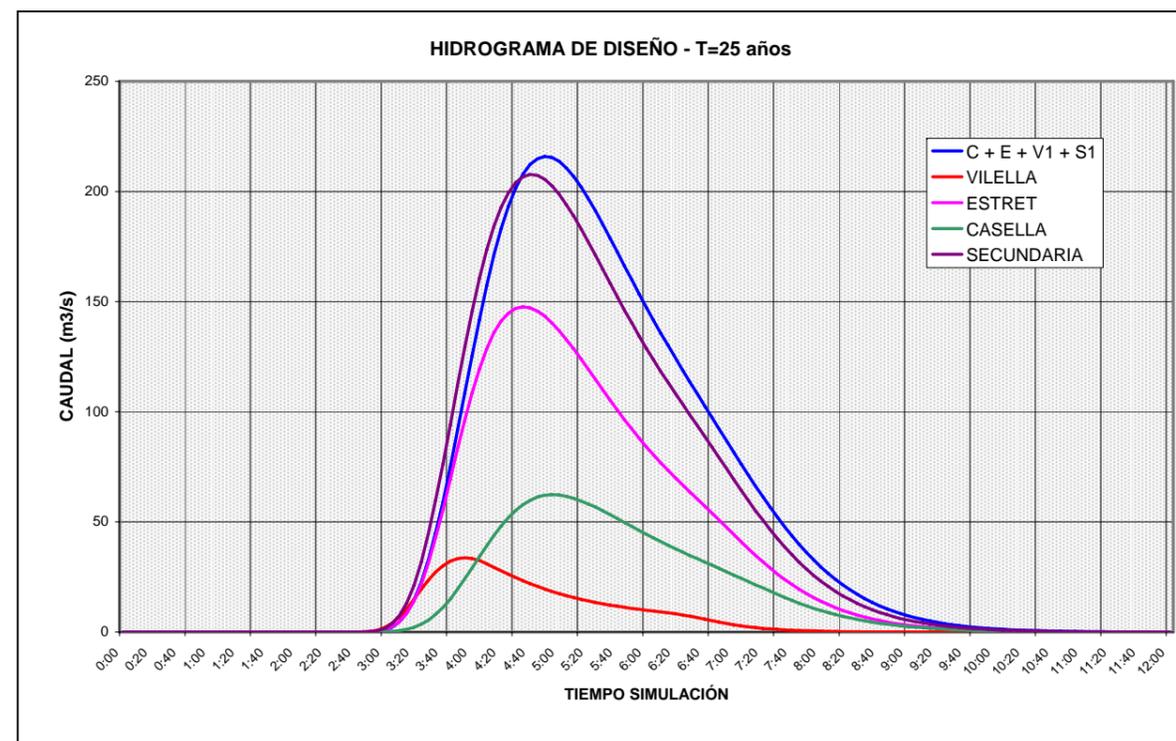


Figura 12.- Hidrograma de diseño para 25 años de periodo de retorno.

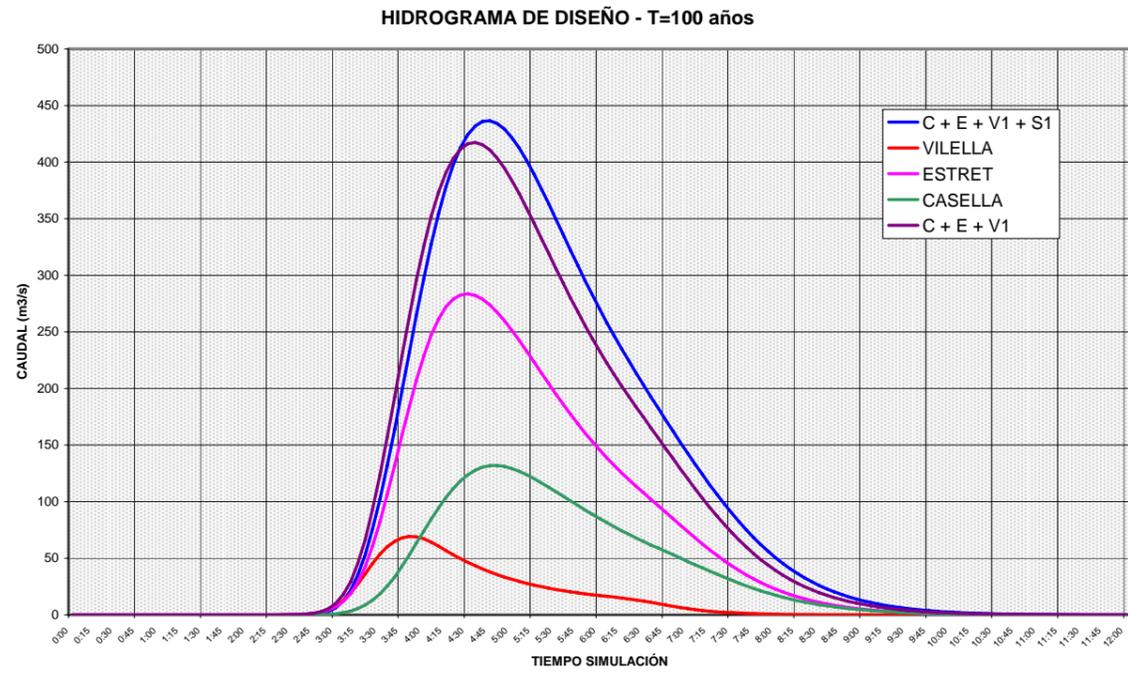


Figura 13.- Hidrograma de diseño para 100 años de periodo de retorno.

ANEXOS

ANEXO N° 1.- DATOS ANÁLISIS Y AJUSTES DE LAS SERIES TEMPORALES DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

ESTACIÓN Alzira H.E.

UTM

X	719950,03
Y	4336889,72

datos	44
-------	----

media	108,93
desviación	63,48
asimetría	0,96
Cv	0,58

Año	PMD(mm)
1961	
1962	135,00
1963	35,00
1964	38,00
1965	212,00
1966	62,00
1967	68,00
1968	68,00
1969	95,00
1970	65,00
1971	192,00
1972	100,00
1973	118,00
1974	65,00
1975	180,00
1976	89,00
1977	200,00
1978	44,00
1979	64,00
1980	156,00
1981	50,00
1982	
1983	205,70
1984	53,00
1985	82,00
1986	154,00
1987	
1988	85,50
1989	155,00
1990	67,00
1991	229,00
1992	62,00
1993	233,00
1994	65,00
1995	116,00
1996	190,00
1997	63,50
1998	101,70
1999	55,20
2000	280,00
2001	155,70
2002	64,20
2003	80,00
2004	39,30
2005	55,00
2006	67,20
2007	97,80

ESTACIÓN BENIFAIRO

UTM

X	733494
Y	4326477

datos	36
-------	----

media	121,72
desviación	74,56
asimetría	3,28
Cv	0,61

Año	PMD(mm)
1947	
1948	
1949	100,50
1950	221,70
1951	62,00
1952	44,80
1953	130,40
1954	69,70
1955	168,00
1956	
1957	105,50
1958	166,80
1959	119,50
1960	57,50
1961	117,00
1962	116,50
1963	
1964	
1965	
1966	
1967	
1968	
1969	65,00
1970	76,00
1971	202,00
1972	
1973	90,20
1974	101,20
1975	124,30
1976	110,40
1977	76,50
1978	45,20
1979	125,00
1980	135,00
1981	65,20
1982	71,20
1983	52,80
1984	73,00
1985	202,00
1986	128,00
1987	128,00
1988	200,00
1989	110,00
1990	90,00
1991	75,00
1992	
1993	110,00
1994	100
1995	500
1996	180
1997	138
1998	90
1999	180
2000	110

ESTACIÓN Carcaixent S.E. Agraria

UTM

X	720809,1
Y	4331976,67

datos	34
-------	----

media	116,14
desviación	74,39
asimetría	1,50
Cv	0,64

Año	PMD(mm)
1961	
1962	
1963	
1964	
1965	
1966	
1967	
1968	
1969	
1970	
1971	105,50
1972	201,00
1973	159,00
1974	77,50
1975	95,50
1976	94,50
1977	215,00
1978	35,50
1979	126,50
1980	134,00
1981	55,00
1982	
1983	278,00
1984	74,00
1985	113,00
1986	85,50
1987	357,00
1988	98,00
1989	96,00
1990	64,80
1991	149,80
1992	39,30
1993	90,00
1994	68,60
1995	94,30
1996	183,00
1997	30,00
1998	46,00
1999	41,50
2000	170,00
2001	248,50
2002	101,00
2003	94,50
2004	84,00
2005	42,90
2006	
2007	

ESTACIÓN Corberá Hto.Santisimo

UTM

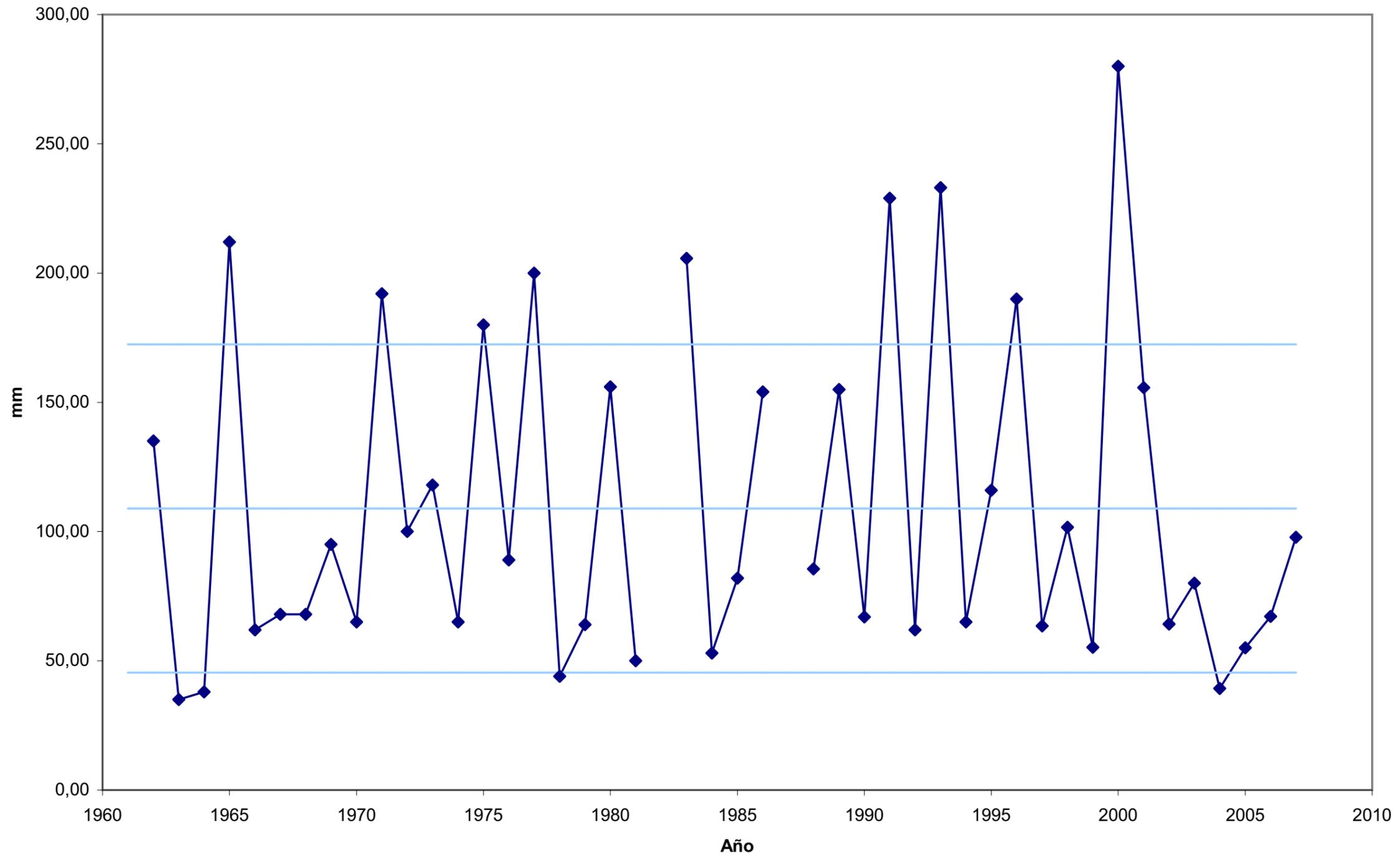
X	79282,68
Y	4340688

datos	21
-------	----

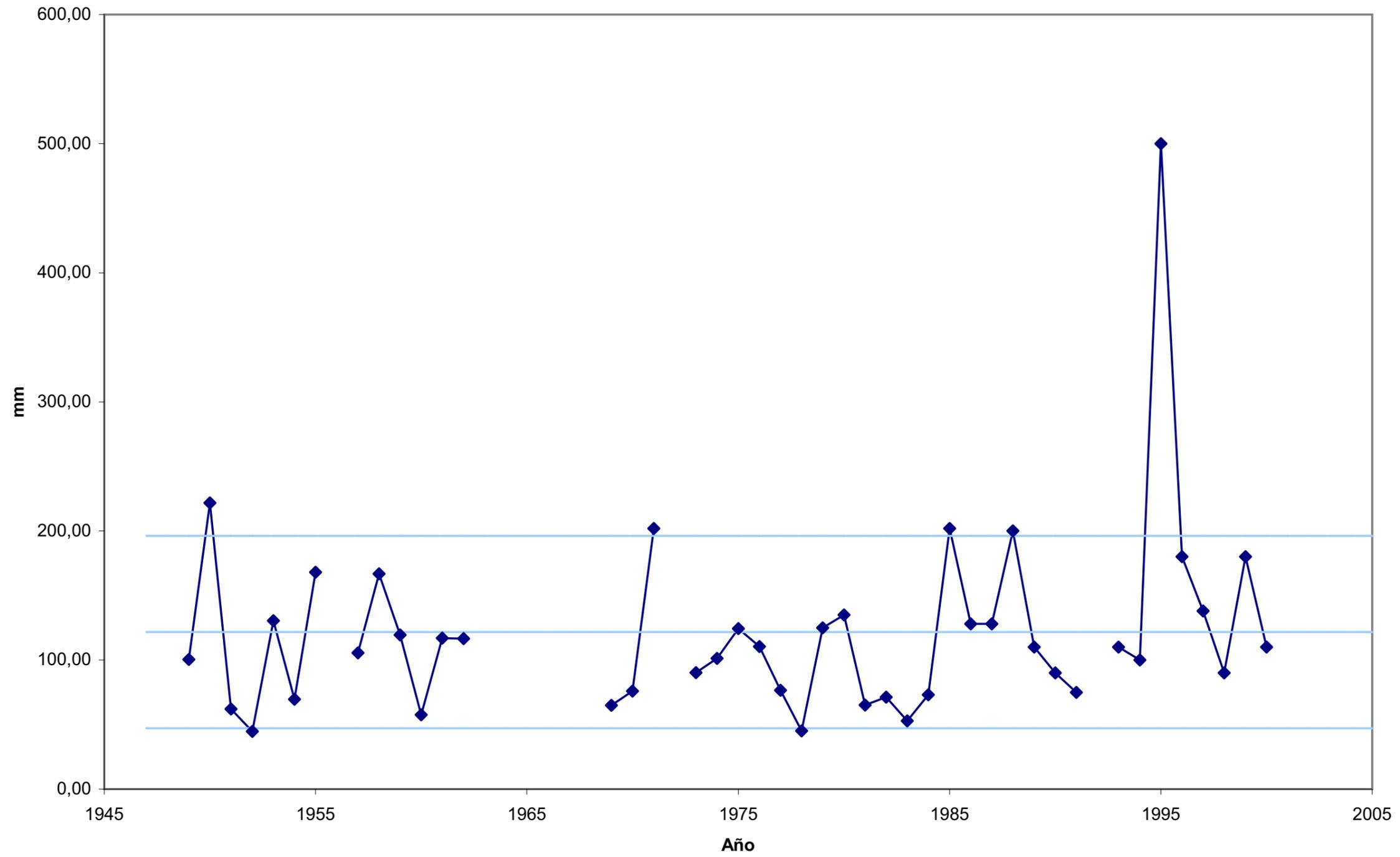
media	94,52
desviación	52,75
asimetría	0,73
Cv	0,56

Año	PMD(mm)
1972	
1973	134,0
1974	
1975	
1976	
1977	96,0
1978	24,0
1979	36,0
1980	58,0
1981	90,0
1982	50,0
1983	182,0
1984	54,0
1985	56,0
1986	108,0
1987	146,0
1988	104,0
1989	155,0
1990	62,0
1991	192,0
1992	65,0
1993	49,0
1994	58,0
1995	
1996	193,0
1997	73,0
1998	
1999	
2000	
2001	
2002	
2003	
2004	

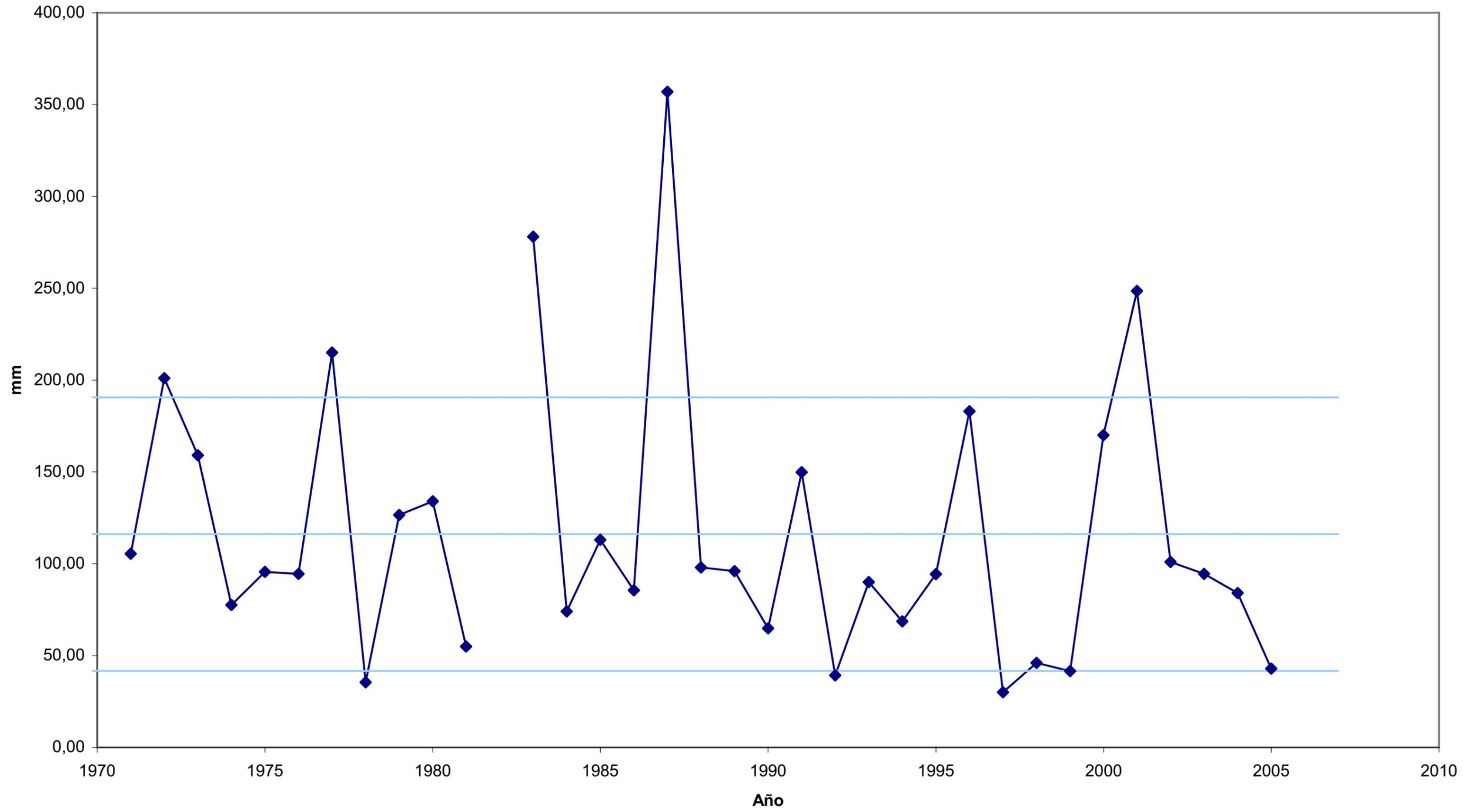
Precipitaciones máximas anuales de la estación de: ALZIRA H.E.



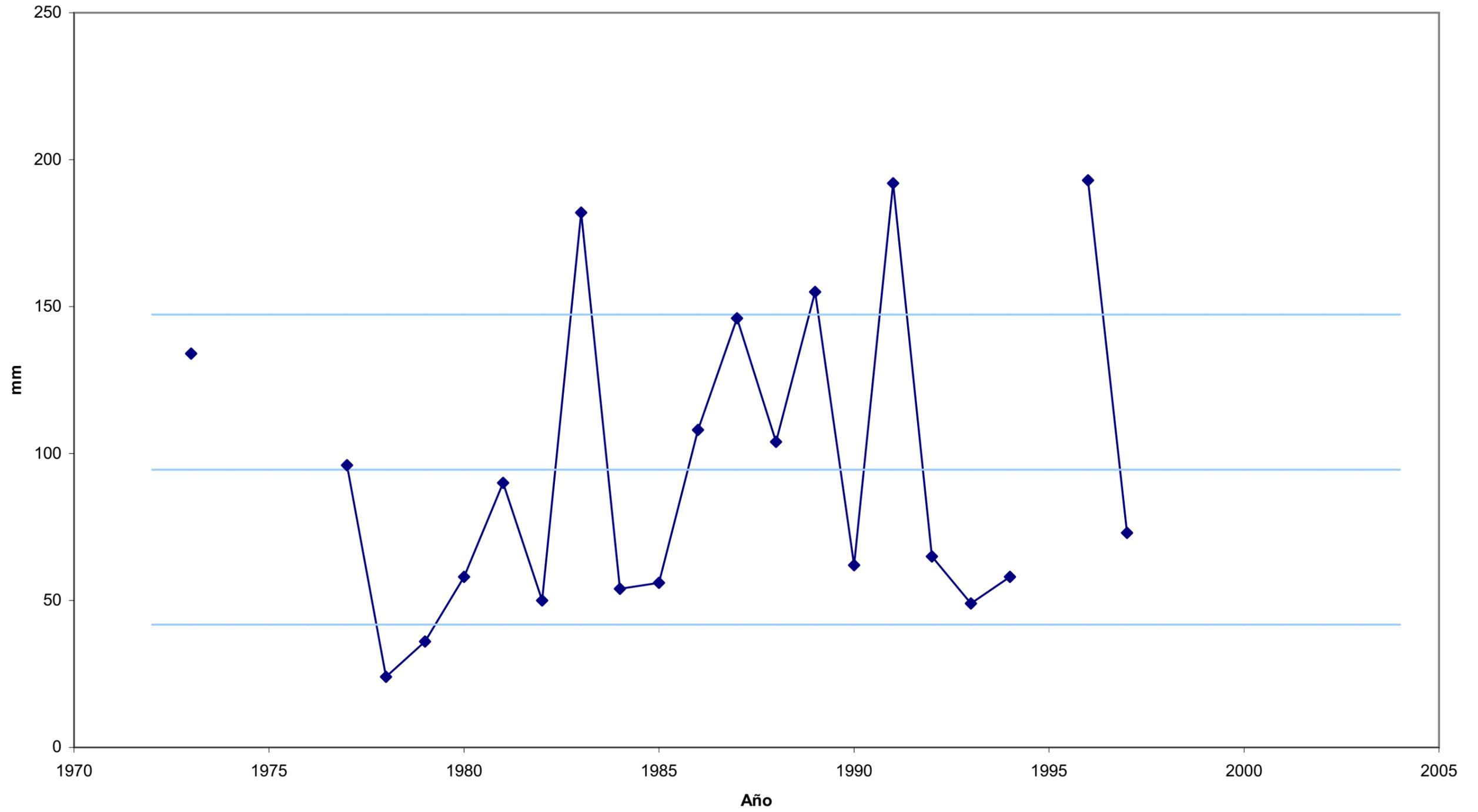
Precipitaciones máximas anuales de la estación de: BENIFAIRO DE LA VALLDIGNA



Precipitaciones máximas anuales de la estación de: CARCAIXENT S.E.AGRARIA



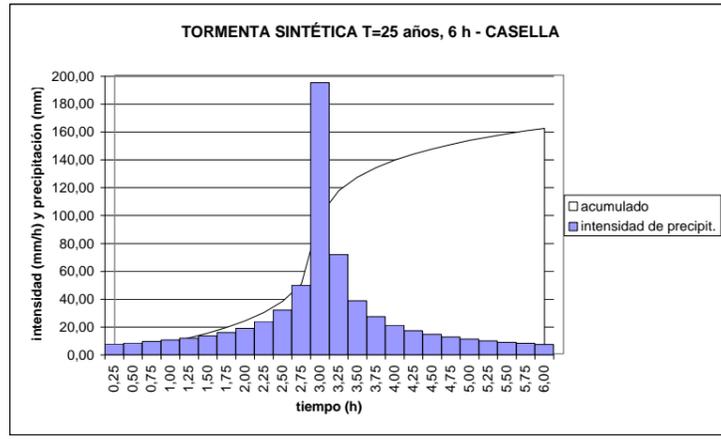
Precipitaciones máximas anuales de la estación de: CORBERA HTO. SANTÍSIMO



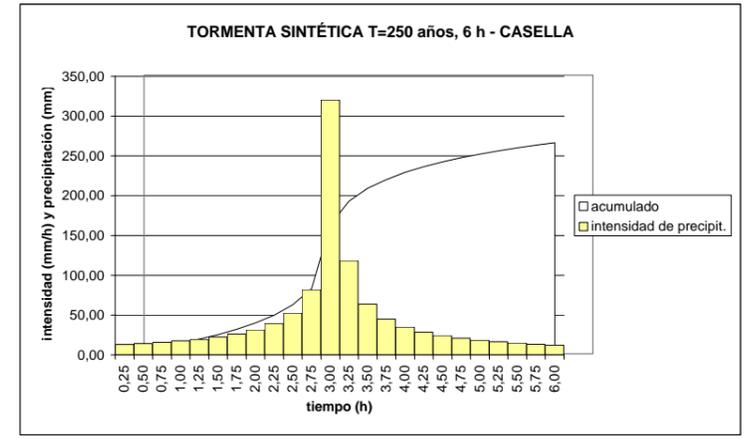
ANEXO N° 2.- POLÍGONOS DE THIESSEN

ANEXO N° 3.- HIETOGRAMAS DE LAS TORMENTAS DE DISEÑO

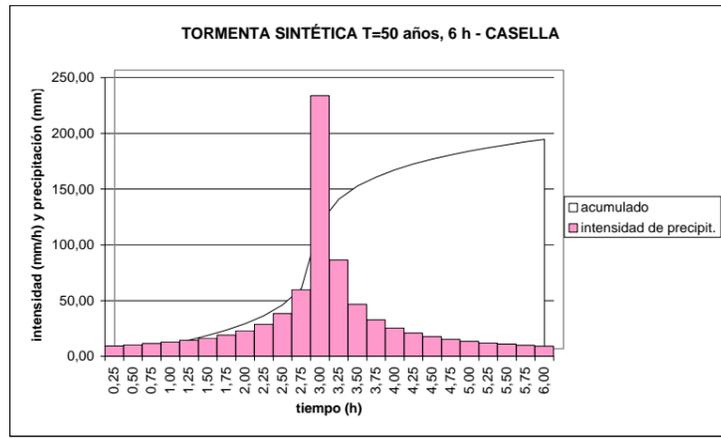
CUANTIL		T=25 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
194,46 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	7,94	1,98	1,22%	1,98	1,22%	
0,50	5,25	8,69	2,17	1,34%	4,16	2,55%	
0,75	4,75	9,58	2,40	1,47%	6,55	4,03%	
1,00	4,25	10,67	2,67	1,64%	9,22	5,67%	
1,25	3,75	12,02	3,01	1,85%	12,23	7,51%	
1,50	3,25	13,75	3,44	2,11%	15,66	9,63%	
1,75	2,75	16,03	4,01	2,46%	19,67	12,09%	
2,00	2,25	19,21	4,80	2,95%	24,47	15,04%	
2,25	1,75	23,99	6,00	3,69%	30,47	18,73%	
2,50	1,25	32,14	8,04	4,94%	38,50	23,66%	
2,75	0,75	50,01	12,50	7,68%	51,01	31,35%	
3,00	0,25	195,40	48,85	30,02%	99,86	61,37%	
3,25	0,50	72,15	18,04	11,09%	117,89	72,46%	
3,50	1,00	38,96	9,74	5,99%	127,63	78,44%	
3,75	1,50	27,45	6,86	4,22%	134,50	82,66%	
4,00	2,00	21,33	5,33	3,28%	139,83	85,94%	
4,25	2,50	17,47	4,37	2,68%	144,20	88,62%	
4,50	3,00	14,80	3,70	2,27%	147,90	90,90%	
4,75	3,50	12,83	3,21	1,97%	151,10	92,87%	
5,00	4,00	11,31	2,83	1,74%	153,93	94,60%	
5,25	4,50	10,10	2,53	1,55%	156,46	96,16%	
5,50	5,00	9,12	2,28	1,40%	158,74	97,56%	
5,75	5,50	8,30	2,07	1,27%	160,81	98,83%	
6,00	6,00	7,61	1,90	1,17%	162,71	100,00%	



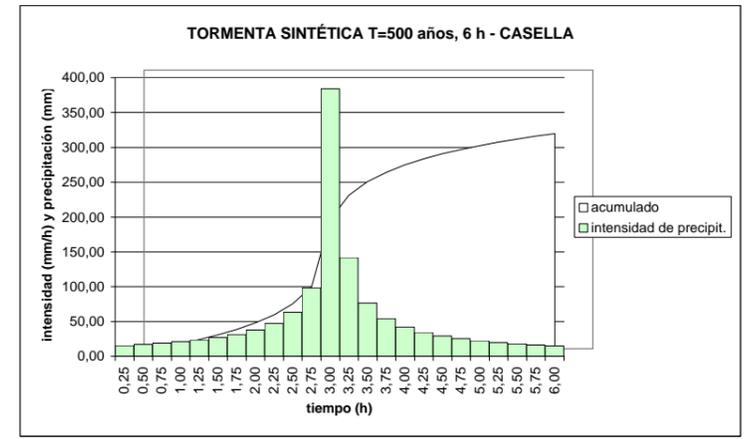
CUANTIL		T=250 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
318,76 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	13,01	3,25	2,00%	3,25	1,22%	
0,50	5,25	14,24	3,56	2,19%	6,81	2,55%	
0,75	4,75	15,71	3,93	2,41%	10,74	4,03%	
1,00	4,25	17,49	4,37	2,69%	15,11	5,67%	
1,25	3,75	19,71	4,93	3,03%	20,04	7,51%	
1,50	3,25	22,53	5,63	3,46%	25,67	9,63%	
1,75	2,75	26,27	6,57	4,04%	32,24	12,09%	
2,00	2,25	31,49	7,87	4,84%	40,11	15,04%	
2,25	1,75	39,33	9,83	6,04%	49,95	18,73%	
2,50	1,25	52,68	13,17	8,09%	63,12	23,66%	
2,75	0,75	81,97	20,49	12,59%	83,61	31,35%	
3,00	0,25	320,29	80,07	49,21%	163,68	61,37%	
3,25	0,50	118,27	29,57	18,17%	193,25	72,46%	
3,50	1,00	63,86	15,97	9,81%	209,22	78,44%	
3,75	1,50	44,99	11,25	6,91%	220,46	82,66%	
4,00	2,00	34,96	8,74	5,37%	229,21	85,94%	
4,25	2,50	28,64	7,16	4,40%	236,37	88,62%	
4,50	3,00	24,26	6,06	3,73%	242,43	90,90%	
4,75	3,50	21,03	5,26	3,23%	247,69	92,87%	
5,00	4,00	18,54	4,63	2,85%	252,32	94,60%	
5,25	4,50	16,56	4,14	2,54%	256,46	96,16%	
5,50	5,00	14,94	3,74	2,30%	260,20	97,56%	
5,75	5,50	13,60	3,40	2,09%	263,60	98,83%	
6,00	6,00	12,47	3,12	1,92%	266,71	100,00%	



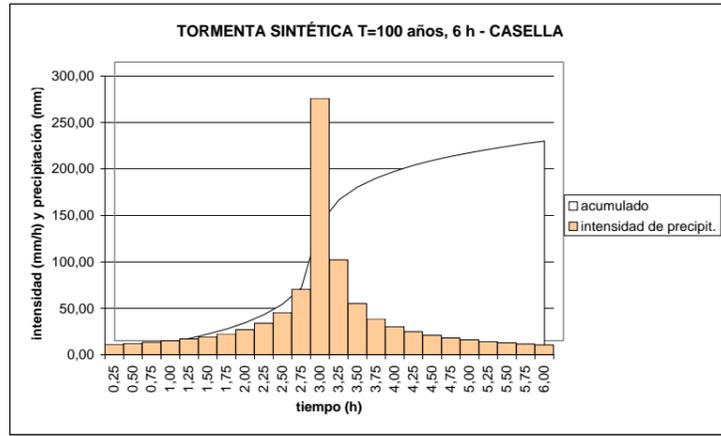
CUANTIL		T=50 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
232,68 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	9,50	2,37	1,46%	2,37	1,22%	
0,50	5,25	10,40	2,60	1,60%	4,97	2,55%	
0,75	4,75	11,47	2,87	1,76%	7,84	4,03%	
1,00	4,25	12,77	3,19	1,96%	11,03	5,67%	
1,25	3,75	14,38	3,60	2,21%	14,63	7,51%	
1,50	3,25	16,45	4,11	2,53%	18,74	9,63%	
1,75	2,75	19,18	4,79	2,95%	23,54	12,09%	
2,00	2,25	22,98	5,75	3,53%	29,28	15,04%	
2,25	1,75	28,71	7,18	4,41%	36,46	18,73%	
2,50	1,25	38,46	9,61	5,91%	46,07	23,66%	
2,75	0,75	59,84	14,96	9,19%	61,03	31,35%	
3,00	0,25	233,80	58,45	35,92%	119,48	61,37%	
3,25	0,50	86,33	21,58	13,26%	141,06	72,46%	
3,50	1,00	46,62	11,65	7,16%	152,72	78,44%	
3,75	1,50	32,84	8,21	5,05%	160,93	82,66%	
4,00	2,00	25,52	6,38	3,92%	167,31	85,94%	
4,25	2,50	20,91	5,23	3,21%	172,54	88,62%	
4,50	3,00	17,71	4,43	2,72%	176,96	90,90%	
4,75	3,50	15,35	3,84	2,36%	180,80	92,87%	
5,00	4,00	13,53	3,38	2,08%	184,18	94,60%	
5,25	4,50	12,09	3,02	1,86%	187,20	96,16%	
5,50	5,00	10,91	2,73	1,68%	189,93	97,56%	
5,75	5,50	9,93	2,48	1,53%	192,41	98,83%	
6,00	6,00	9,10	2,28	1,40%	194,69	100,00%	



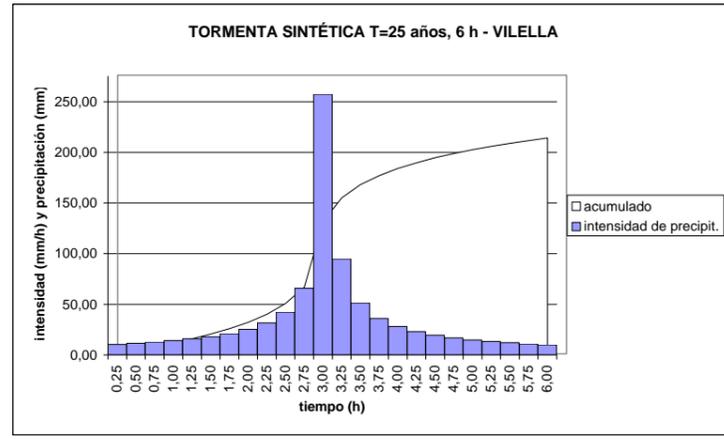
CUANTIL		T=500 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
382,27 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	15,60	3,90	2,40%	3,90	1,22%	
0,50	5,25	17,08	4,27	2,62%	8,17	2,55%	
0,75	4,75	18,84	4,71	2,89%	12,88	4,03%	
1,00	4,25	20,98	5,24	3,22%	18,13	5,67%	
1,25	3,75	23,63	5,91	3,63%	24,03	7,51%	
1,50	3,25	27,02	6,75	4,15%	30,79	9,63%	
1,75	2,75	31,51	7,88	4,84%	38,67	12,09%	
2,00	2,25	37,76	9,44	5,80%	48,11	15,04%	
2,25	1,75	47,16	11,79	7,25%	59,90	18,73%	
2,50	1,25	63,18	15,80	9,71%	75,69	23,66%	
2,75	0,75	98,31	24,58	15,10%	100,27	31,35%	
3,00	0,25	384,10	96,03	59,02%	196,29	61,37%	
3,25	0,50	141,84	35,46	21,79%	231,75	72,46%	
3,50	1,00	76,59	19,15	11,77%	250,90	78,44%	
3,75	1,50	53,95	13,49	8,29%	264,39	82,66%	
4,00	2,00	41,93	10,48	6,44%	274,87	85,94%	
4,25	2,50	34,35	8,59	5,28%	283,46	88,62%	
4,50	3,00	29,09	7,27	4,47%	290,73	90,90%	
4,75	3,50	25,22	6,30	3,87%	297,04	92,87%	
5,00	4,00	22,23	5,56	3,42%	302,59	94,60%	
5,25	4,50	19,86	4,96	3,05%	307,56	96,16%	
5,50	5,00	17,92	4,48	2,75%	312,04	97,56%	
5,75	5,50	16,31	4,08	2,51%	316,12	98,83%	
6,00	6,00	14,95	3,74	2,30%	319,85	100,00%	



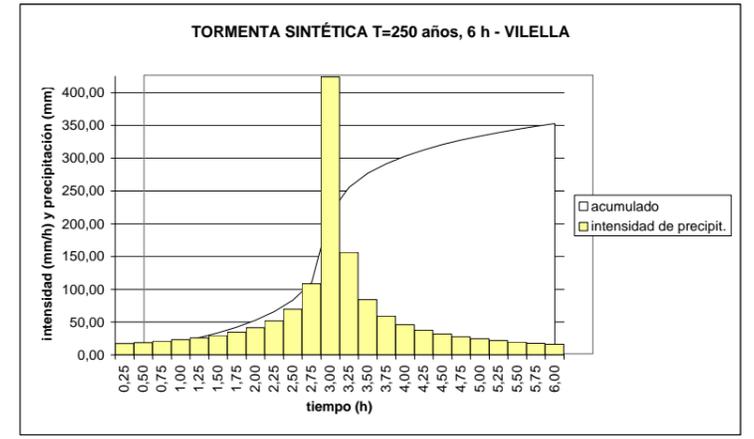
CUANTIL		T=100 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
274,92 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	11,22	2,81	1,72%	2,81	1,22%	
0,50	5,25	12,28	3,07	1,89%	5,88	2,55%	
0,75	4,75	13,55	3,39	2,08%	9,26	4,03%	
1,00	4,25	15,09	3,77	2,32%	13,04	5,67%	
1,25	3,75	17,00	4,25	2,61%	17,28	7,51%	
1,50	3,25	19,43	4,86	2,99%	22,14	9,63%	
1,75	2,75	22,66	5,66	3,48%	27,81	12,09%	
2,00	2,25	27,16	6,79	4,17%	34,60	15,04%	
2,25	1,75	33,92	8,48	5,21%	43,08	18,73%	
2,50	1,25	45,44	11,36	6,98%	54,44	23,66%	
2,75	0,75	70,70	17,67	10,86%	72,11	31,35%	
3,00	0,25	276,24	69,06	42,44%	141,17	61,37%	
3,25	0,50	102,01	25,50	15,67%	166,67	72,46%	
3,50	1,00	55,08	13,77	8,46%	180,44	78,44%	
3,75	1,50	38,80	9,70	5,96%	190,14	82,66%	
4,00	2,00	30,15	7,54	4,63%	197,68	85,94%	
4,25	2,50	24,70	6,18	3,80%	203,86	88,62%	
4,50	3,00	20,92	5,23	3,21%	209,09	90,90%	
4,75	3,50	18,14	4,53	2,79%	213,62	92,87%	
5,00	4,00	15,99	4,00	2,46%	217,62	94,60%	
5,25	4,50	14,28	3,57	2,19%	221,19	96,16%	
5,50	5,00	12,89	3,22	1,98%	224,41	97,56%	
5,75	5,50	11,73	2,93	1,80%	227,34	98,83%	
6,00	6,00	10,75	2,69	1,65%	230,03	100,00%	



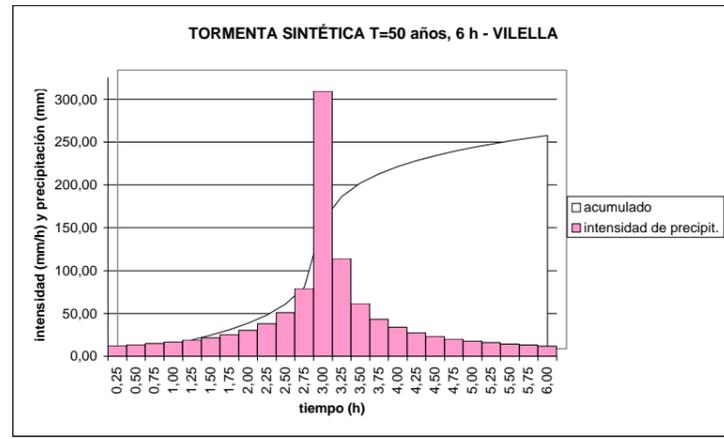
CUANTIL		T=25 [Dt [h]		TORMENTA 6 h			
255,92 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	10,45	2,61	1,22%	2,61	1,22%	
0,50	5,25	11,43	2,86	1,34%	5,47	2,55%	
0,75	4,75	12,61	3,15	1,47%	8,62	4,03%	
1,00	4,25	14,04	3,51	1,64%	12,13	5,67%	
1,25	3,75	15,82	3,96	1,85%	16,09	7,51%	
1,50	3,25	18,09	4,52	2,11%	20,61	9,63%	
1,75	2,75	21,09	5,27	2,46%	25,89	12,09%	
2,00	2,25	25,28	6,32	2,95%	32,20	15,04%	
2,25	1,75	31,57	7,89	3,69%	40,10	18,73%	
2,50	1,25	42,30	10,57	4,94%	50,67	23,66%	
2,75	0,75	65,81	16,45	7,68%	67,13	31,35%	
3,00	0,25	257,14	64,29	30,02%	131,41	61,37%	
3,25	0,50	94,95	23,74	11,09%	155,15	72,46%	
3,50	1,00	51,27	12,82	5,99%	167,97	78,44%	
3,75	1,50	36,12	9,03	4,22%	177,00	82,66%	
4,00	2,00	28,07	7,02	3,28%	184,01	85,94%	
4,25	2,50	23,00	5,75	2,68%	189,76	88,62%	
4,50	3,00	19,48	4,87	2,27%	194,63	90,90%	
4,75	3,50	16,88	4,22	1,97%	198,85	92,87%	
5,00	4,00	14,88	3,72	1,74%	202,57	94,60%	
5,25	4,50	13,29	3,32	1,55%	205,90	96,16%	
5,50	5,00	12,00	3,00	1,40%	208,90	97,56%	
5,75	5,50	10,92	2,73	1,27%	211,63	98,83%	
6,00	6,00	10,01	2,50	1,17%	214,13	100,00%	



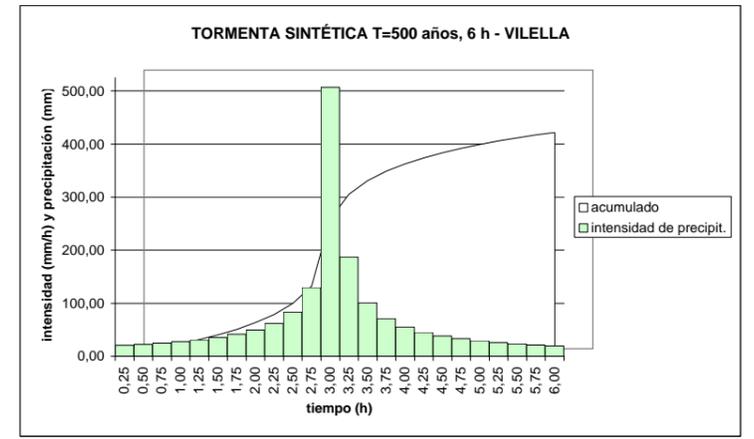
CUANTIL		T=250 [Dt [h]		TORMENTA 6 h			
421,85 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	17,22	4,30	2,01%	4,30	1,22%	
0,50	5,25	18,85	4,71	2,20%	9,02	2,55%	
0,75	4,75	20,79	5,20	2,43%	14,21	4,03%	
1,00	4,25	23,15	5,79	2,70%	20,00	5,67%	
1,25	3,75	26,08	6,52	3,04%	26,52	7,51%	
1,50	3,25	29,82	7,45	3,48%	33,98	9,63%	
1,75	2,75	34,77	8,69	4,06%	42,67	12,09%	
2,00	2,25	41,67	10,42	4,86%	53,09	15,04%	
2,25	1,75	52,05	13,01	6,08%	66,10	18,73%	
2,50	1,25	69,72	17,43	8,14%	83,53	23,66%	
2,75	0,75	108,48	27,12	12,67%	110,65	31,35%	
3,00	0,25	423,87	105,97	49,49%	216,62	61,37%	
3,25	0,50	156,52	39,13	18,27%	255,75	72,46%	
3,50	1,00	84,52	21,13	9,87%	276,88	78,44%	
3,75	1,50	59,54	14,88	6,95%	291,76	82,66%	
4,00	2,00	46,27	11,57	5,40%	303,33	85,94%	
4,25	2,50	37,91	9,48	4,43%	312,81	88,62%	
4,50	3,00	32,11	8,03	3,75%	320,83	90,90%	
4,75	3,50	27,83	6,96	3,25%	327,79	92,87%	
5,00	4,00	24,53	6,13	2,86%	333,92	94,60%	
5,25	4,50	21,91	5,48	2,56%	339,40	96,16%	
5,50	5,00	19,78	4,94	2,31%	344,34	97,56%	
5,75	5,50	18,00	4,50	2,10%	348,84	98,83%	
6,00	6,00	16,50	4,12	1,93%	352,97	100,00%	



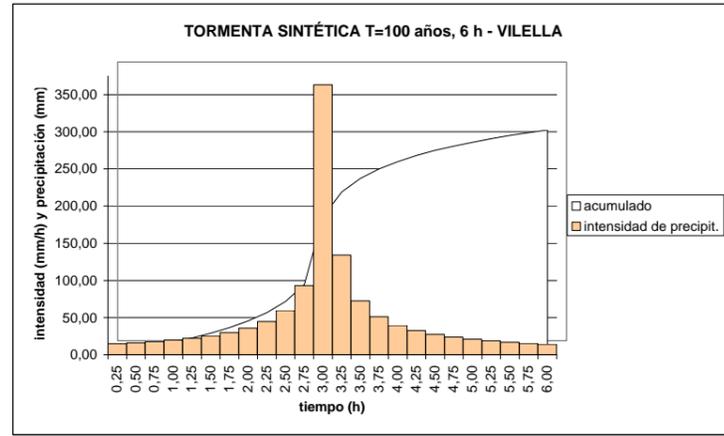
CUANTIL		T=50 [Dt [h]		TORMENTA 6 h			
307,75 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	12,56	3,14	1,47%	3,14	1,22%	
0,50	5,25	13,75	3,44	1,61%	6,58	2,55%	
0,75	4,75	15,17	3,79	1,77%	10,37	4,03%	
1,00	4,25	16,89	4,22	1,97%	14,59	5,67%	
1,25	3,75	19,03	4,76	2,22%	19,35	7,51%	
1,50	3,25	21,75	5,44	2,54%	24,79	9,63%	
1,75	2,75	25,36	6,34	2,96%	31,13	12,09%	
2,00	2,25	30,40	7,60	3,55%	38,73	15,04%	
2,25	1,75	37,97	9,49	4,43%	48,22	18,73%	
2,50	1,25	50,86	12,72	5,94%	60,94	23,66%	
2,75	0,75	79,14	19,79	9,24%	80,72	31,35%	
3,00	0,25	309,22	77,31	36,10%	158,03	61,37%	
3,25	0,50	114,19	28,55	13,33%	186,57	72,46%	
3,50	1,00	61,66	15,41	7,20%	201,99	78,44%	
3,75	1,50	43,44	10,86	5,07%	212,85	82,66%	
4,00	2,00	33,76	8,44	3,94%	221,29	85,94%	
4,25	2,50	27,65	6,91	3,23%	228,20	88,62%	
4,50	3,00	23,42	5,86	2,73%	234,06	90,90%	
4,75	3,50	20,30	5,08	2,37%	239,13	92,87%	
5,00	4,00	17,90	4,47	2,09%	243,60	94,60%	
5,25	4,50	15,99	4,00	1,87%	247,60	96,16%	
5,50	5,00	14,43	3,61	1,68%	251,21	97,56%	
5,75	5,50	13,13	3,28	1,53%	254,49	98,83%	
6,00	6,00	12,04	3,01	1,41%	257,50	100,00%	



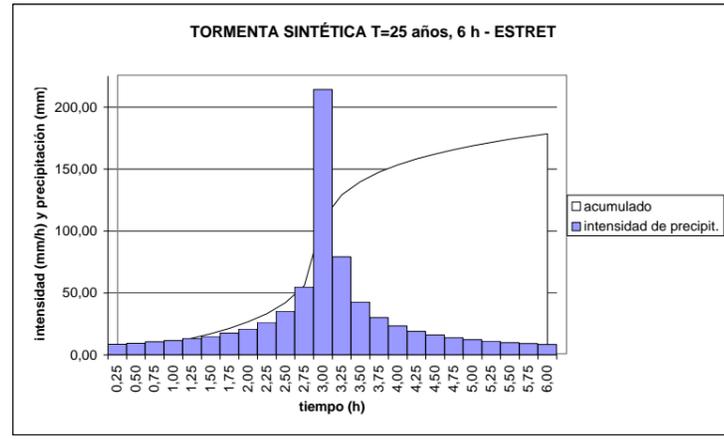
CUANTIL		T=500 [Dt [h]		TORMENTA 6 h			
504,30 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	20,58	5,15	2,40%	5,15	1,22%	
0,50	5,25	22,53	5,63	2,63%	10,78	2,55%	
0,75	4,75	24,86	6,21	2,90%	16,99	4,03%	
1,00	4,25	27,68	6,92	3,23%	23,91	5,67%	
1,25	3,75	31,18	7,79	3,64%	31,71	7,51%	
1,50	3,25	35,64	8,91	4,16%	40,62	9,63%	
1,75	2,75	41,56	10,39	4,85%	51,01	12,09%	
2,00	2,25	49,81	12,45	5,82%	63,46	15,04%	
2,25	1,75	62,22	15,55	7,26%	79,02	18,73%	
2,50	1,25	83,35	20,84	9,73%	99,85	23,66%	
2,75	0,75	129,69	32,42	15,14%	132,27	31,35%	
3,00	0,25	506,71	126,68	59,16%	258,95	61,37%	
3,25	0,50	187,11	46,78	21,85%	305,73	72,46%	
3,50	1,00	101,04	25,26	11,80%	330,99	78,44%	
3,75	1,50	71,18	17,79	8,31%	348,78	82,66%	
4,00	2,00	55,31	13,83	6,46%	362,61	85,94%	
4,25	2,50	45,31	11,33	5,29%	373,94	88,62%	
4,50	3,00	38,38	9,60	4,48%	383,54	90,90%	
4,75	3,50	33,27	8,32	3,88%	391,85	92,87%	
5,00	4,00	29,33	7,33	3,42%	399,18	94,60%	
5,25	4,50	26,19	6,55	3,06%	405,73	96,16%	
5,50	5,00	23,64	5,91	2,76%	411,64	97,56%	
5,75	5,50	21,52	5,38	2,51%	417,02	98,83%	
6,00	6,00	19,72	4,93	2,30%	421,95	100,00%	



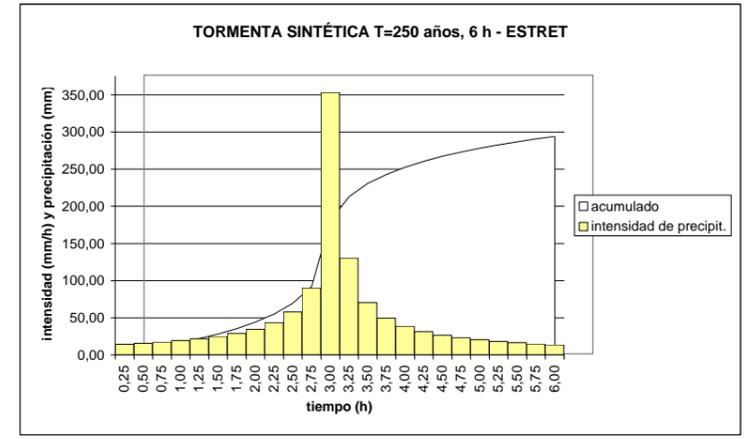
CUANTIL		T=100 [Dt [h]		TORMENTA 6 h			
361,51 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	14,76	3,69	1,72%	3,69	1,22%	
0,50	5,25	16,15	4,04	1,89%	7,73	2,55%	
0,75	4,75	17,82	4,45	2,08%	12,18	4,03%	
1,00	4,25	19,84	4,96	2,32%	17,14	5,67%	
1,25	3,75	22,35	5,59	2,61%	22,73	7,51%	
1,50	3,25	25,55	6,39	2,98%	29,12	9,63%	
1,75	2,75	29,79	7,45	3,48%	36,57	12,09%	
2,00	2,25	35,71	8,93	4,17%	45,49	15,04%	
2,25	1,75	44,60	11,15	5,21%	56,64	18,73%	
2,50	1,25	59,75	14,94	6,98%	71,58	23,66%	
2,75	0,75	92,97	23,24	10,85%	94,82	31,35%	
3,00	0,25	363,24	90,81	42,41%	185,63	61,37%	
3,25	0,50	134,13	33,53	15,66%	219,16	72,46%	
3,50	1,00	72,43	18,11	8,46%	237,27	78,44%	
3,75	1,50	51,02	12,76	5,96%	250,03	82,66%	
4,00	2,00	39,65	9,91	4,63%	259,94	85,94%	
4,25	2,50	32,48	8,12	3,79%	268,06	88,62%	
4,50	3,00	27,51	6,88	3,21%	274,94	90,90%	
4,75	3,50	23,85	5,96	2,78%	280,90	92,87%	
5,00	4,00	21,02	5,26	2,45%	286,16	94,60%	
5,25	4,50	18,78	4,69	2,19%	290,85	96,16%	
5,50	5,00	16,95	4,24	1,98%	295,09	97,56%	
5,75	5,50	15,42	3,86	1,80%	298,94	98,83%	
6,00	6,00	14,14	3,53	1,65%	302,48	100,00%	



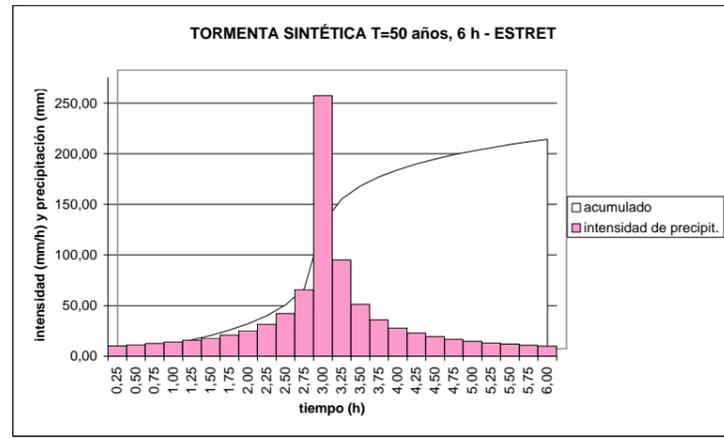
CUANTIL		T=25 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
213,37 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	8,71	2,18	1,22%	2,18	1,22%	
0,50	5,25	9,53	2,38	1,34%	4,56	2,55%	
0,75	4,75	10,52	2,63	1,47%	7,19	4,03%	
1,00	4,25	11,71	2,93	1,64%	10,12	5,67%	
1,25	3,75	13,19	3,30	1,85%	13,41	7,51%	
1,50	3,25	15,08	3,77	2,11%	17,18	9,63%	
1,75	2,75	17,58	4,40	2,46%	21,58	12,09%	
2,00	2,25	21,08	5,27	2,95%	26,85	15,04%	
2,25	1,75	26,32	6,58	3,69%	33,43	18,73%	
2,50	1,25	35,26	8,82	4,94%	42,25	23,66%	
2,75	0,75	54,87	13,72	7,68%	55,96	31,35%	
3,00	0,25	214,39	53,60	30,02%	109,56	61,37%	
3,25	0,50	79,17	19,79	11,09%	129,35	72,46%	
3,50	1,00	42,75	10,69	5,99%	140,04	78,44%	
3,75	1,50	30,11	7,53	4,22%	147,57	82,66%	
4,00	2,00	23,40	5,85	3,28%	153,42	85,94%	
4,25	2,50	19,17	4,79	2,68%	158,21	88,62%	
4,50	3,00	16,24	4,06	2,27%	162,27	90,90%	
4,75	3,50	14,07	3,52	1,97%	165,79	92,87%	
5,00	4,00	12,41	3,10	1,74%	168,89	94,60%	
5,25	4,50	11,08	2,77	1,55%	171,66	96,16%	
5,50	5,00	10,00	2,50	1,40%	174,16	97,56%	
5,75	5,50	9,10	2,28	1,27%	176,44	98,83%	
6,00	6,00	8,34	2,09	1,17%	178,53	100,00%	



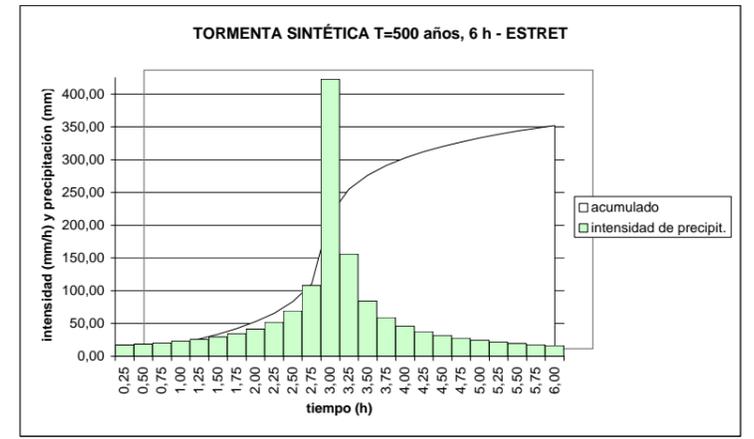
CUANTIL		T=250 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
351,45 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	14,35	3,59	2,01%	3,59	1,22%	
0,50	5,25	15,70	3,93	2,20%	7,51	2,55%	
0,75	4,75	17,32	4,33	2,43%	11,84	4,03%	
1,00	4,25	19,29	4,82	2,70%	16,66	5,67%	
1,25	3,75	21,73	5,43	3,04%	22,10	7,51%	
1,50	3,25	24,84	6,21	3,48%	28,31	9,63%	
1,75	2,75	28,97	7,24	4,06%	35,55	12,09%	
2,00	2,25	34,72	8,68	4,86%	44,23	15,04%	
2,25	1,75	43,36	10,84	6,07%	55,07	18,73%	
2,50	1,25	58,09	14,52	8,13%	69,59	23,66%	
2,75	0,75	90,38	22,59	12,66%	92,18	31,35%	
3,00	0,25	353,14	88,28	49,45%	180,47	61,37%	
3,25	0,50	130,40	32,60	18,26%	213,07	72,46%	
3,50	1,00	70,41	17,60	9,86%	230,67	78,44%	
3,75	1,50	49,60	12,40	6,95%	243,07	82,66%	
4,00	2,00	38,55	9,64	5,40%	252,71	85,94%	
4,25	2,50	31,58	7,90	4,42%	260,60	88,62%	
4,50	3,00	26,75	6,69	3,75%	267,29	90,90%	
4,75	3,50	23,18	5,80	3,25%	273,09	92,87%	
5,00	4,00	20,44	5,11	2,86%	278,20	94,60%	
5,25	4,50	18,26	4,56	2,56%	282,76	96,16%	
5,50	5,00	16,48	4,12	2,31%	286,88	97,56%	
5,75	5,50	15,00	3,75	2,10%	290,63	98,83%	
6,00	6,00	13,75	3,44	1,92%	294,07	100,00%	



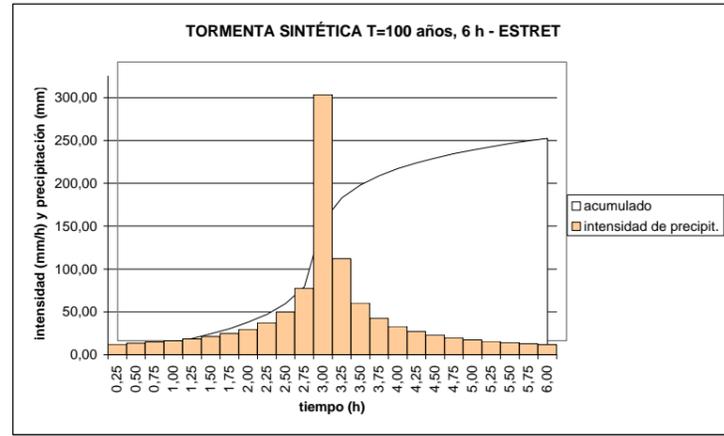
CUANTIL		T=50 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
256,06 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	10,45	2,61	1,46%	2,61	1,22%	
0,50	5,25	11,44	2,86	1,60%	5,47	2,55%	
0,75	4,75	12,62	3,16	1,77%	8,63	4,03%	
1,00	4,25	14,05	3,51	1,97%	12,14	5,67%	
1,25	3,75	15,83	3,96	2,22%	16,10	7,51%	
1,50	3,25	18,10	4,52	2,53%	20,62	9,63%	
1,75	2,75	21,10	5,28	2,96%	25,90	12,09%	
2,00	2,25	25,29	6,32	3,54%	32,22	15,04%	
2,25	1,75	31,59	7,90	4,42%	40,12	18,73%	
2,50	1,25	42,32	10,58	5,93%	50,70	23,66%	
2,75	0,75	65,85	16,46	9,22%	67,16	31,35%	
3,00	0,25	257,28	64,32	36,03%	131,48	61,37%	
3,25	0,50	95,01	23,75	13,30%	155,24	72,46%	
3,50	1,00	51,30	12,83	7,18%	168,06	78,44%	
3,75	1,50	36,14	9,03	5,06%	177,10	82,66%	
4,00	2,00	28,09	7,02	3,93%	184,12	85,94%	
4,25	2,50	23,01	5,75	3,22%	189,87	88,62%	
4,50	3,00	19,49	4,87	2,73%	194,74	90,90%	
4,75	3,50	16,89	4,22	2,37%	198,96	92,87%	
5,00	4,00	14,89	3,72	2,09%	202,69	94,60%	
5,25	4,50	13,30	3,33	1,86%	206,01	96,16%	
5,50	5,00	12,00	3,00	1,68%	209,01	97,56%	
5,75	5,50	10,93	2,73	1,53%	211,74	98,83%	
6,00	6,00	10,01	2,50	1,40%	214,25	100,00%	



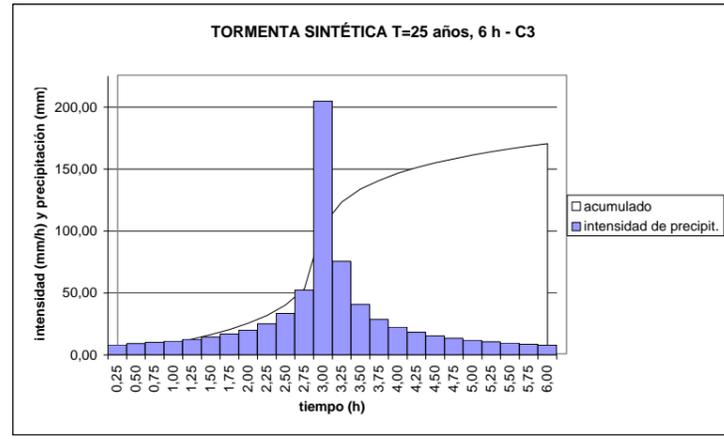
CUANTIL		T=500 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
420,85 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	17,18	4,29	2,41%	4,29	1,22%	
0,50	5,25	18,80	4,70	2,63%	9,00	2,55%	
0,75	4,75	20,74	5,19	2,90%	14,18	4,03%	
1,00	4,25	23,10	5,77	3,23%	19,96	5,67%	
1,25	3,75	26,02	6,50	3,64%	26,46	7,51%	
1,50	3,25	29,75	7,44	4,17%	33,90	9,63%	
1,75	2,75	34,69	8,67	4,86%	42,57	12,09%	
2,00	2,25	41,57	10,39	5,82%	52,96	15,04%	
2,25	1,75	51,92	12,98	7,27%	65,94	18,73%	
2,50	1,25	69,56	17,39	9,74%	83,33	23,66%	
2,75	0,75	108,23	27,06	15,16%	110,39	31,35%	
3,00	0,25	422,87	105,72	59,22%	216,10	61,37%	
3,25	0,50	156,15	39,04	21,87%	255,14	72,46%	
3,50	1,00	84,32	21,08	11,81%	276,22	78,44%	
3,75	1,50	59,40	14,85	8,32%	291,07	82,66%	
4,00	2,00	46,16	11,54	6,46%	302,61	85,94%	
4,25	2,50	37,82	9,45	5,30%	312,07	88,62%	
4,50	3,00	32,03	8,01	4,49%	320,07	90,90%	
4,75	3,50	27,76	6,94	3,89%	327,01	92,87%	
5,00	4,00	24,47	6,12	3,43%	333,13	94,60%	
5,25	4,50	21,86	5,46	3,06%	338,60	96,16%	
5,50	5,00	19,73	4,93	2,76%	343,53	97,56%	
5,75	5,50	17,96	4,49	2,51%	348,02	98,83%	
6,00	6,00	16,46	4,11	2,30%	352,13	100,00%	



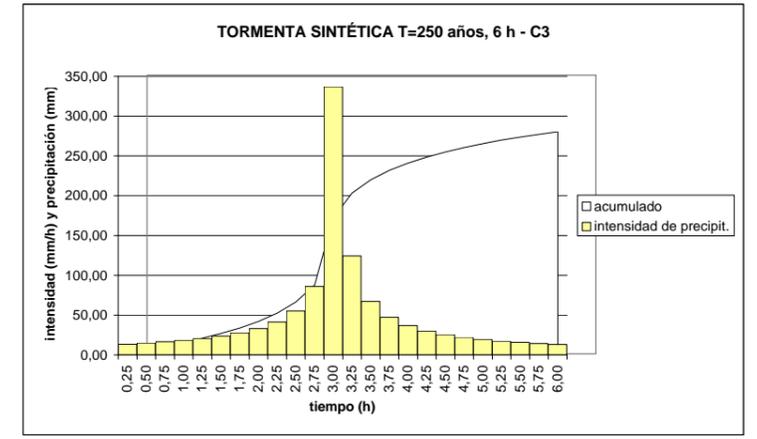
CUANTIL		T=100 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
301,76 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	12,32	3,08	1,72%	3,08	1,22%	
0,50	5,25	13,48	3,37	1,89%	6,45	2,55%	
0,75	4,75	14,87	3,72	2,08%	10,17	4,03%	
1,00	4,25	16,56	4,14	2,32%	14,31	5,67%	
1,25	3,75	18,66	4,66	2,61%	18,97	7,51%	
1,50	3,25	21,33	5,33	2,99%	24,30	9,63%	
1,75	2,75	24,87	6,22	3,48%	30,52	12,09%	
2,00	2,25	29,81	7,45	4,17%	37,97	15,04%	
2,25	1,75	37,23	9,31	5,21%	47,28	18,73%	
2,50	1,25	49,87	12,47	6,98%	59,75	23,66%	
2,75	0,75	77,60	19,40	10,87%	79,15	31,35%	
3,00	0,25	303,20	75,80	42,46%	154,95	61,37%	
3,25	0,50	111,96	27,99	15,68%	182,94	72,46%	
3,50	1,00	60,46	15,11	8,47%	198,06	78,44%	
3,75	1,50	42,59	10,65	5,96%	208,70	82,66%	
4,00	2,00	33,10	8,27	4,63%	216,98	85,94%	
4,25	2,50	27,12	6,78	3,80%	223,76	88,62%	
4,50	3,00	22,97	5,74	3,22%	229,50	90,90%	
4,75	3,50	19,91	4,98	2,79%	234,48	92,87%	
5,00	4,00	17,55	4,39	2,46%	238,86	94,60%	
5,25	4,50	15,67	3,92	2,19%	242,78	96,16%	
5,50	5,00	14,15	3,54	1,98%	246,32	97,56%	
5,75	5,50	12,88	3,22	1,80%	249,54	98,83%	
6,00	6,00	11,80	2,95	1,65%	252,49	100,00%	



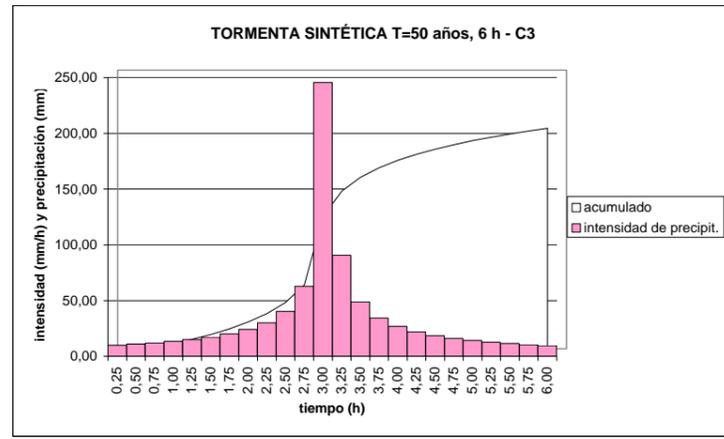
CUANTIL		T=25 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
203,87 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	8,32	2,08	1,22%	2,08	1,22%	
0,50	5,25	9,11	2,28	1,34%	4,36	2,55%	
0,75	4,75	10,05	2,51	1,47%	6,87	4,03%	
1,00	4,25	11,19	2,80	1,64%	9,67	5,67%	
1,25	3,75	12,60	3,15	1,85%	12,82	7,51%	
1,50	3,25	14,41	3,60	2,11%	16,42	9,63%	
1,75	2,75	16,80	4,20	2,46%	20,62	12,09%	
2,00	2,25	20,14	5,03	2,95%	25,66	15,04%	
2,25	1,75	25,15	6,29	3,69%	31,94	18,73%	
2,50	1,25	33,70	8,42	4,94%	40,37	23,66%	
2,75	0,75	52,43	13,11	7,68%	53,47	31,35%	
3,00	0,25	204,85	51,21	30,02%	104,69	61,37%	
3,25	0,50	75,64	18,91	11,09%	123,60	72,46%	
3,50	1,00	40,85	10,21	5,99%	133,81	78,44%	
3,75	1,50	28,77	7,19	4,22%	141,00	82,66%	
4,00	2,00	22,36	5,59	3,28%	146,59	85,94%	
4,25	2,50	18,32	4,58	2,68%	151,17	88,62%	
4,50	3,00	15,52	3,88	2,27%	155,05	90,90%	
4,75	3,50	13,45	3,36	1,97%	158,41	92,87%	
5,00	4,00	11,86	2,96	1,74%	161,38	94,60%	
5,25	4,50	10,59	2,65	1,55%	164,02	96,16%	
5,50	5,00	9,56	2,39	1,40%	166,41	97,56%	
5,75	5,50	8,70	2,17	1,27%	168,59	98,83%	
6,00	6,00	7,97	1,99	1,17%	170,58	100,00%	



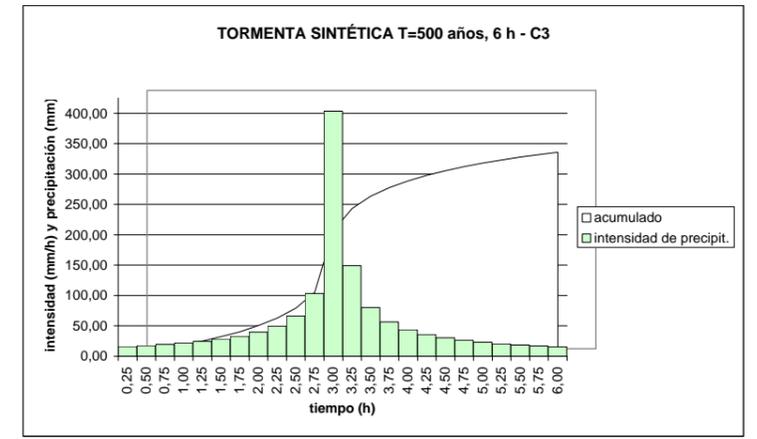
CUANTIL		T=250 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
335,27 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	13,69	3,42	2,01%	3,42	1,22%	
0,50	5,25	14,98	3,75	2,20%	7,17	2,55%	
0,75	4,75	16,52	4,13	2,42%	11,30	4,03%	
1,00	4,25	18,40	4,60	2,70%	15,90	5,67%	
1,25	3,75	20,73	5,18	3,04%	21,08	7,51%	
1,50	3,25	23,70	5,92	3,47%	27,00	9,63%	
1,75	2,75	27,63	6,91	4,05%	33,91	12,09%	
2,00	2,25	33,12	8,28	4,85%	42,19	15,04%	
2,25	1,75	41,36	10,34	6,06%	52,53	18,73%	
2,50	1,25	55,41	13,85	8,12%	66,39	23,66%	
2,75	0,75	86,22	21,55	12,64%	87,94	31,35%	
3,00	0,25	336,88	84,22	49,37%	172,16	61,37%	
3,25	0,50	124,40	31,10	18,23%	203,26	72,46%	
3,50	1,00	67,17	16,79	9,84%	220,05	78,44%	
3,75	1,50	47,32	11,83	6,94%	231,88	82,66%	
4,00	2,00	36,77	9,19	5,39%	241,08	85,94%	
4,25	2,50	30,13	7,53	4,42%	248,61	88,62%	
4,50	3,00	25,52	6,38	3,74%	254,99	90,90%	
4,75	3,50	22,12	5,53	3,24%	260,52	92,87%	
5,00	4,00	19,50	4,87	2,86%	265,39	94,60%	
5,25	4,50	17,41	4,35	2,56%	269,74	96,16%	
5,50	5,00	15,72	3,93	2,30%	273,67	97,56%	
5,75	5,50	14,31	3,58	2,10%	277,25	98,83%	
6,00	6,00	13,11	3,28	1,92%	280,53	100,00%	



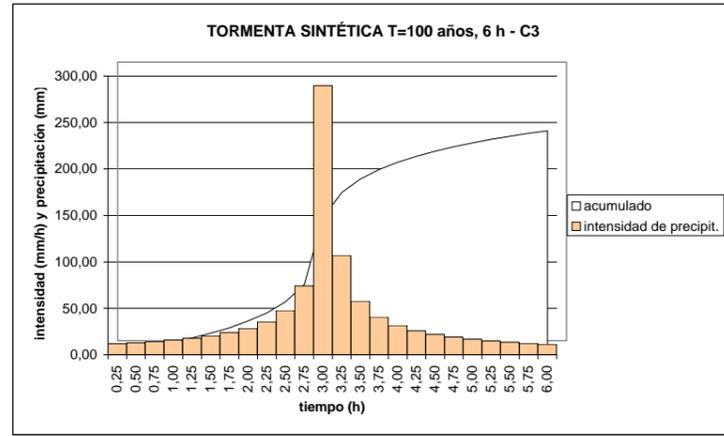
CUANTIL		T=50 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
244,46 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	9,98	2,49	1,46%	2,49	1,22%	
0,50	5,25	10,92	2,73	1,60%	5,23	2,55%	
0,75	4,75	12,05	3,01	1,77%	8,24	4,03%	
1,00	4,25	13,42	3,35	1,97%	11,59	5,67%	
1,25	3,75	15,11	3,78	2,21%	15,37	7,51%	
1,50	3,25	17,28	4,32	2,53%	19,69	9,63%	
1,75	2,75	20,15	5,04	2,95%	24,73	12,09%	
2,00	2,25	24,15	6,04	3,54%	30,76	15,04%	
2,25	1,75	30,16	7,54	4,42%	38,30	18,73%	
2,50	1,25	40,40	10,10	5,92%	48,40	23,66%	
2,75	0,75	62,87	15,72	9,21%	64,12	31,35%	
3,00	0,25	245,63	61,41	36,00%	125,53	61,37%	
3,25	0,50	90,70	22,68	13,29%	148,21	72,46%	
3,50	1,00	48,98	12,24	7,18%	160,45	78,44%	
3,75	1,50	34,50	8,63	5,06%	169,08	82,66%	
4,00	2,00	26,81	6,70	3,93%	175,78	85,94%	
4,25	2,50	21,97	5,49	3,22%	181,27	88,62%	
4,50	3,00	18,61	4,65	2,73%	185,92	90,90%	
4,75	3,50	16,13	4,03	2,36%	189,95	92,87%	
5,00	4,00	14,22	3,55	2,08%	193,51	94,60%	
5,25	4,50	12,70	3,17	1,86%	196,68	96,16%	
5,50	5,00	11,46	2,87	1,68%	199,55	97,56%	
5,75	5,50	10,43	2,61	1,53%	202,16	98,83%	
6,00	6,00	9,56	2,39	1,40%	204,55	100,00%	



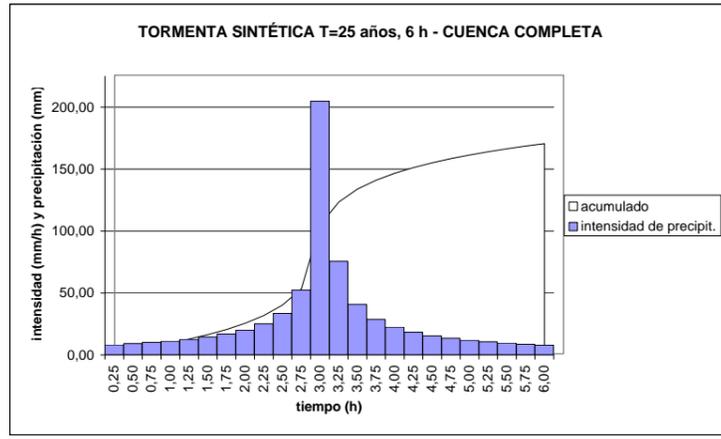
CUANTIL		T=500 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
401,61 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	16,39	4,10	2,40%	4,10	1,22%	
0,50	5,25	17,94	4,49	2,63%	8,58	2,55%	
0,75	4,75	19,79	4,95	2,90%	13,53	4,03%	
1,00	4,25	22,04	5,51	3,23%	19,04	5,67%	
1,25	3,75	24,83	6,21	3,64%	25,25	7,51%	
1,50	3,25	28,39	7,10	4,16%	32,35	9,63%	
1,75	2,75	33,10	8,27	4,85%	40,62	12,09%	
2,00	2,25	39,67	9,92	5,81%	50,54	15,04%	
2,25	1,75	49,55	12,39	7,26%	62,93	18,73%	
2,50	1,25	66,38	16,59	9,73%	79,52	23,66%	
2,75	0,75	103,28	25,82	15,14%	105,34	31,35%	
3,00	0,25	403,54	100,88	59,14%	206,23	61,37%	
3,25	0,50	149,01	37,25	21,84%	243,48	72,46%	
3,50	1,00	80,46	20,12	11,79%	263,59	78,44%	
3,75	1,50	56,68	14,17	8,31%	277,77	82,66%	
4,00	2,00	44,05	11,01	6,46%	288,78	85,94%	
4,25	2,50	36,09	9,02	5,29%	297,80	88,62%	
4,50	3,00	30,57	7,64	4,48%	305,44	90,90%	
4,75	3,50	26,49	6,62	3,88%	312,06	92,87%	
5,00	4,00	23,36	5,84	3,42%	317,90	94,60%	
5,25	4,50	20,86	5,22	3,06%	323,12	96,16%	
5,50	5,00	18,83	4,71	2,76%	327,83	97,56%	
5,75	5,50	17,14	4,28	2,51%	332,11	98,83%	
6,00	6,00	15,71	3,93	2,30%	336,04	100,00%	



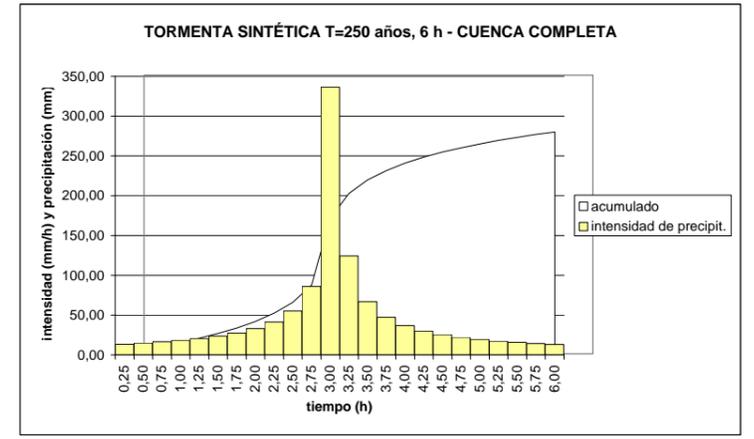
CUANTIL		T=100 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
288,26 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	11,77	2,94	1,72%	2,94	1,22%	
0,50	5,25	12,88	3,22	1,89%	6,16	2,55%	
0,75	4,75	14,21	3,55	2,08%	9,71	4,03%	
1,00	4,25	15,82	3,95	2,32%	13,67	5,67%	
1,25	3,75	17,82	4,46	2,61%	18,12	7,51%	
1,50	3,25	20,37	5,09	2,99%	23,22	9,63%	
1,75	2,75	23,76	5,94	3,48%	29,16	12,09%	
2,00	2,25	28,47	7,12	4,17%	36,27	15,04%	
2,25	1,75	35,56	8,89	5,21%	45,17	18,73%	
2,50	1,25	47,64	11,91	6,98%	57,08	23,66%	
2,75	0,75	74,13	18,53	10,86%	75,61	31,35%	
3,00	0,25	289,64	72,41	42,45%	148,02	61,37%	
3,25	0,50	106,95	26,74	15,67%	174,76	72,46%	
3,50	1,00	57,75	14,44	8,46%	189,19	78,44%	
3,75	1,50	40,68	10,17	5,96%	199,37	82,66%	
4,00	2,00	31,62	7,90	4,63%	207,27	85,94%	
4,25	2,50	25,90	6,48	3,80%	213,75	88,62%	
4,50	3,00	21,94	5,48	3,22%	219,23	90,90%	
4,75	3,50	19,01	4,75	2,79%	223,98	92,87%	
5,00	4,00	16,76	4,19	2,46%	228,17	94,60%	
5,25	4,50	14,97	3,74	2,19%	231,92	96,16%	
5,50	5,00	13,51	3,38	1,98%	235,30	97,56%	
5,75	5,50	12,30	3,07	1,80%	238,37	98,83%	
6,00	6,00	11,27	2,82	1,65%	241,19	100,00%	



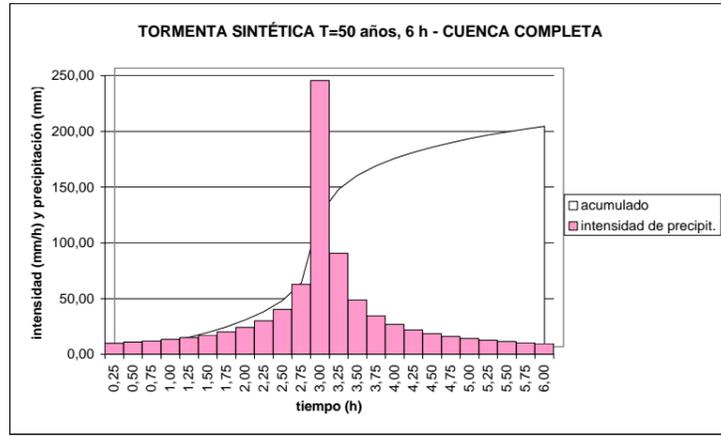
CUANTIL		T=25 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
203,90 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	8,32	2,08	1,22%	2,08	1,22%	
0,50	5,25	9,11	2,28	1,34%	4,36	2,55%	
0,75	4,75	10,05	2,51	1,47%	6,87	4,03%	
1,00	4,25	11,19	2,80	1,64%	9,67	5,67%	
1,25	3,75	12,61	3,15	1,85%	12,82	7,51%	
1,50	3,25	14,41	3,60	2,11%	16,42	9,63%	
1,75	2,75	16,80	4,20	2,46%	20,62	12,09%	
2,00	2,25	20,14	5,04	2,95%	25,66	15,04%	
2,25	1,75	25,16	6,29	3,69%	31,95	18,73%	
2,50	1,25	33,70	8,43	4,94%	40,37	23,66%	
2,75	0,75	52,44	13,11	7,68%	53,48	31,35%	
3,00	0,25	204,88	51,22	30,02%	104,70	61,37%	
3,25	0,50	75,66	18,91	11,09%	123,62	72,46%	
3,50	1,00	40,85	10,21	5,99%	133,83	78,44%	
3,75	1,50	28,78	7,19	4,22%	141,02	82,66%	
4,00	2,00	22,37	5,59	3,28%	146,61	85,94%	
4,25	2,50	18,32	4,58	2,68%	151,20	88,62%	
4,50	3,00	15,52	3,88	2,27%	155,07	90,90%	
4,75	3,50	13,45	3,36	1,97%	158,44	92,87%	
5,00	4,00	11,86	2,96	1,74%	161,40	94,60%	
5,25	4,50	10,59	2,65	1,55%	164,05	96,16%	
5,50	5,00	9,56	2,39	1,40%	166,44	97,56%	
5,75	5,50	8,70	2,18	1,27%	168,61	98,83%	
6,00	6,00	7,97	1,99	1,17%	170,61	100,00%	



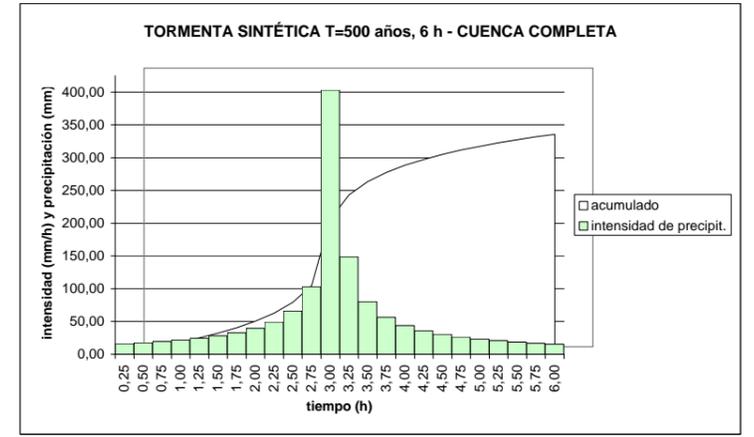
CUANTIL		T=250 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
334,91 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	13,67	3,42	2,00%	3,42	1,22%	
0,50	5,25	14,96	3,74	2,19%	7,16	2,55%	
0,75	4,75	16,51	4,13	2,42%	11,29	4,03%	
1,00	4,25	18,38	4,59	2,69%	15,88	5,67%	
1,25	3,75	20,70	5,18	3,03%	21,06	7,51%	
1,50	3,25	23,67	5,92	3,47%	26,97	9,63%	
1,75	2,75	27,60	6,90	4,04%	33,87	12,09%	
2,00	2,25	33,08	8,27	4,85%	42,14	15,04%	
2,25	1,75	41,32	10,33	6,05%	52,47	18,73%	
2,50	1,25	55,35	13,84	8,11%	66,31	23,66%	
2,75	0,75	86,12	21,53	12,62%	87,84	31,35%	
3,00	0,25	336,51	84,13	49,31%	171,97	61,37%	
3,25	0,50	124,26	31,07	18,21%	203,04	72,46%	
3,50	1,00	67,10	16,77	9,83%	219,81	78,44%	
3,75	1,50	47,27	11,82	6,93%	231,63	82,66%	
4,00	2,00	36,73	9,18	5,38%	240,81	85,94%	
4,25	2,50	30,09	7,52	4,41%	248,33	88,62%	
4,50	3,00	25,49	6,37	3,73%	254,71	90,90%	
4,75	3,50	22,09	5,52	3,24%	260,23	92,87%	
5,00	4,00	19,48	4,87	2,85%	265,10	94,60%	
5,25	4,50	17,40	4,35	2,55%	269,45	96,16%	
5,50	5,00	15,70	3,92	2,30%	273,37	97,56%	
5,75	5,50	14,29	3,57	2,09%	276,94	98,83%	
6,00	6,00	13,10	3,27	1,92%	280,22	100,00%	



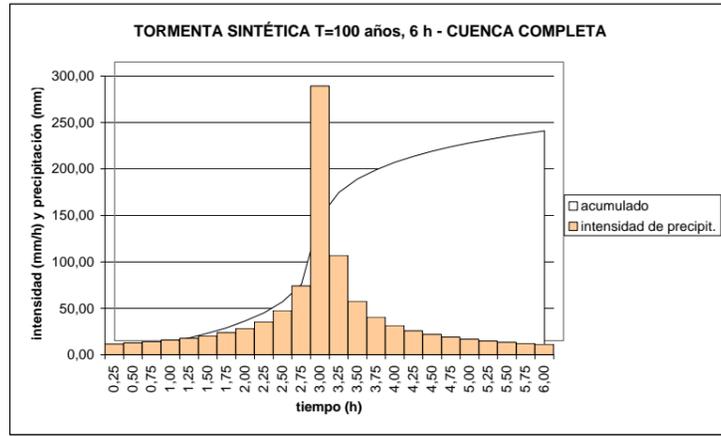
CUANTIL		T=50 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
244,49 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	9,98	2,49	1,46%	2,49	1,22%	
0,50	5,25	10,92	2,73	1,60%	5,23	2,55%	
0,75	4,75	12,05	3,01	1,77%	8,24	4,03%	
1,00	4,25	13,42	3,35	1,97%	11,59	5,67%	
1,25	3,75	15,11	3,78	2,21%	15,37	7,51%	
1,50	3,25	17,28	4,32	2,53%	19,69	9,63%	
1,75	2,75	20,15	5,04	2,95%	24,73	12,09%	
2,00	2,25	24,15	6,04	3,54%	30,77	15,04%	
2,25	1,75	30,16	7,54	4,42%	38,31	18,73%	
2,50	1,25	40,41	10,10	5,92%	48,41	23,66%	
2,75	0,75	62,87	15,72	9,21%	64,13	31,35%	
3,00	0,25	245,66	61,41	36,00%	125,54	61,37%	
3,25	0,50	90,71	22,68	13,29%	148,22	72,46%	
3,50	1,00	48,98	12,25	7,18%	160,46	78,44%	
3,75	1,50	34,51	8,63	5,06%	169,09	82,66%	
4,00	2,00	26,82	6,70	3,93%	175,80	85,94%	
4,25	2,50	21,97	5,49	3,22%	181,29	88,62%	
4,50	3,00	18,61	4,65	2,73%	185,94	90,90%	
4,75	3,50	16,13	4,03	2,36%	189,97	92,87%	
5,00	4,00	14,22	3,55	2,08%	193,53	94,60%	
5,25	4,50	12,70	3,17	1,86%	196,70	96,16%	
5,50	5,00	11,46	2,87	1,68%	199,57	97,56%	
5,75	5,50	10,43	2,61	1,53%	202,17	98,83%	
6,00	6,00	9,56	2,39	1,40%	204,56	100,00%	



CUANTIL		T=500 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
401,07 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	16,37	4,09	2,40%	4,09	1,22%	
0,50	5,25	17,92	4,48	2,63%	8,57	2,55%	
0,75	4,75	19,77	4,94	2,90%	13,51	4,03%	
1,00	4,25	22,01	5,50	3,23%	19,02	5,67%	
1,25	3,75	24,79	6,20	3,63%	25,22	7,51%	
1,50	3,25	28,35	7,09	4,15%	32,30	9,63%	
1,75	2,75	33,05	8,26	4,84%	40,57	12,09%	
2,00	2,25	39,62	9,90	5,81%	50,47	15,04%	
2,25	1,75	49,48	12,37	7,25%	62,84	18,73%	
2,50	1,25	66,29	16,57	9,71%	79,41	23,66%	
2,75	0,75	103,14	25,78	15,11%	105,20	31,35%	
3,00	0,25	402,99	100,75	59,05%	205,94	61,37%	
3,25	0,50	148,81	37,20	21,81%	243,15	72,46%	
3,50	1,00	80,35	20,09	11,77%	263,24	78,44%	
3,75	1,50	56,61	14,15	8,29%	277,39	82,66%	
4,00	2,00	43,99	11,00	6,45%	288,39	85,94%	
4,25	2,50	36,04	9,01	5,28%	297,40	88,62%	
4,50	3,00	30,52	7,63	4,47%	305,03	90,90%	
4,75	3,50	26,46	6,61	3,88%	311,64	92,87%	
5,00	4,00	23,32	5,83	3,42%	317,47	94,60%	
5,25	4,50	20,83	5,21	3,05%	322,68	96,16%	
5,50	5,00	18,80	4,70	2,76%	327,38	97,56%	
5,75	5,50	17,11	4,28	2,51%	331,66	98,83%	
6,00	6,00	15,69	3,92	2,30%	335,58	100,00%	



CUANTIL		T=100 Dt [h]		TORMENTA 6 h			
288,12 mm		0,25		precipitación		acumulado	
tiempo hasta (h)	t	INT (mm/h)	mm	%	mm	%	
0,25	5,75	11,78	2,94	1,72%	2,94	1,22%	
0,50	5,25	12,87	3,22	1,89%	6,16	2,55%	
0,75	4,75	14,20	3,55	2,08%	9,71	4,03%	
1,00	4,25	15,81	3,95	2,32%	13,66	5,67%	
1,25	3,75	17,81	4,45	2,61%	18,11	7,51%	
1,50	3,25	20,36	5,09	2,98%	23,21	9,63%	
1,75	2,75	23,75	5,94	3,48%	29,14	12,09%	
2,00	2,25	28,46	7,11	4,17%	36,26	15,04%	
2,25	1,75	35,55	8,89	5,21%	45,14	18,73%	
2,50	1,25	47,62	11,90	6,98%	57,05	23,66%	
2,75	0,75	74,09	18,52	10,86%	75,57	31,35%	
3,00	0,25	289,50	72,37	42,42%	147,95	61,37%	
3,25	0,50	106,90	26,73	15,66%	174,67	72,46%	
3,50	1,00	57,72	14,43	8,46%	189,10	78,44%	
3,75	1,50	40,66	10,17	5,96%	199,27	82,66%	
4,00	2,00	31,60	7,90	4,63%	207,17	85,94%	
4,25	2,50	25,89	6,47	3,79%	213,64	88,62%	
4,50	3,00	21,93	5,48	3,21%	219,12	90,90%	
4,75	3,50	19,01	4,75	2,78%	223,87	92,87%	
5,00	4,00	16,75	4,19	2,46%	228,06	94,60%	
5,25	4,50	14,97	3,74	2,19%	231,80	96,16%	
5,50	5,00	13,51	3,38	1,98%	235,18	97,56%	
5,75	5,50	12,29	3,07	1,80%	238,25	98,83%	
6,00	6,00	11,27	2,82	1,65%	241,07	100,00%	



ANEXO N° 4.- CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS POR MÉTODO DE TÉMEZ

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

CUENCA : **CASELLA**

factor I1/Id=	11.50
beta	2.20
Tc =	4.71
P ₀ =	57.33

COEF. REDUCCIÓN AREAL (SUBCUENCA)			
AREA [km ²]	16.140	KA =	0.9195

AREAS (km2)	
CASELLA	16.14

Tc (h) = 4.71

COEF. DE UNIFORMIDAD TEMPORAL	
K=	1.33

ÁREAS Y UMBRALES DE ESCORRENTÍA				
ZONA	Area (km2)	Poi	Poi (correg)	
CASELLA	16.14	26.06	57.33	
A total	16.14	26.06	57.33	

T [años]	Pd [mm/día]		P*d [mm/día]	Id [mm/h]	It [mm/h]	Pd/Po	C	Q [m ³ /s]	CIA/3.6*K
25.00	211.50		194.47	8.10	33.09	3.39	0.30	60.20	
50.00	253.07		232.69	9.70	39.60	4.06	0.36	86.27	
100.00	299.01		274.93	11.46	46.79	4.80	0.42	118.08	
250.00	346.69		318.77	13.28	54.25	5.56	0.47	153.77	
500.00	415.76		382.28	15.93	65.05	6.67	0.54	209.17	

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

CUENCA : VILELLA

factor I1/Id=	11.50
beta	2.20
Tc =	2.13
P ₀ =	50.60

COEF. REDUCCIÓN AREAL (SUBCUENCA)			
AREA [km ²]	3.830	KA =	0.9611

AREAS (km2)	
VILELLA	3.83

Tc (h) = 2.13

COEF. DE UNIFORMIDAD TEMPORAL	
K=	1.16

ÁREAS Y UMBRALES DE ESCORRENTÍA

ZONA	Area (km2)	Poi	Poi (correg)
VILELLA	3.83	23.00	50.60
A total	3.83	23	50.60

T [años]	Pd [mm/día]	P*d [mm/día]	Id [mm/h]	It [mm/h]	Pd/Po	C	Q [m ³ /s]	CIA/3.6*K
25.00	266.27	255.92	10.66	75.49	5.06	0.44	40.97	
50.00	320.20	307.75	12.82	90.78	6.08	0.51	56.52	
100.00	376.13	361.51	15.06	106.64	7.14	0.56	73.74	
250.00	438.92	421.85	17.58	124.44	8.34	0.61	94.05	
500.00	524.70	504.30	21.01	148.77	9.97	0.67	122.95	

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

CUENCA : **ESTRET**

factor I1/Id=	11.50
beta	2.20
Tc =	4.65
P ₀ =	39.93

COEF. REDUCCIÓN AREAL (SUBCUENCA)			
AREA [km ²]	23.020	KA =	0.9092

AREAS (km2)	
ESTRET	23.02

ÁREAS Y UMBRALES DE ESCORRENTÍA				
ZONA	Area (km2)	Poi	Poi (correg)	
ESTRET	23.02	18.15	39.93	
A total	23.02	18.15	39.93	

Tc (h) =	4.65
----------	-------------

COEF. DE UNIFORMIDAD TEMPORAL	
K=	1.33

T [años]	Pd [mm/día]	P*d [mm/día]	Id [mm/h]	It [mm/h]	Pd/Po	C	Q [m ³ /s]	CIA/3.6*K
25.00	234.68	213.37	8.89	36.65	5.34	0.46	143.41	
50.00	281.63	256.06	10.67	43.98	6.41	0.53	196.06	
100.00	331.90	301.76	12.57	51.83	7.56	0.58	256.05	
250.00	386.55	351.45	14.64	60.36	8.80	0.63	324.30	
500.00	462.89	420.86	17.54	72.28	10.54	0.69	423.25	

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

CUENCA : **C + E + V1**

factor I1/Id=	11.50
beta	2.20
Tc =	4.71
P ₀ =	47.41

COEF. REDUCCIÓN AREAL (SUBCUENCA)			
AREA [km ²]	42.990	KA =	0.8911

AREAS (km2)	
CASELLA	16.14
ESTRET	23.02
VILELLA	3.83

Tc (h) = 4.71

COEF. DE UNIFORMIDAD TEMPORAL	
K=	1.33

ÁREAS Y UMBRALES DE ESCORRENTÍA				
ZONA	Area (km2)	Poi	Poi (correg)	
CASELLA	16.14	26.06	57.33	
ESTRET	23.02	18.15	39.93	
VILELLA	3.83	23.00	50.60	
A total	42.99	21.55	47.41	

T [años]	Pd [mm/día]		P*d [mm/día]	Id [mm/h]	It [mm/h]	Pd/Po	C	Q [m ³ /s] CIA/3.6*K
25.00	228.78		203.87	8.49	34.69	4.30	0.38	212.26
50.00	274.34		244.47	10.19	41.60	5.16	0.45	296.52
100.00	323.48		288.26	12.01	49.05	6.08	0.51	394.91
250.00	376.24		335.27	13.97	57.05	7.07	0.56	507.11
500.00	450.69		401.61	16.73	68.34	8.47	0.62	673.84

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TÉMEZ)

CUENCA : **C + E + V1 + S1**

factor I1/Id=	11.50
beta	2.20
Tc =	5.20
P ₀ =	49.05

COEF. REDUCCIÓN AREAL (SUBCUENCA)			
AREA [km ²]	47.750	KA =	0.8881

AREAS (km2)	
CASELLA	16.14
ESTRET	23.02
VILELLA	3.83
SECUNDARIA	4.76

Tc (h) = 5.20

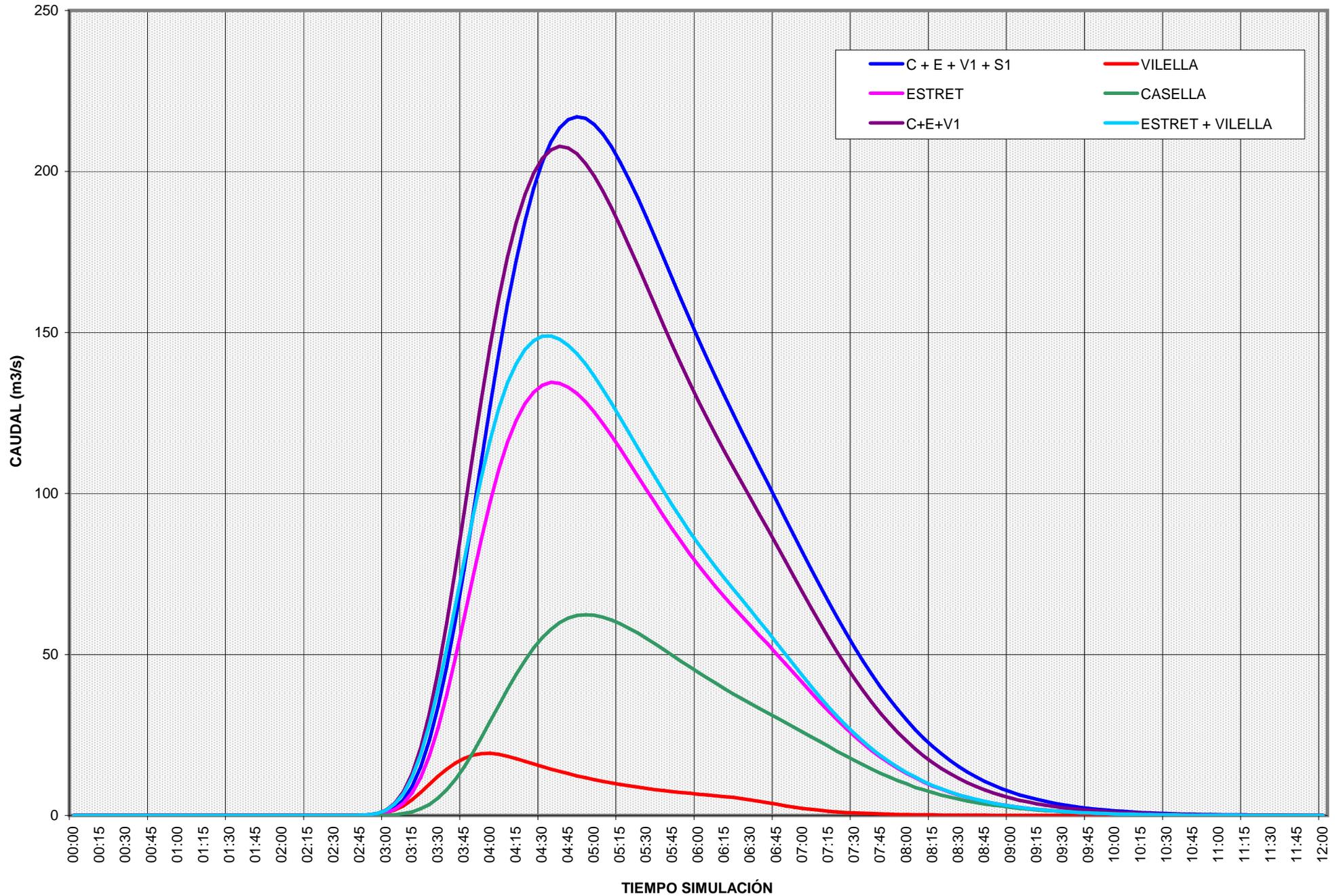
COEF. DE UNIFORMIDAD TEMPORAL	
K=	1.36

ÁREAS Y UMBRALES DE ESCORRENTÍA				
ZONA	Area (km2)	Poi	Poi (correg)	
CASELLA	16.14	26.06	57.33	
ESTRET	23.02	18.15	39.93	
VILELLA	3.83	23.00	50.60	
SECUNDARIA	4.76	29.00	63.80	
A total	47.75	22.29	49.05	

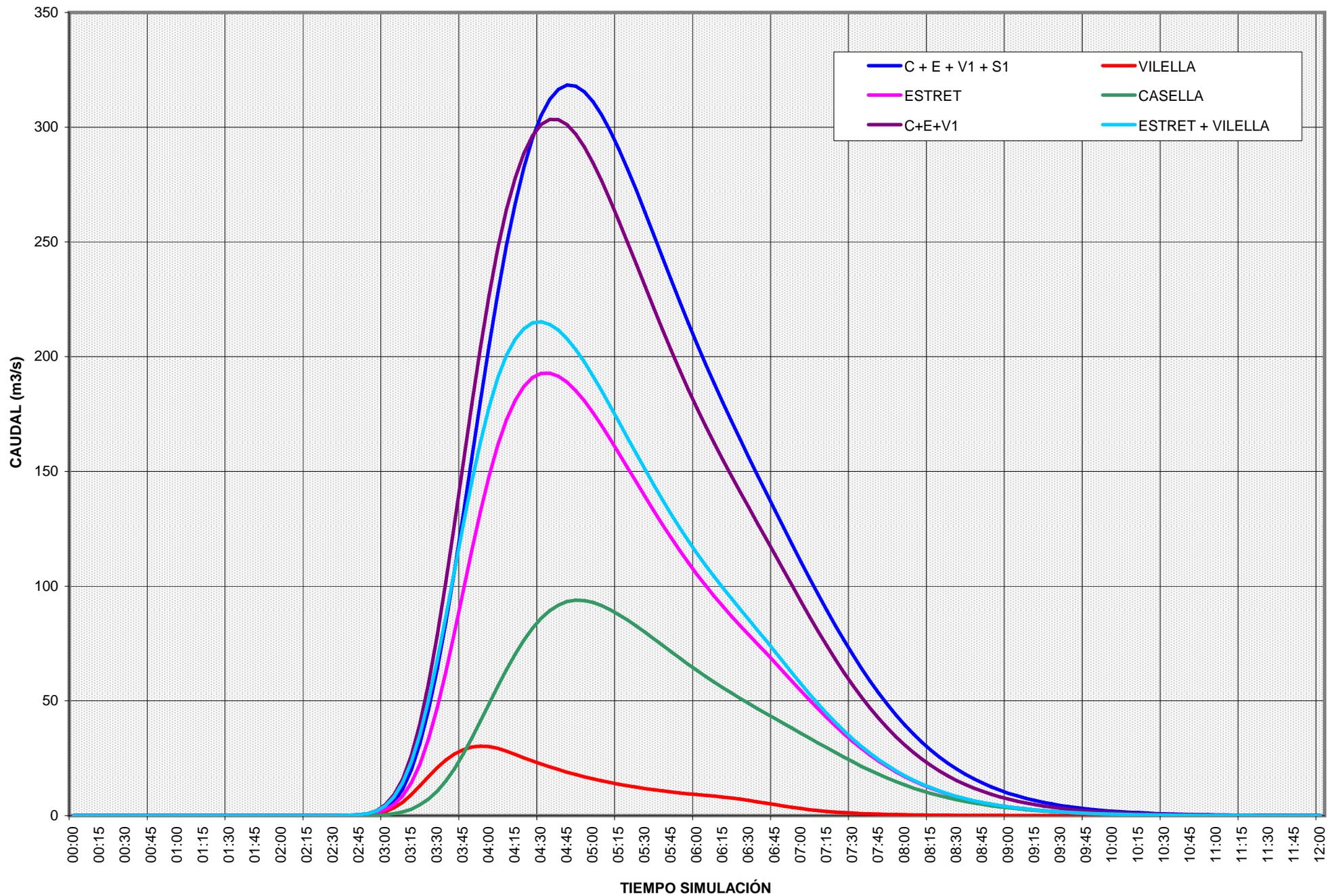
T [años]	Pd [mm/día]		P*d [mm/día]	Id [mm/h]	It [mm/h]	Pd/Po	C	Q [m ³ /s] CIA/3.6*K
25.00	229.60		203.90	8.50	32.30	4.16	0.37	217.32
50.00	275.30		244.49	10.19	38.72	4.98	0.44	304.72
100.00	324.43		288.12	12.00	45.64	5.87	0.49	406.70
250.00	377.12		334.91	13.95	53.05	6.83	0.55	523.13
500.00	451.62		401.07	16.71	63.53	8.18	0.61	696.91

ANEXO N° 5.- HIDROGRAMAS DE CRECIDA

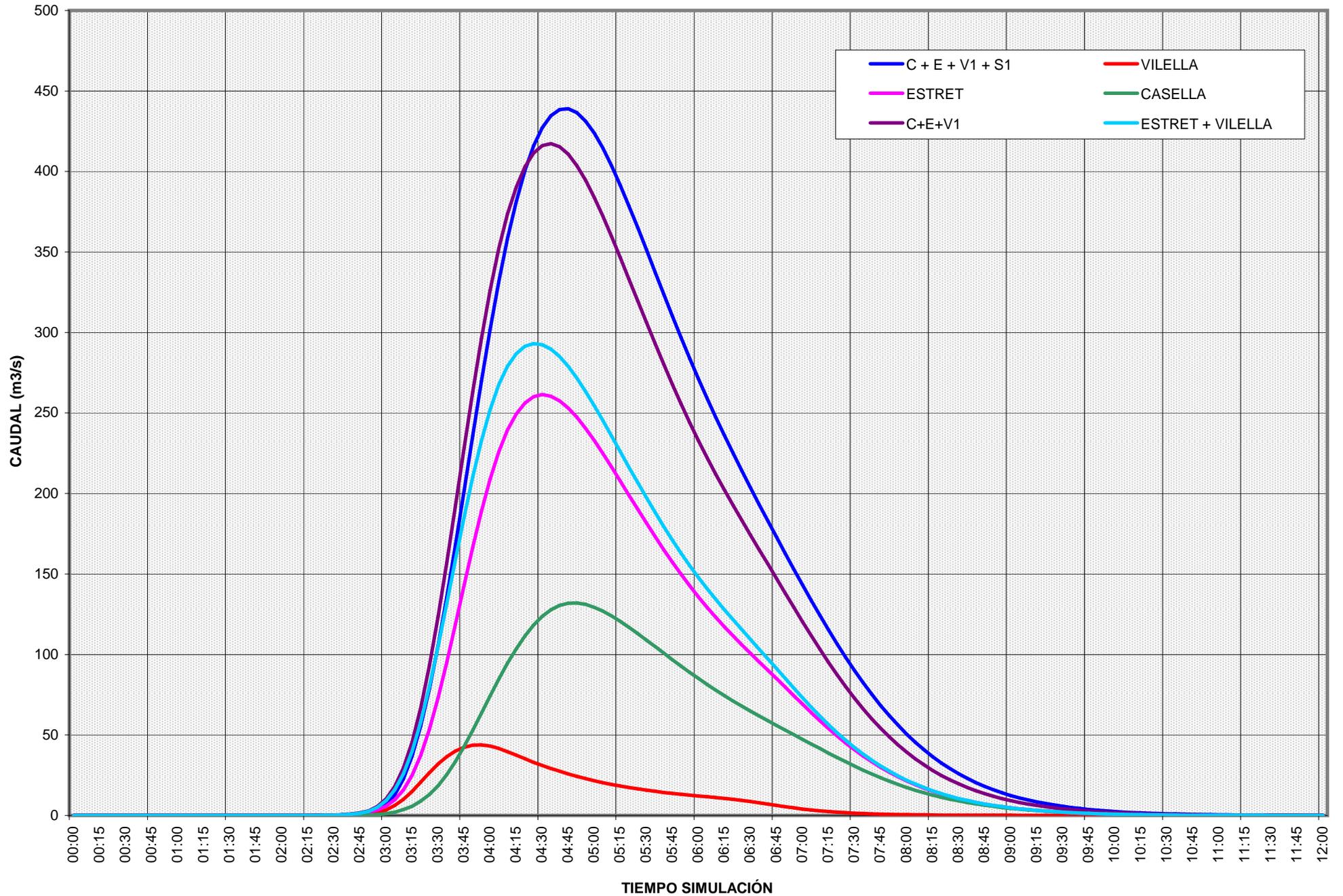
Suceso: R1 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1+S1
HIDROGRAMA - T = 25 años



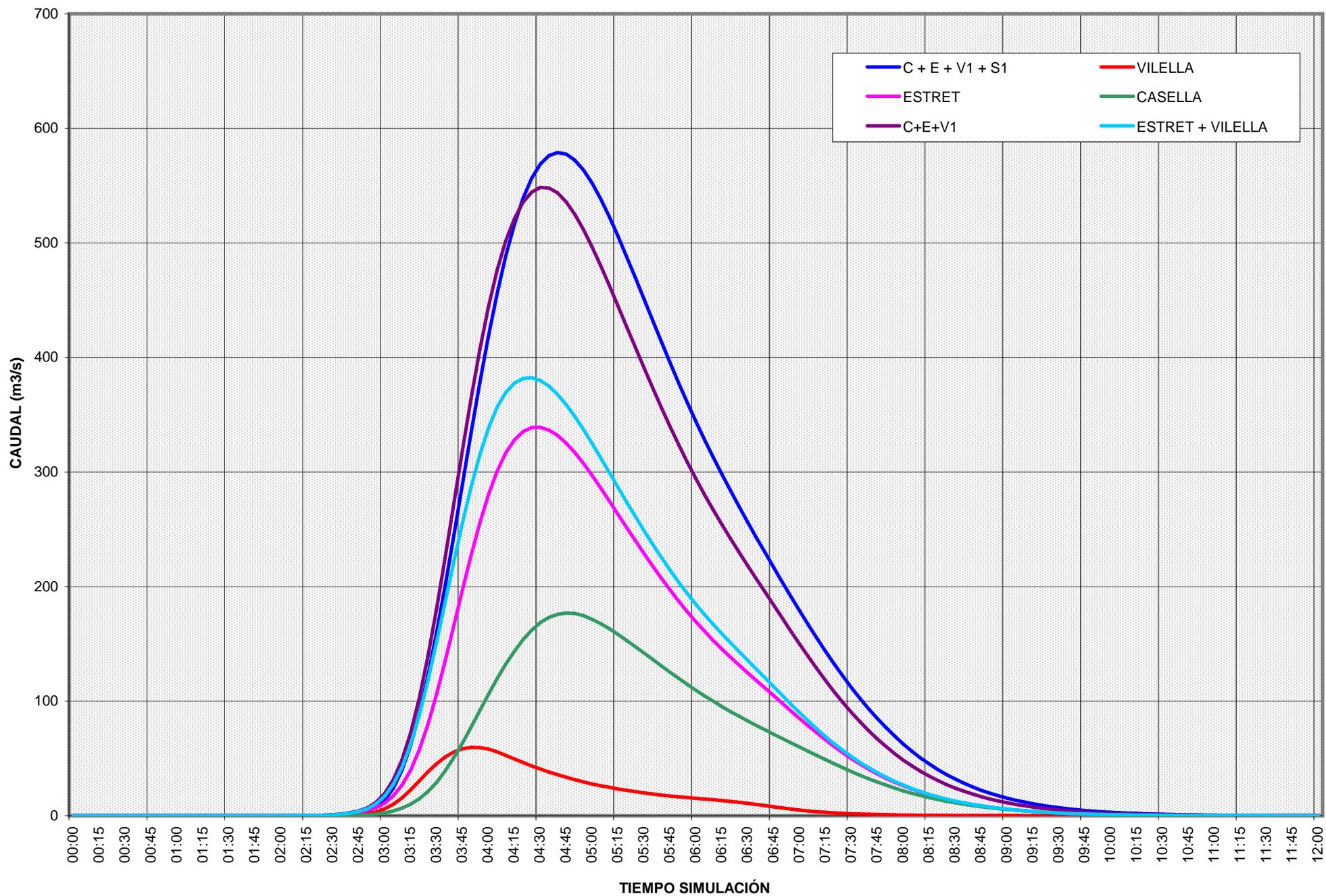
Suceso: R1 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1+S1
HIDROGRAMA - T = 50 años



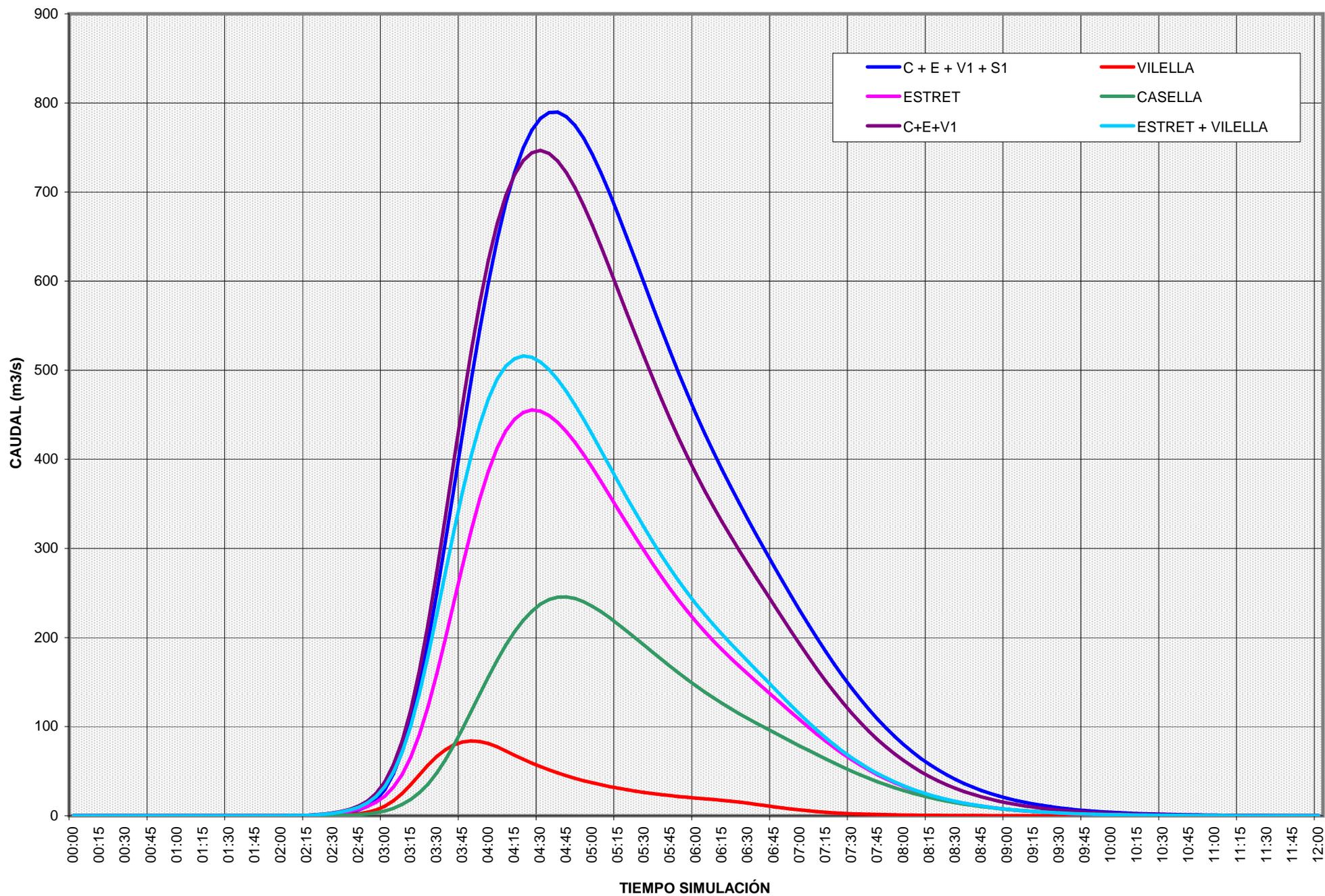
Suceso: R1 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1+S1
HIDROGRAMA - T = 100 años



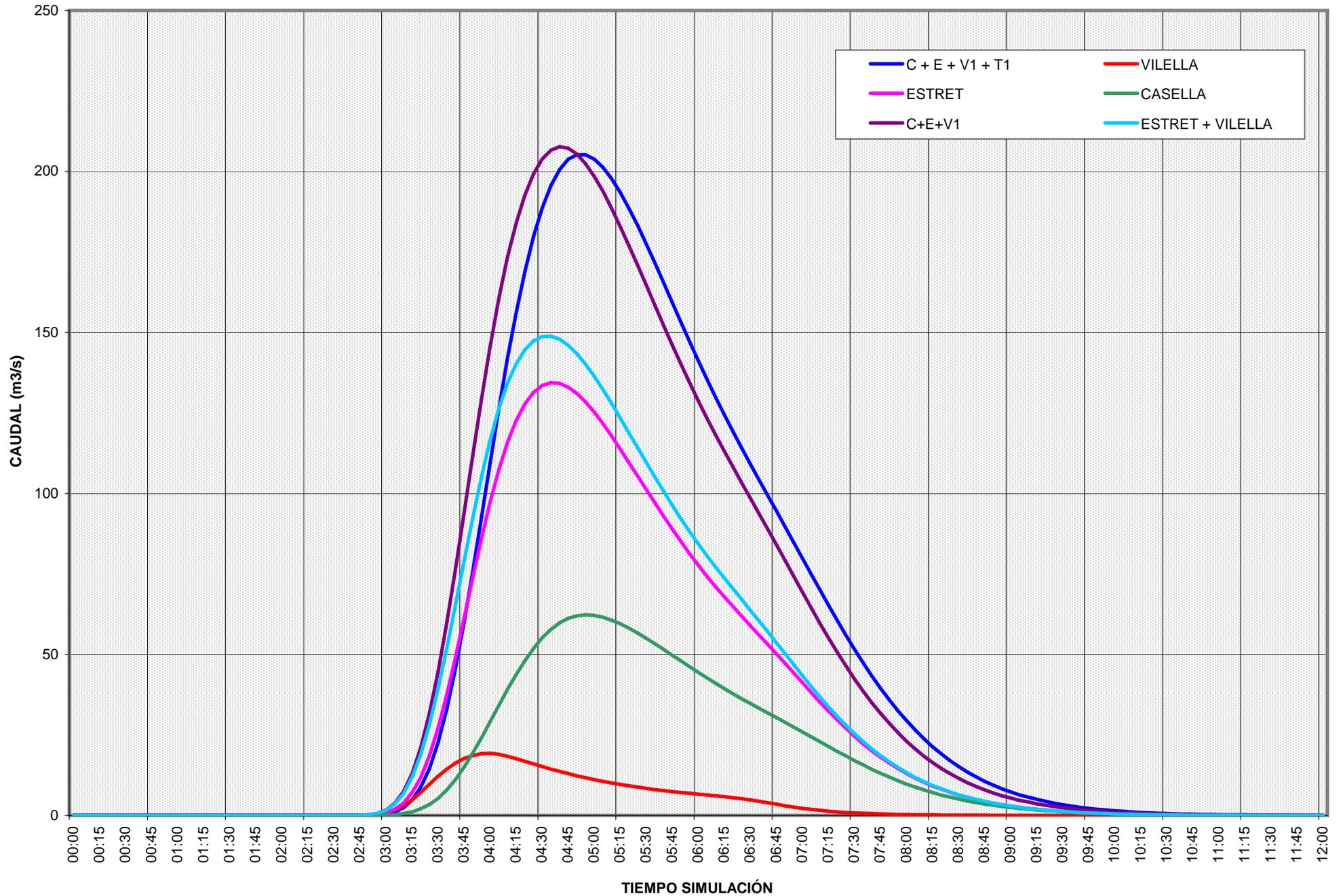
Suceso: R1 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1+S1
HIDROGRAMA - T = 250 años



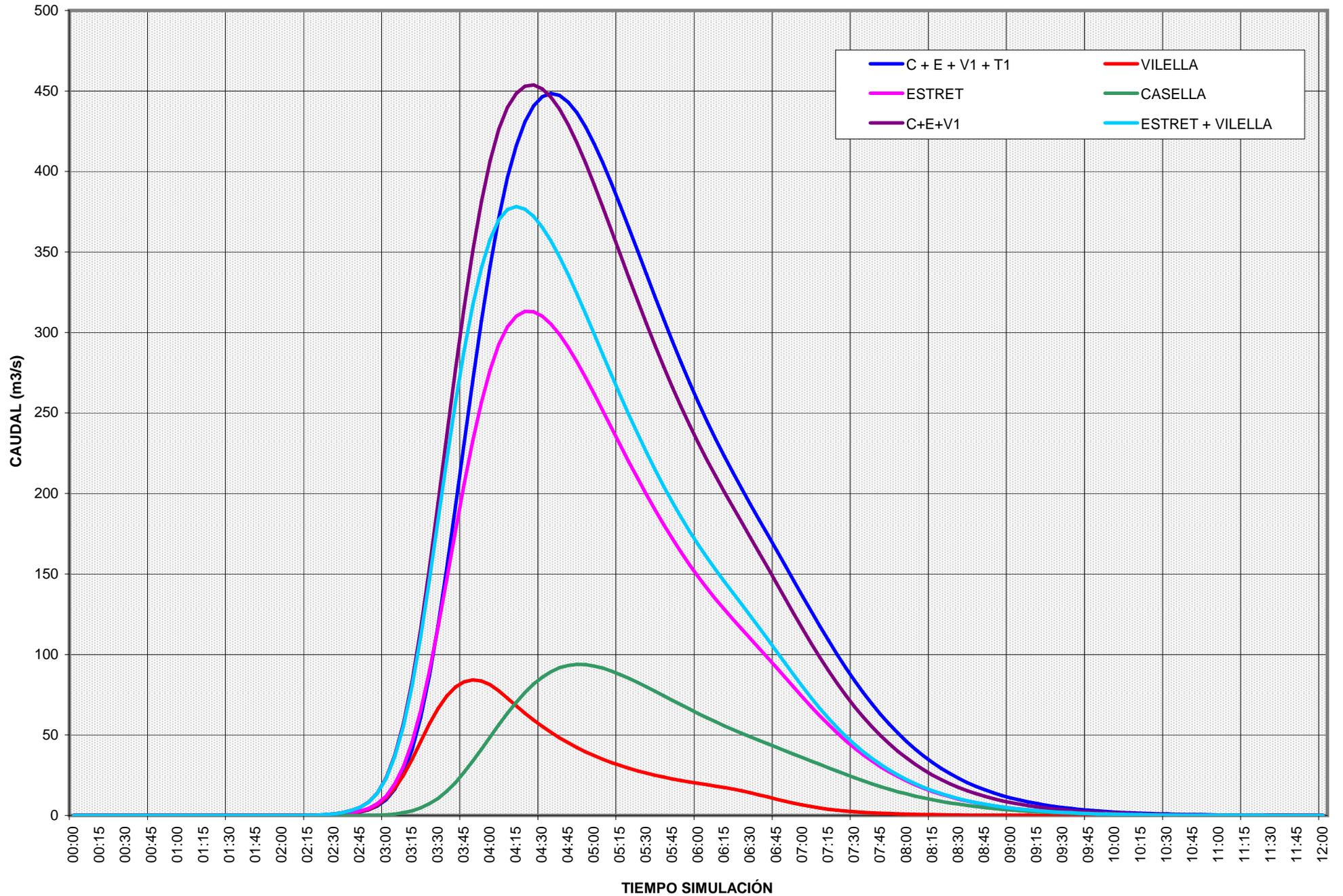
Suceso: R1 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1+S1
HIDROGRAMA - T = 500 años



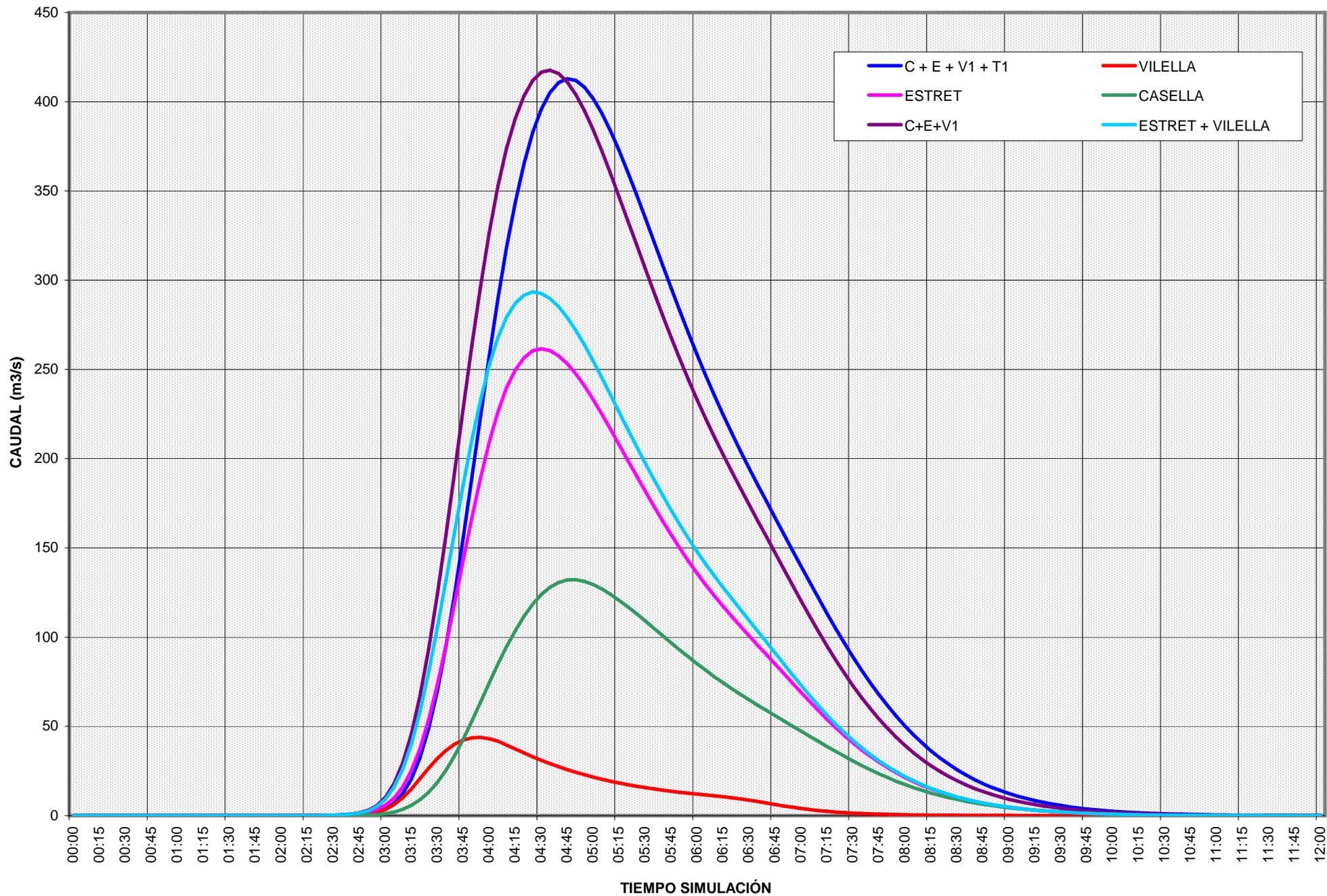
Suceso: R2 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: CASELLA
HIDROGRAMA - T = 25 años



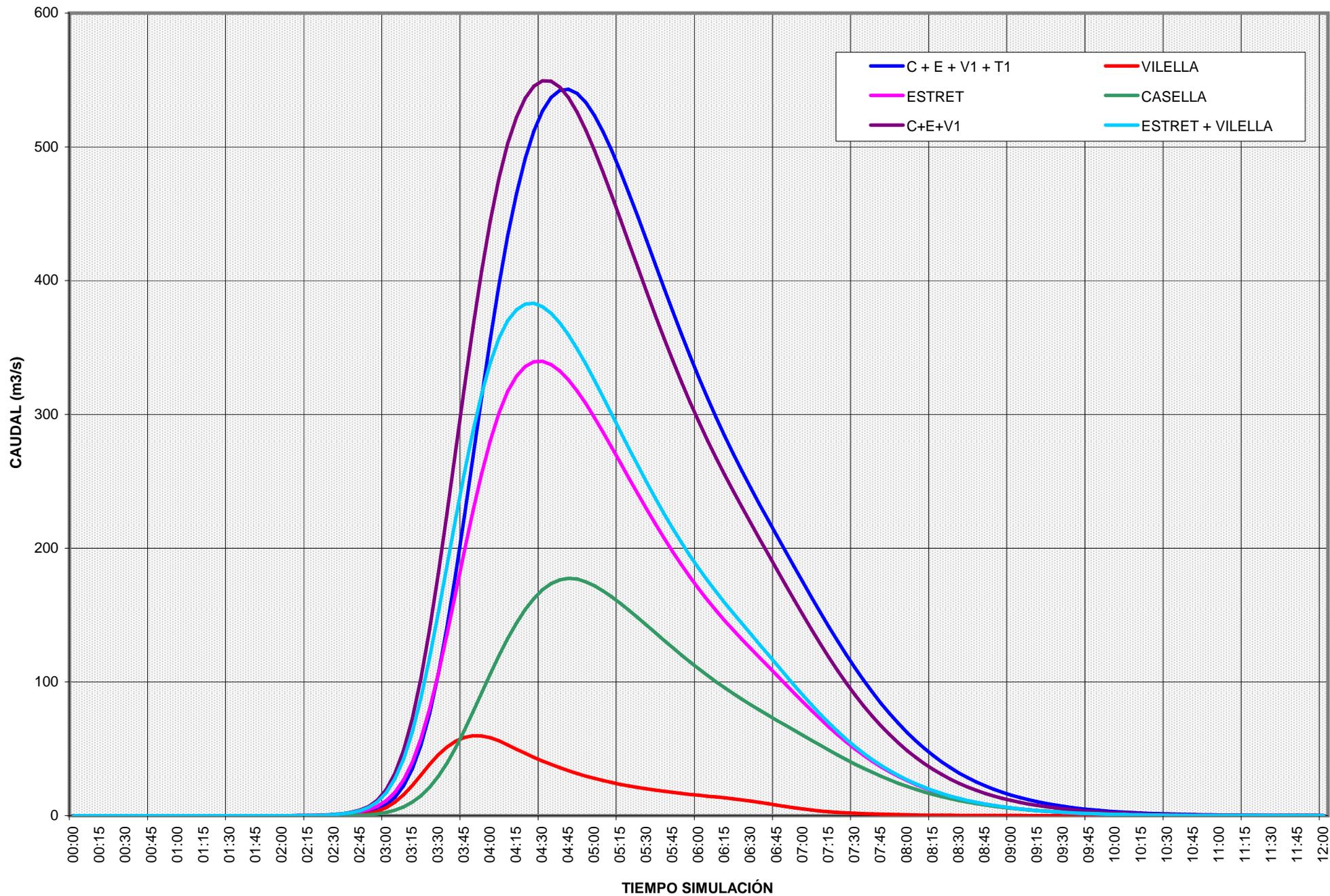
Suceso: R2 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1
HIDROGRAMA - T = 50 años



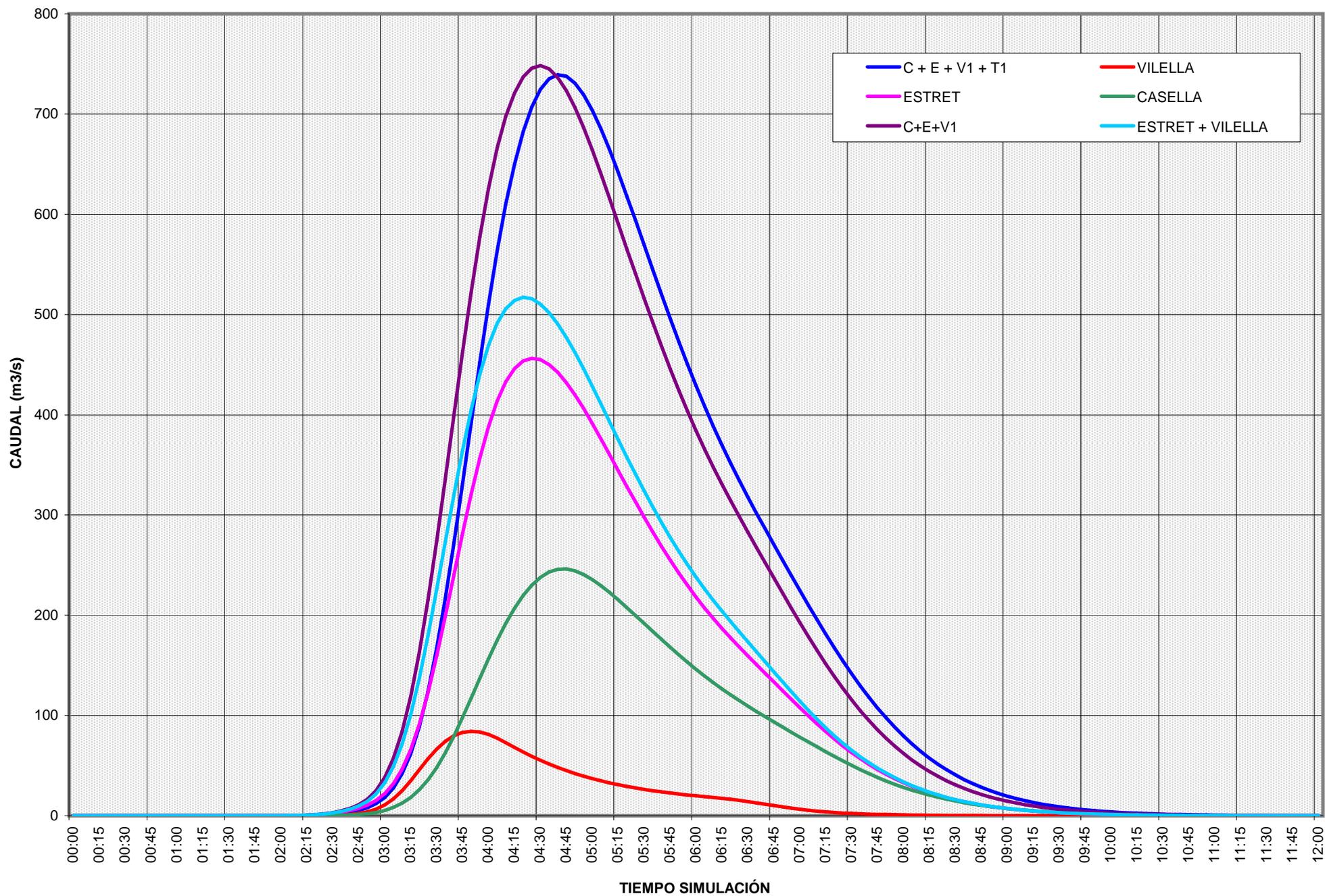
Suceso: R2 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1
HIDROGRAMA - T = 100 años



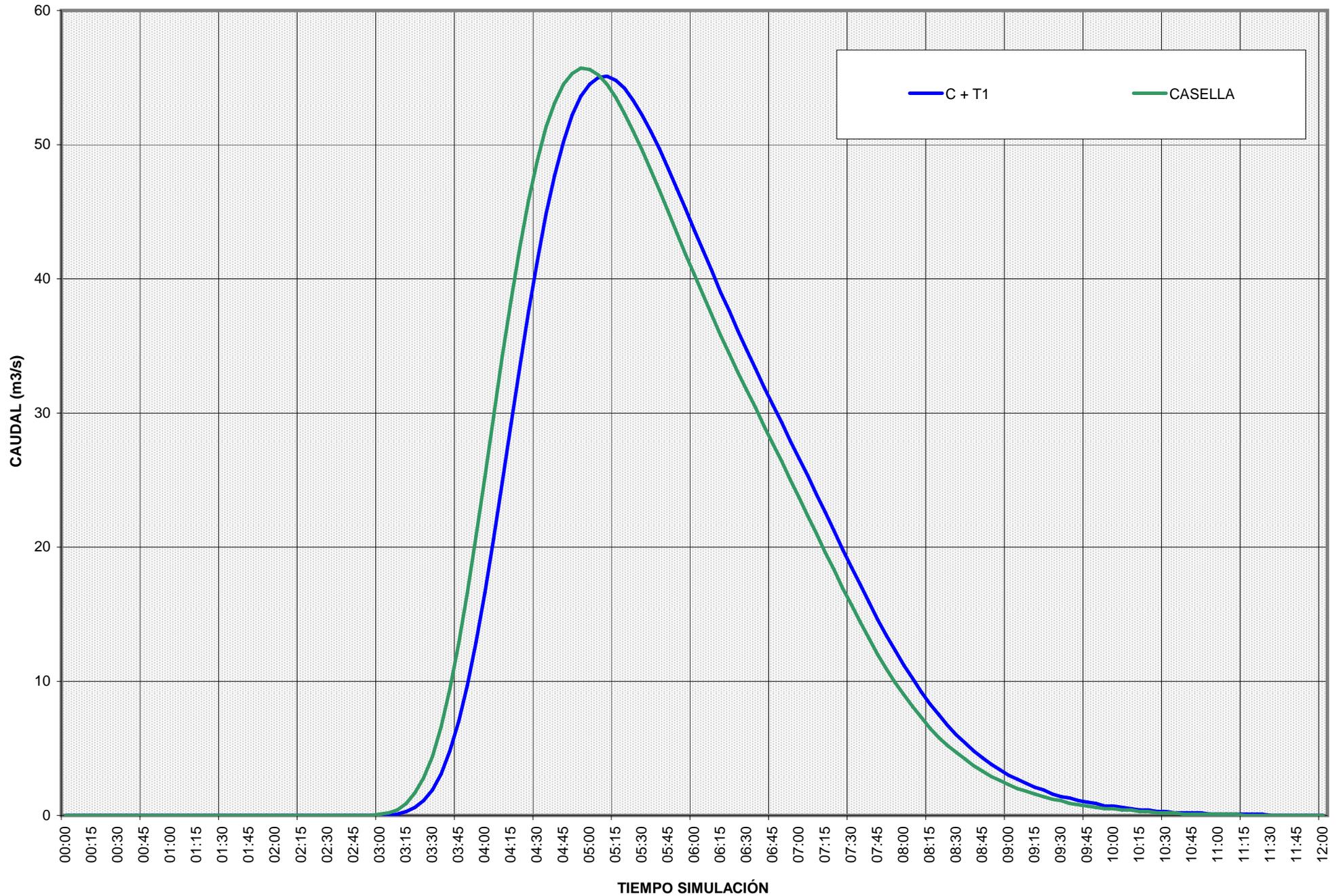
Suceso: R2 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1
HIDROGRAMA - T = 250 años



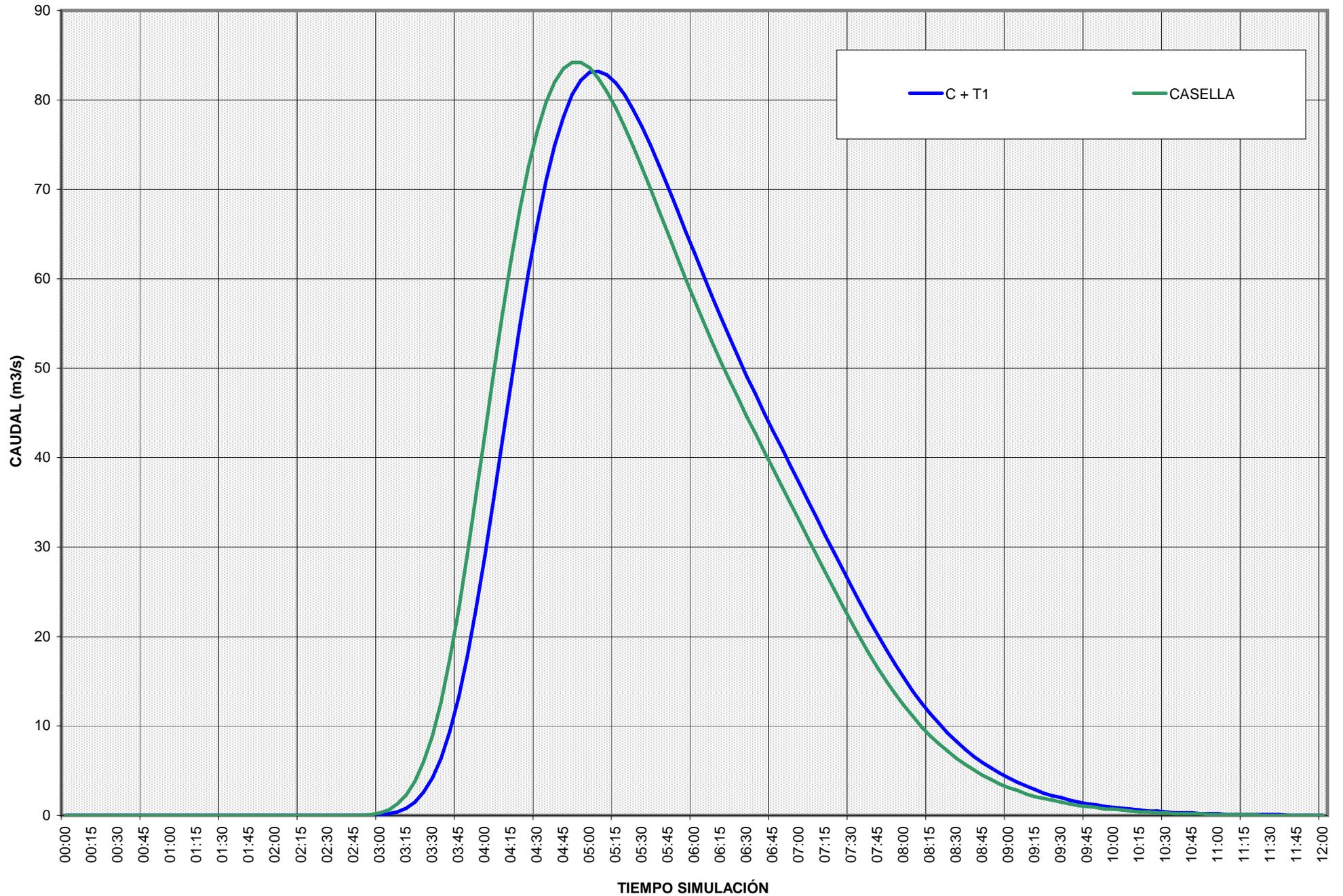
Suceso: R2 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: C+E+V1
HIDROGRAMA - T = 500 años



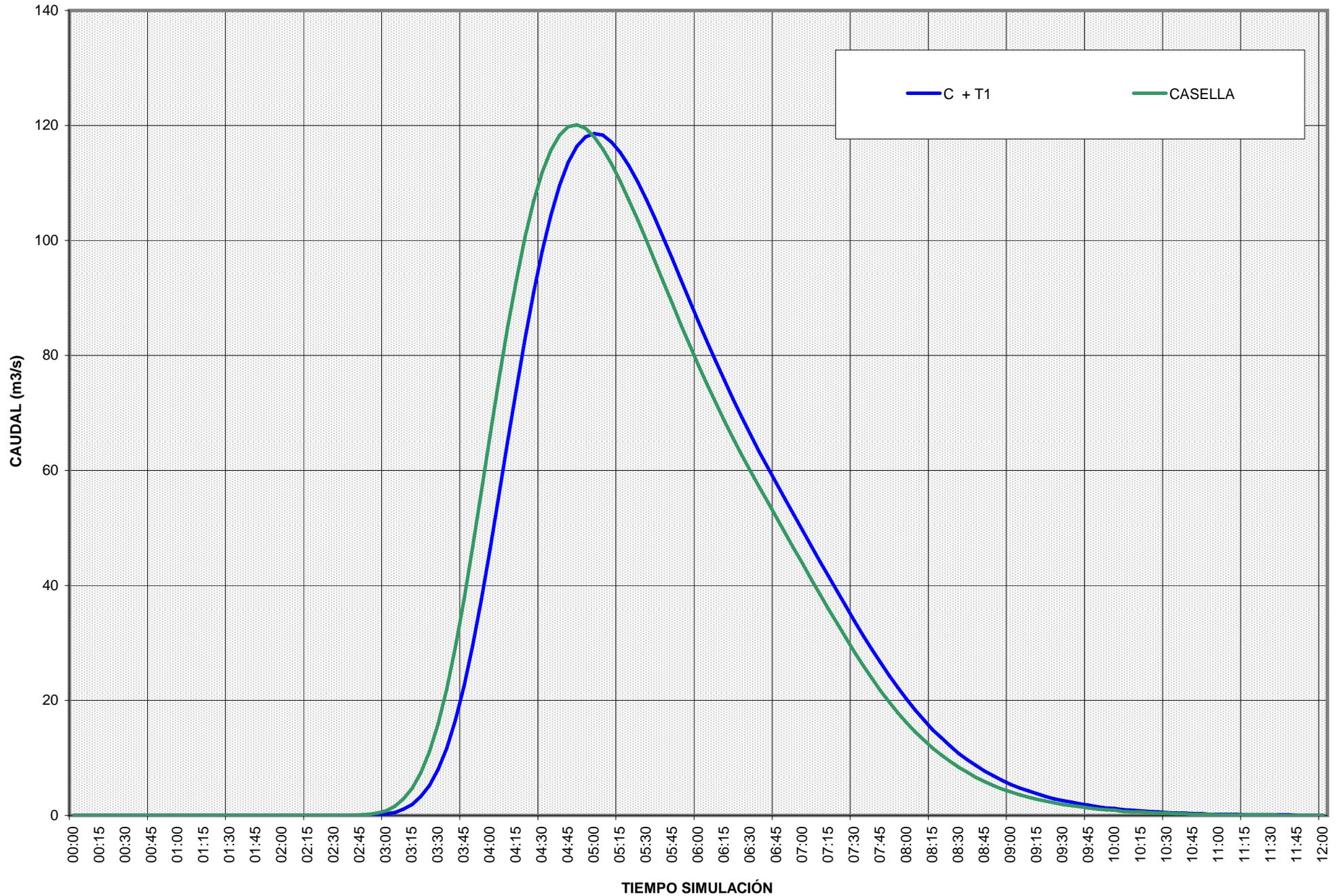
Suceso: R3 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: CASELLA
HIDROGRAMA - T = 25 años



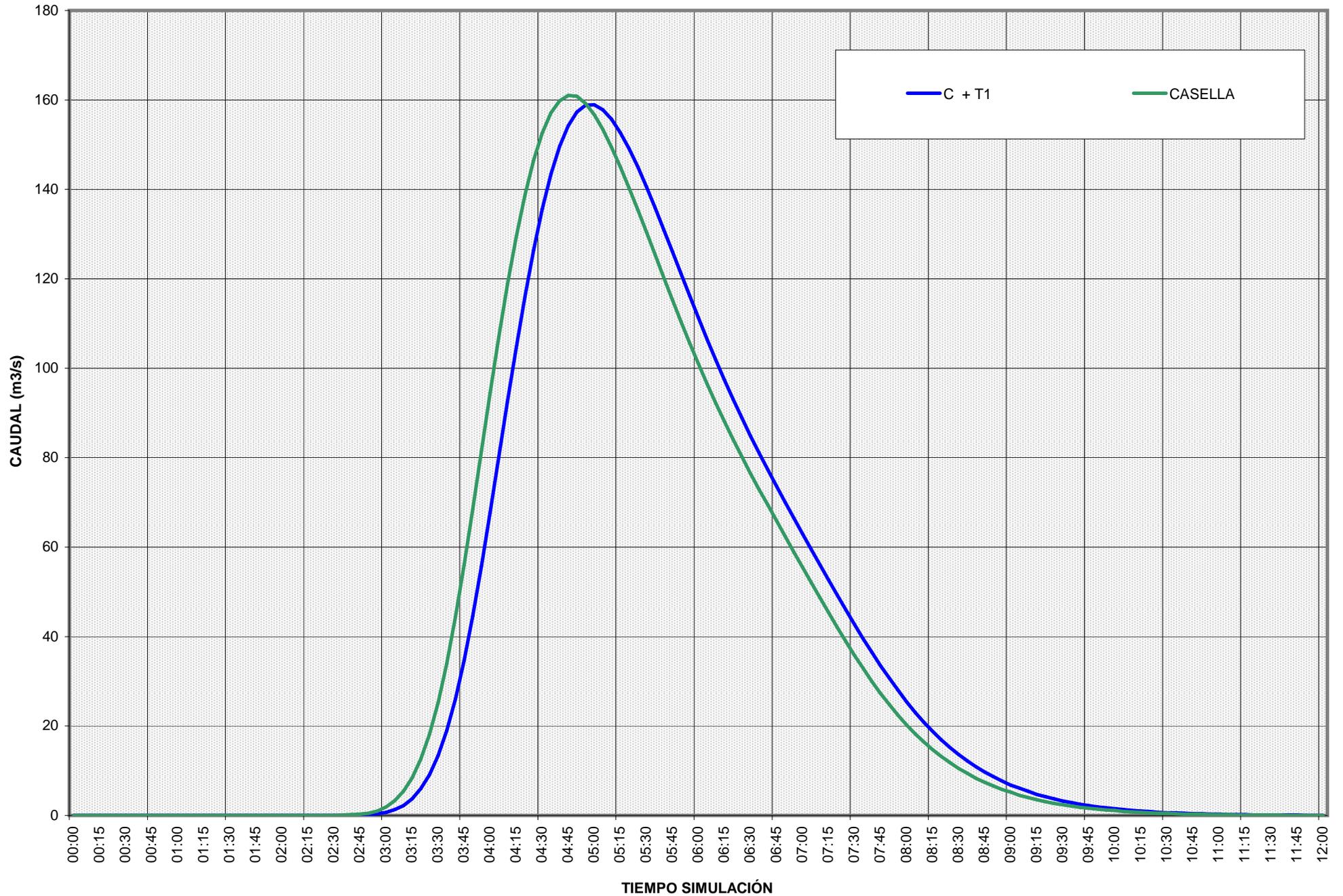
Suceso: R3 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: CASELLA
HIDROGRAMA - T = 50 años



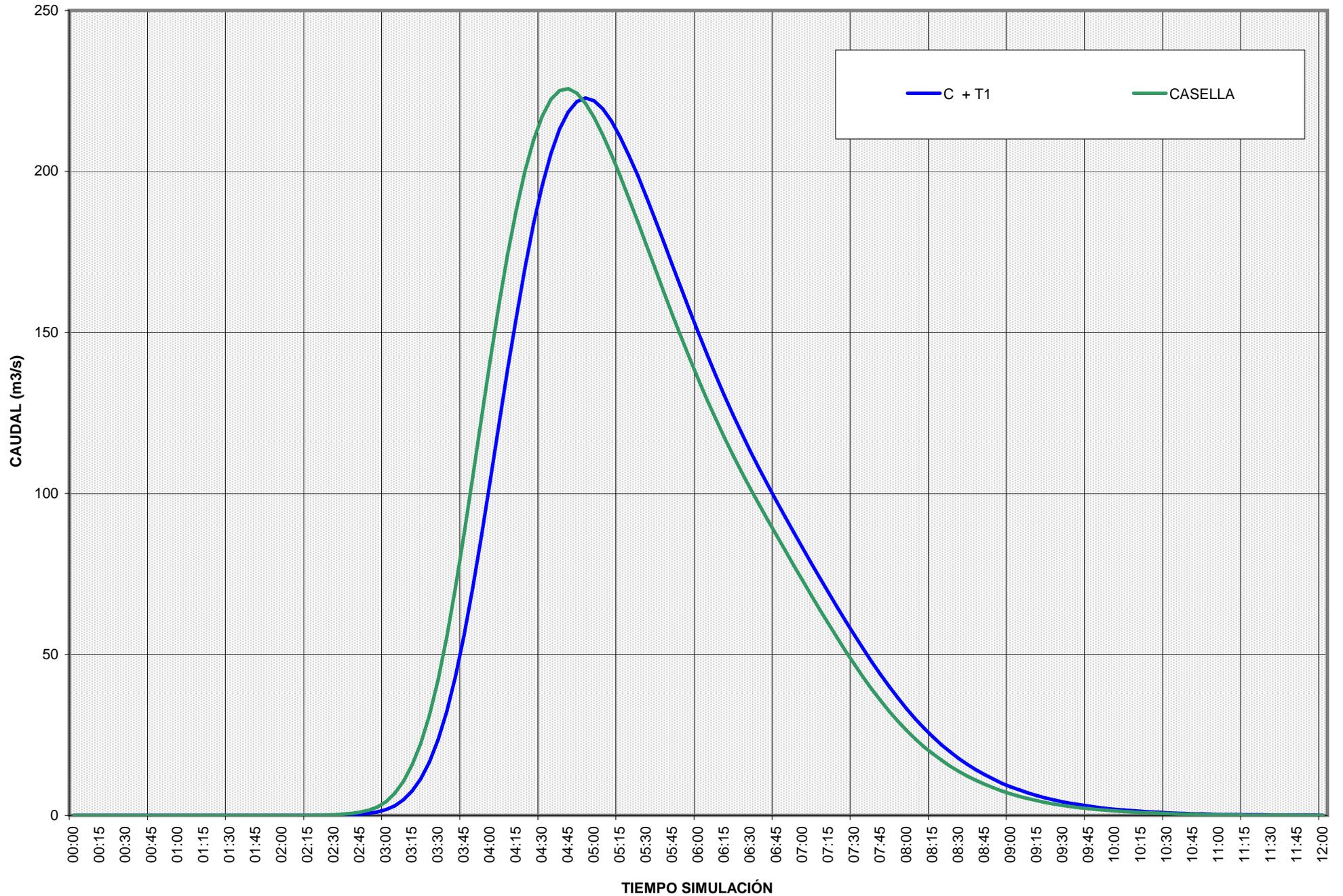
Suceso: R3 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: CASELLA
HIDROGRAMA - T = 100 años



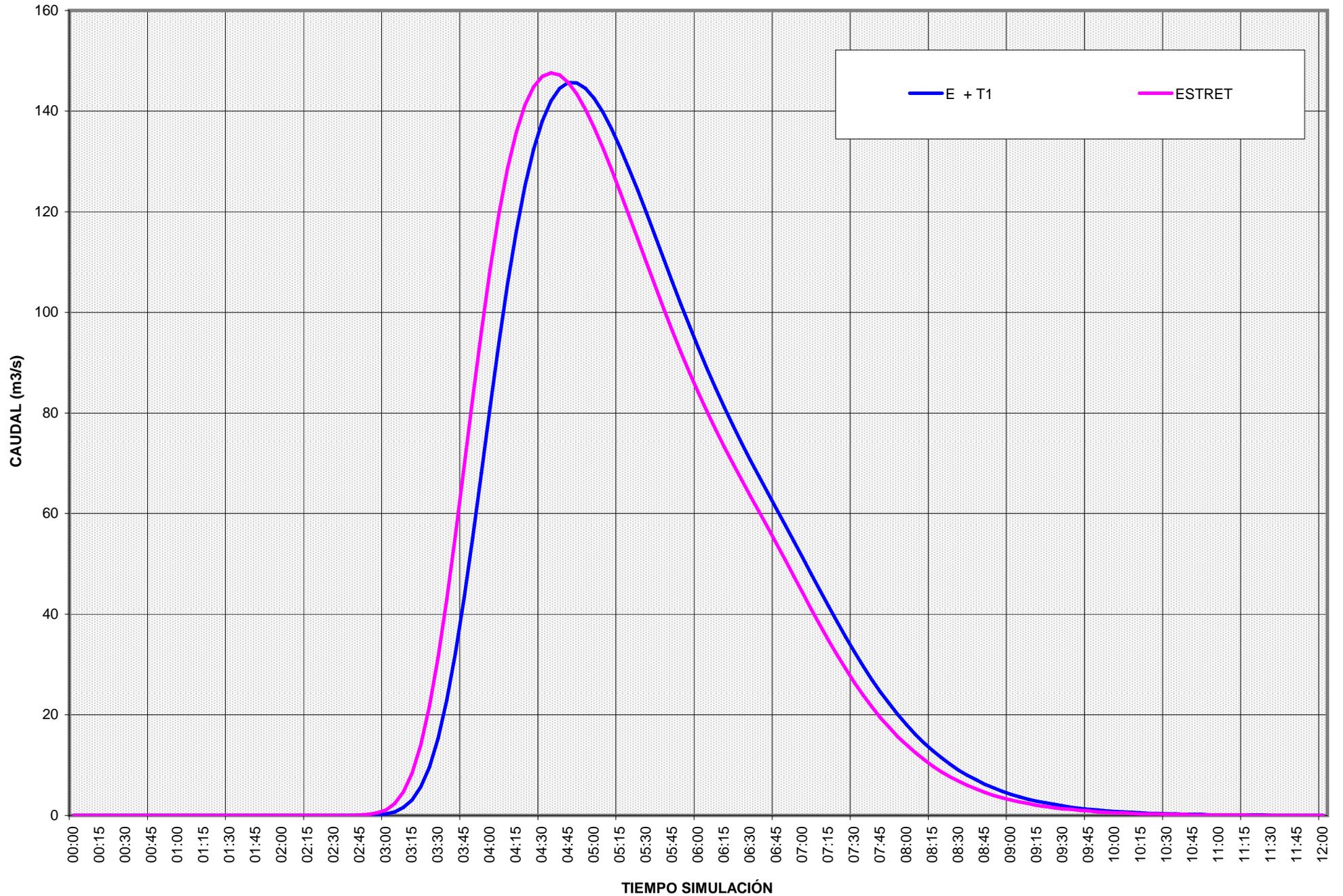
Suceso: R3 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: CASELLA
HIDROGRAMA - T = 250 años



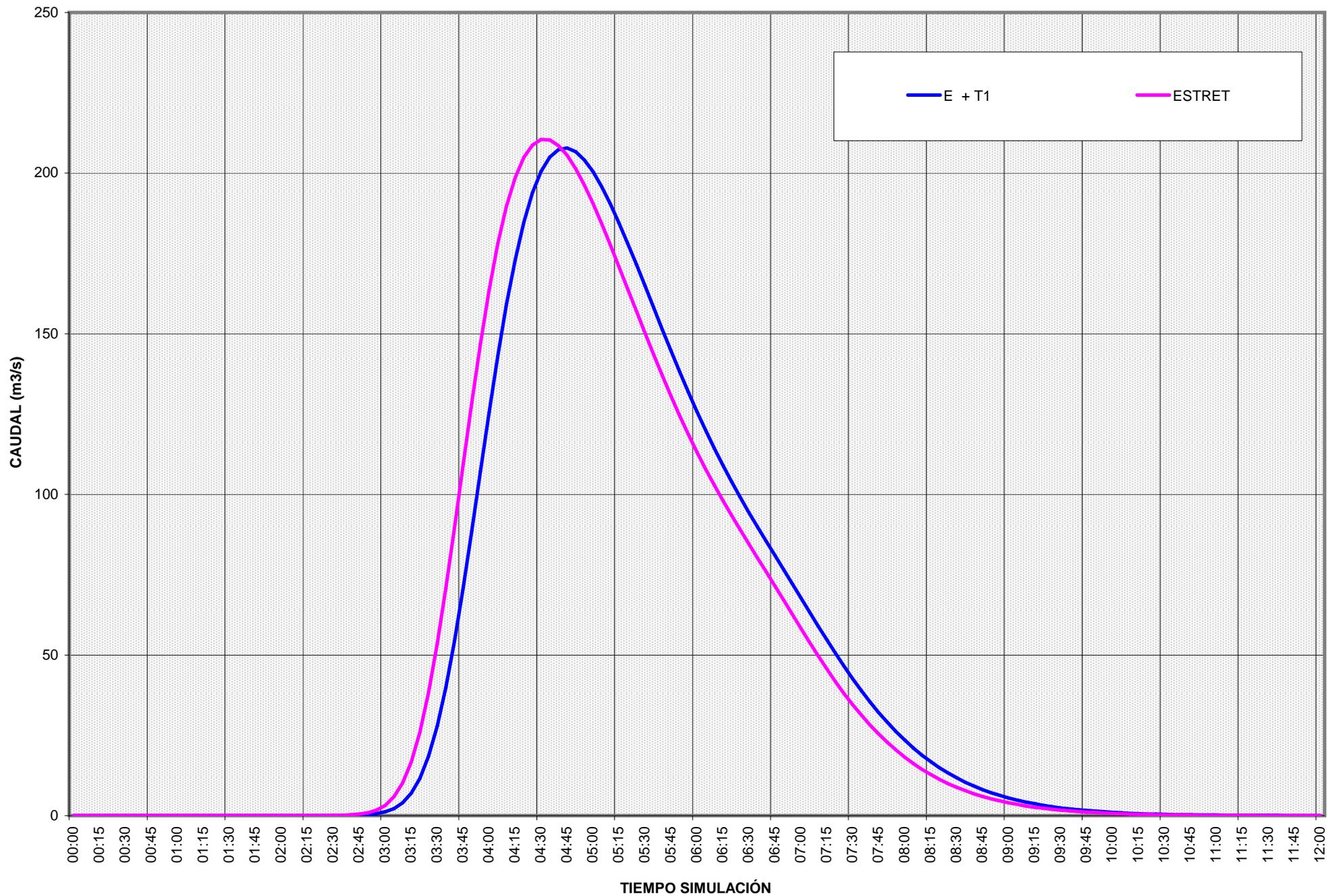
Suceso: R3 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: CASELLA
HIDROGRAMA - T = 500 años



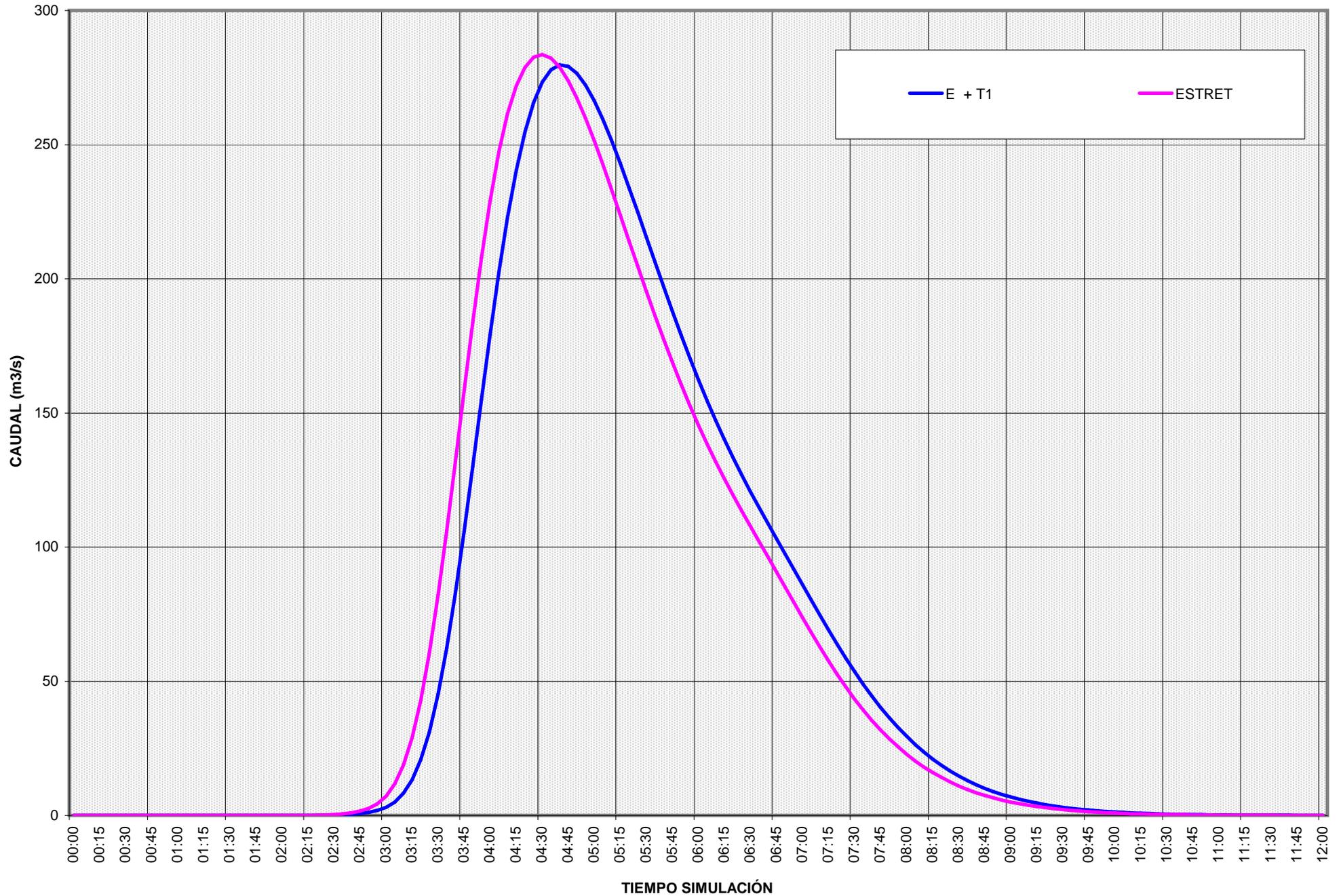
Suceso: R4 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: ESTRET
HIDROGRAMA - T = 25 años



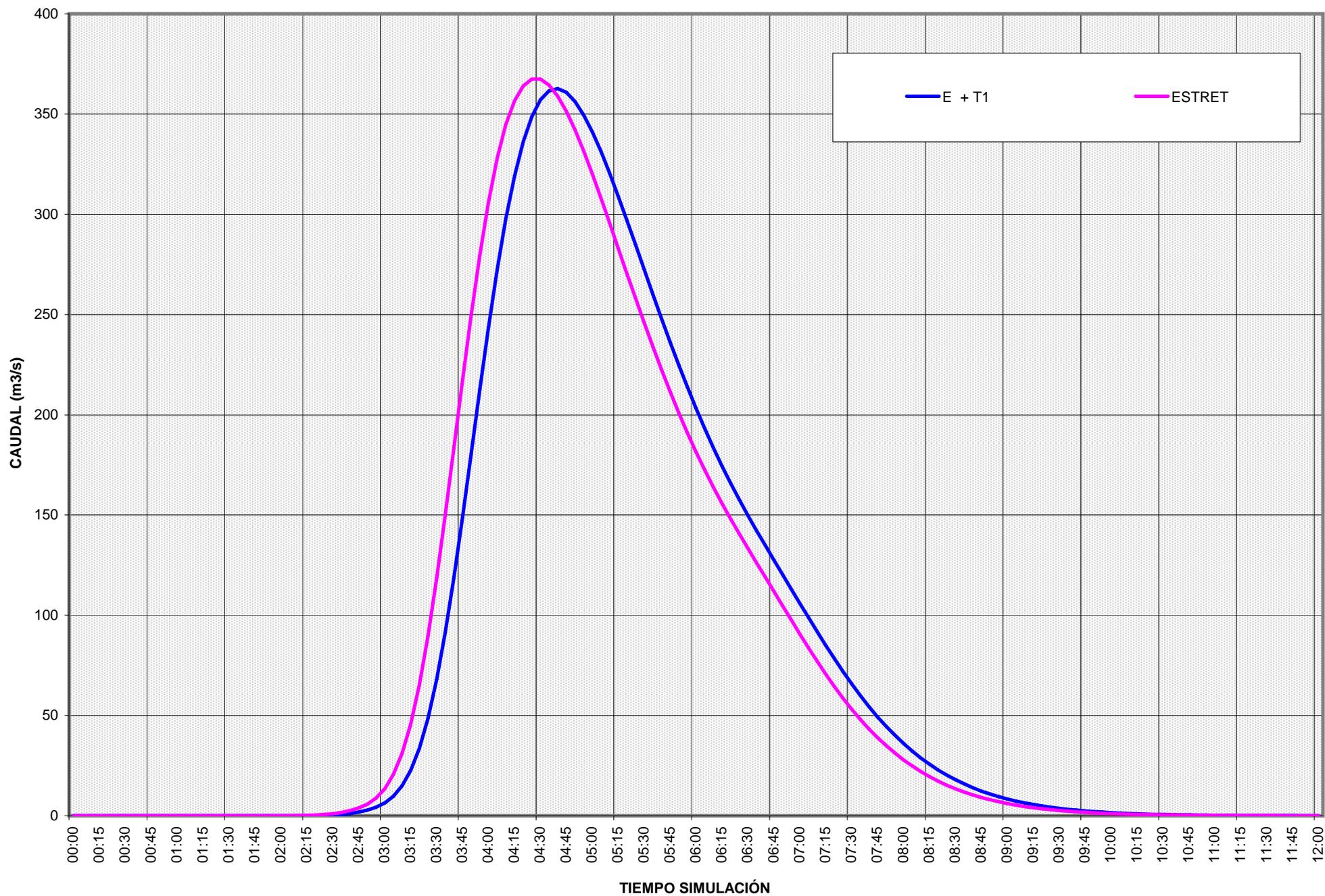
Suceso: R4 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: ESTRET
HIDROGRAMA - T = 50 años



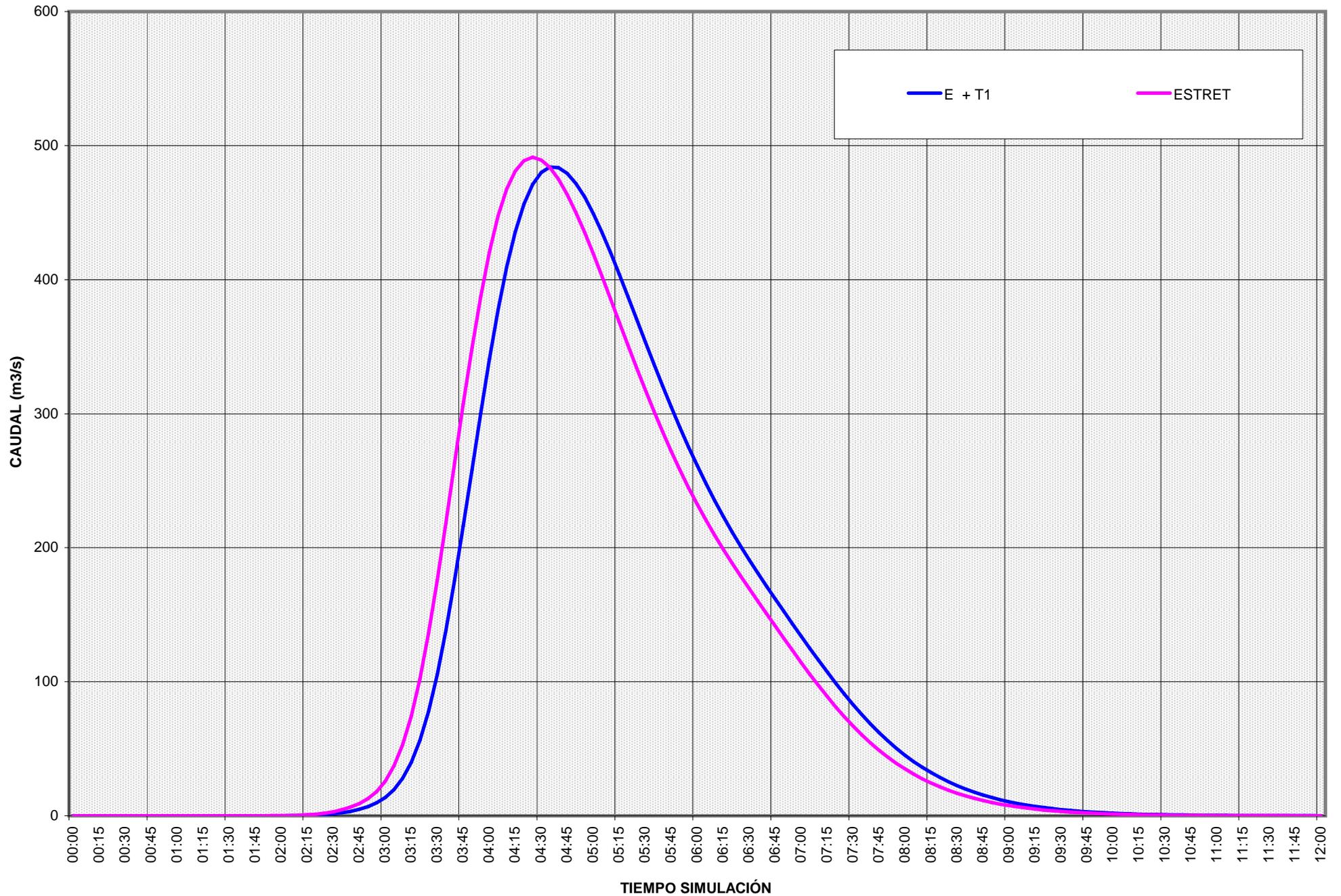
Suceso: R4 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: ESTRET
HIDROGRAMA - T = 100 años



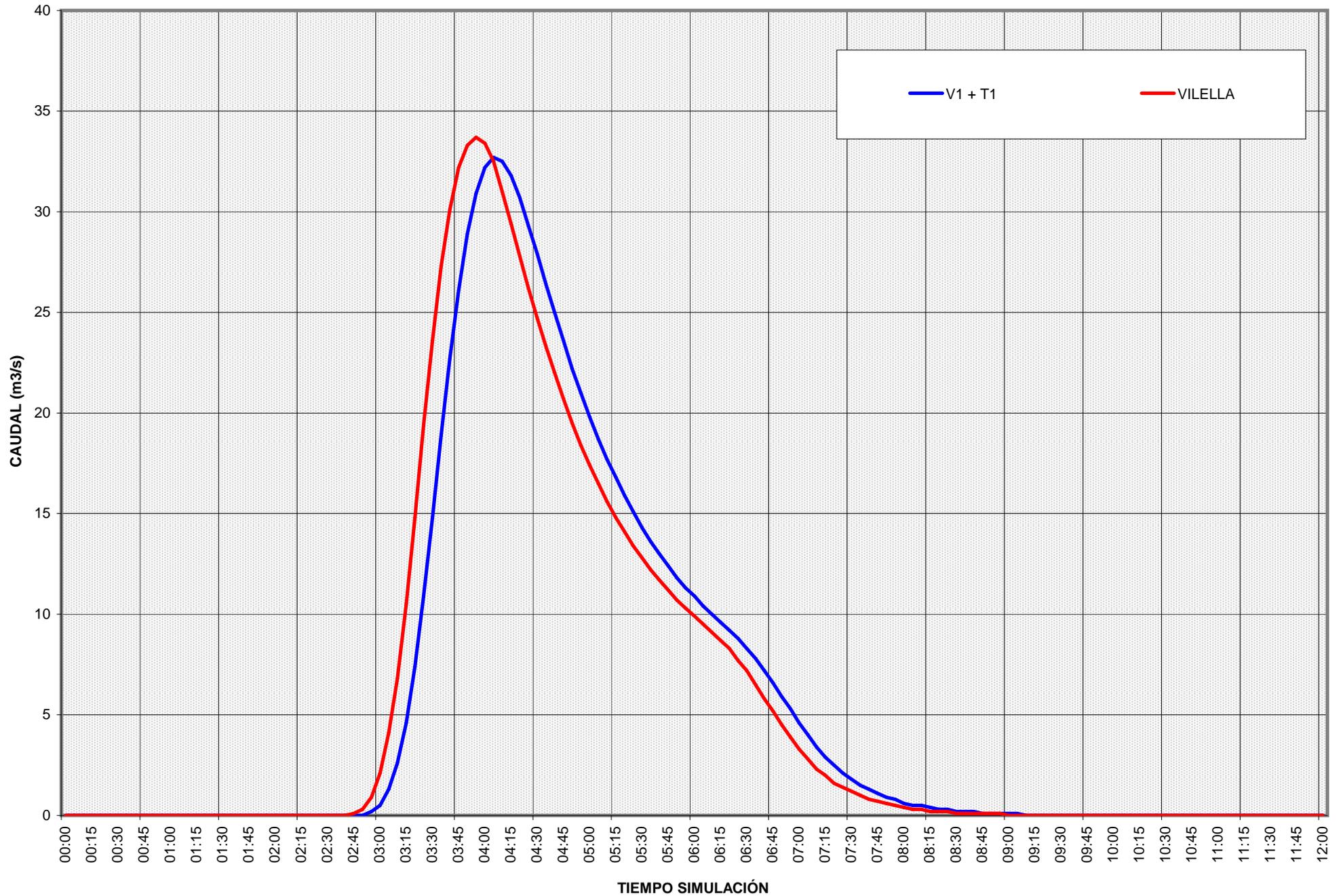
Suceso: R4 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: ESTRET
HIDROGRAMA - T = 250 años



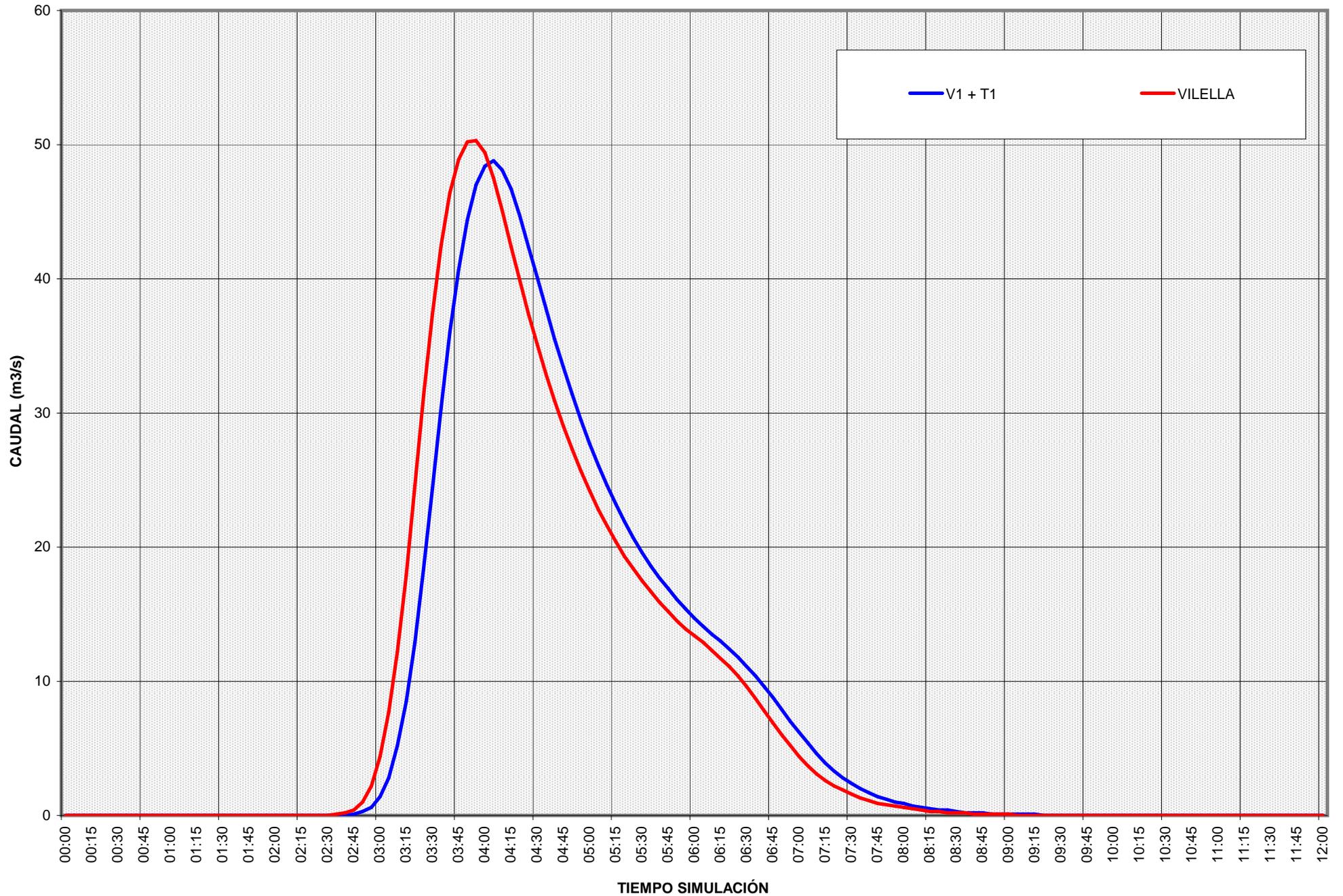
Suceso: R4 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: ESTRET
HIDROGRAMA - T = 500 años



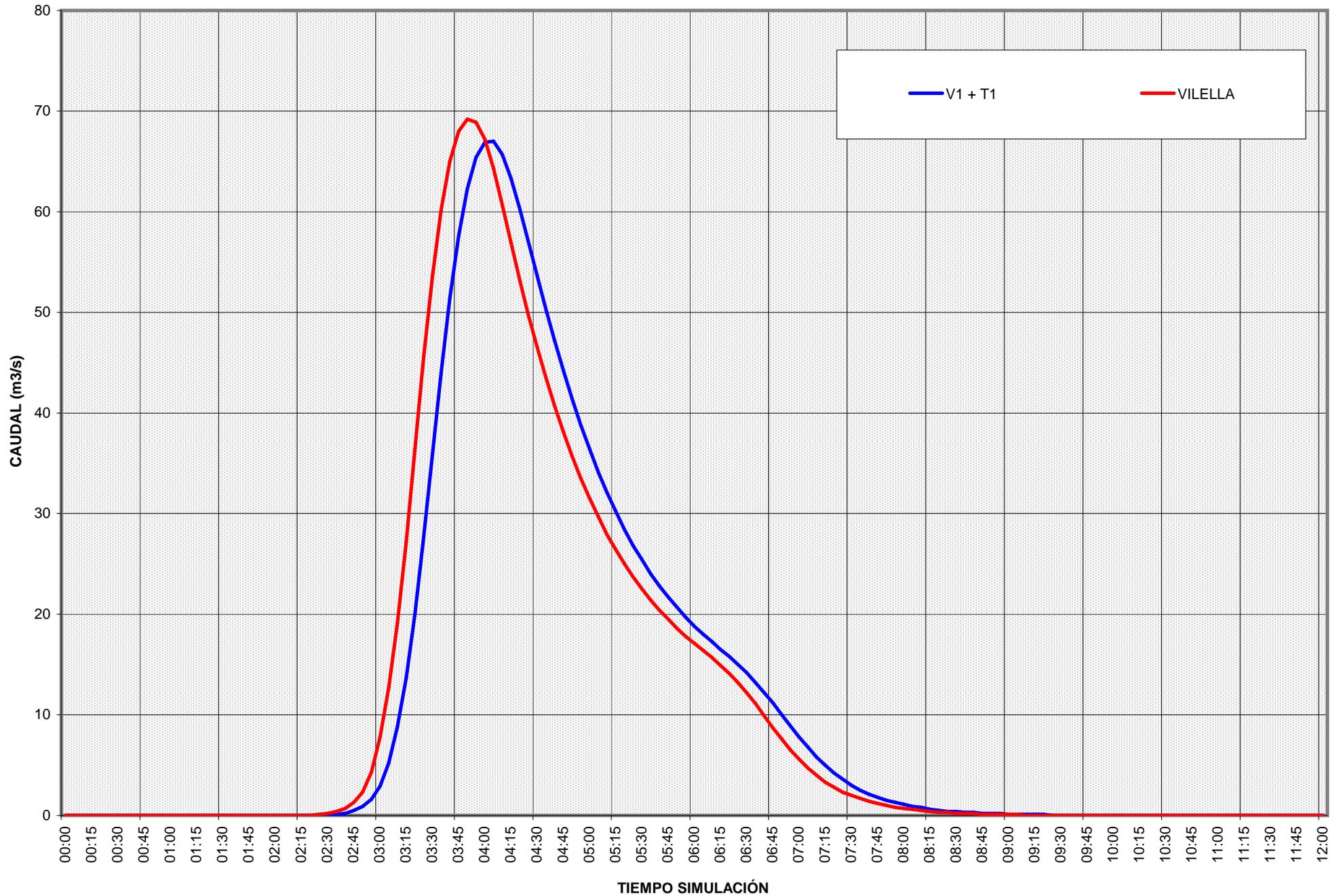
Suceso: R5 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: VILELLA
HIDROGRAMA - T = 25 años



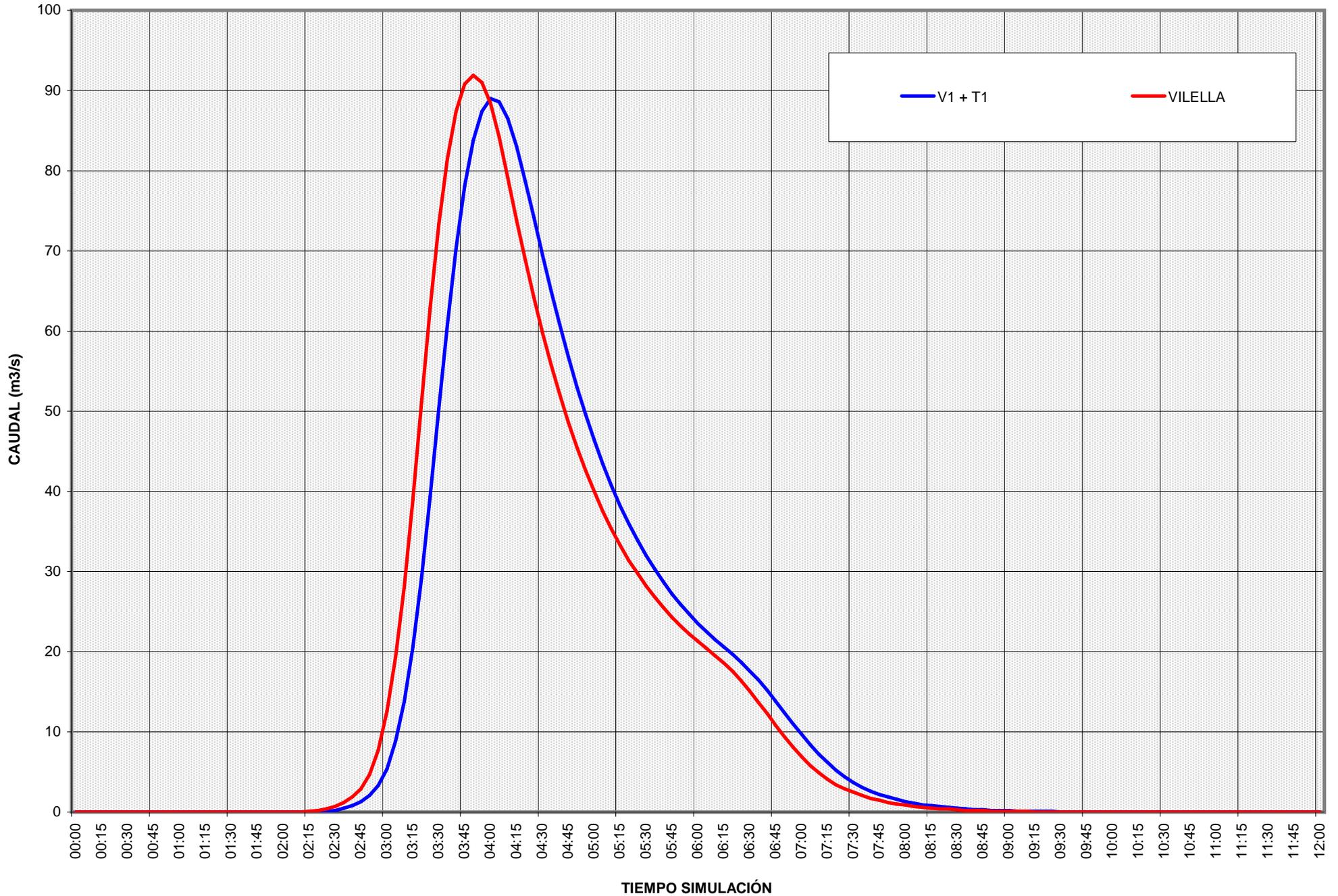
Suceso: R5 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: VILELLA
HIDROGRAMA - T = 50 años



Suceso: R5 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: VILELLA
HIDROGRAMA - T = 100 años



Suceso: R5 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: VILELLA
HIDROGRAMA - T = 250 años



Suceso: R5 - Tormenta 6h por bloques uniforme en cuenca: VILELLA
HIDROGRAMA - T = 500 años

