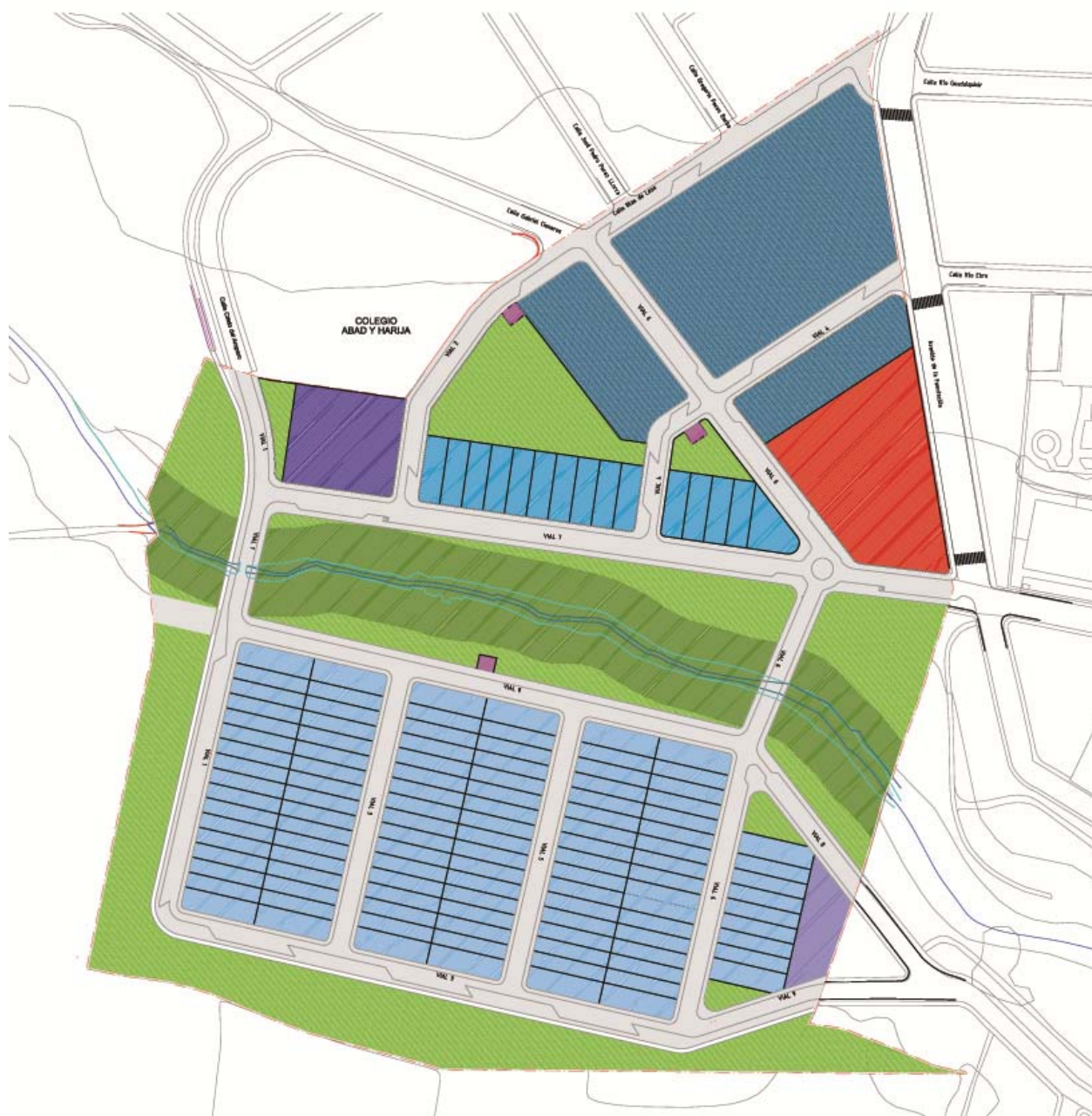

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRAÚLICO DEL PLAN PARCIAL DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA



AUTOR: PAULA RODRÍGUEZ GONZALEZ - I.C. - N°Col: 22.281
MACARENA SUERO RODRÍGUEZ - I.C. - N°Col: 22.282

AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL S.L
FECHA: DICIEMBRE 2019



TITULAR: ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA

ÍNDICE GENERAL

I.- MEMORIA Y ANEJOS

1.- MEMORIA

2.- ANEJOS

2.1_TABLAS DE RESULTADOS REGIMEN NATURAL

2.2_SECCIONES REGIMEN NATURAL

2.2.1_SECCIONES T=5 AÑOS

2.2.2_SECCIONES T=100 AÑOS

2.2.3_SECCIONES T=500 AÑOS

II.- PLANOS

1.-LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL

2.-IDENTIFICACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE

3.- IDENTIFICACION DE SECCIONES

4.-SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO

5.-ZONAS INUNDABLES EN REGIMEN NATURAL

5.1-PERÍODO DE RETORNO 5 AÑOS (DPH)

5.2-PERÍODO DE RETORNO 100 AÑOS (ZPF)

5.3-PERÍODO DE RETORNO 500 AÑOS (ZI)

5.4-COMPARATIVO

I.- MEMORIA Y ANEJOS

1.- MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETO DEL ESTUDIO.....	3
3.	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA	4
4.	LOCALIZACIÓN	5
5.	CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA	5
5.1	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE.....	6
5.1.1	<i>División de la cuenca</i>	6
5.1.2	<i>Caracterización morfológica</i>	6
5.1.3	<i>Tiempo de concentración</i>	7
5.1.4	<i>Caracterización hidrológica</i>	7
5.2	DEFINICIÓN DE LAS PRECIPITACIONES DE CÁLCULO.....	14
5.2.1	<i>Máximas precipitaciones diarias</i>	14
5.2.2	<i>Cálculo de la intensidad del aguacero</i>	16
5.2.3	<i>Cálculo de los caudales máximos</i>	18
5.3	MODELIZACIÓN GEOMÉTRICA DE LA CUENCA.....	19
6.	ESTUDIO HIDRÁULICO.....	19
6.1	OBJETO DEL ESTUDIO.....	19
6.2	MODELO DE SIMULACIÓN.....	20
6.2.1	<i>Fundamento hidráulico</i>	20
6.2.2	<i>Metodología aplicada a la elaboración del modelo</i>	22
6.2.3	<i>Condiciones de contorno</i>	24
7.	CONCLUSIÓN	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio desarrolla los trabajos de cálculo estimativo de los caudales máximos que se generan en el Arroyo de la Peñuela para determinar la máxima crecida ordinaria así como para diferentes periodos de retorno que se definen en 100 y 500 años. Para, en base a los mismos, proceder al análisis y caracterización tanto del dominio público hidráulico como de las zonas inundables en el Sector 8 de las NNSS del municipio de Torrejón de la Calzada.

1.1 NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas
- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que se desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales

1.2 DEFINICIONES

1.2.1 Dominio público hidráulico

Según el RDL 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, se define como dominio público hidráulico a los cauces de corrientes naturales continuas o discontinuas. Según el artículo 4 del RD 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el RPDH, aprobado por el RD 849/1986, de 11 de abril, se define como cauce natural al terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.

El caudal que determina las máximas crecidas ordinarias se establece en régimen natural mediante el estudio de las series de caudales máximos instantáneos anuales (es decir, el "pico" de caudal registrado cada año) entre los que se eligen diez años consecutivos con comportamiento representativo (que contenga tanto años húmedos como secos) para hacer la media y obtener así el valor del caudal de la máxima crecida ordinaria (MCO).

1.2.2 Zona de policía

La zona de policía es la constituida por una franja lateral de cien metros de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en las que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

Su tamaño se puede ampliar (artículo 9 del RD 9/2008) hasta recoger la zona de flujo preferente al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes.

1.2.3 Zona de flujo preferente

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes (artículo 9 del RD 638/2016).

1.2.4 Zona de inundación

Las zonas inundables son las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas, cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años. En estas zonas no se prejuzga el carácter público o privado de los terrenos, y el Gobierno podrá establecer limitaciones en el uso, para garantizar la seguridad de personas y bienes.

2. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del estudio es realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos del arroyo de la Peñuela.

Se trata de calcular las máximas avenidas asociadas a la cuenca del arroyo de la Peñuela a su paso por la población de Torrejón de la Calzada, y más concretamente con la intersección del mismo en el Sector 8, de tal modo que podamos fijar de una parte los límites que definen el Dominio Público Hidráulico (D.P.H.) y de otro los que definen el espacio afectado por avenidas extraordinarias que produzcan daños a las propiedades y riesgos a las personas conculcando su seguridad.

La determinación de las máximas crecidas ordinarias se realizará siguiendo las directrices de la "Guía Metodológica para la estimación del caudal de Máximas Crecidas Ordinarias". C.E.D.E.X. 1996, según la cual:

- QMCO = Valor del caudal de máxima crecida ordinaria.
- QM = Caudal medio de la serie de máximos anuales.
- Cv = Coeficiente de variación de la Ley de Frecuencia de máximos caudales anuales.

De forma aproximada puede valorarse QMCO de acuerdo con la expresión:

$$QMCO/QM = 0,7 + 0,6 \text{ Cv}$$

O bien,

$$T(QMCO) = 5 \text{ Cv}$$

El coeficiente de variación Cv, de la mayoría de los cursos de agua españoles está comprendido en el intervalo $0,3 \leq Cv \leq 1,4$ que según la fórmula anterior conduce a periodos de retorno comprendidos entre 1,5 y 7 años.

Los valores bajos corresponden a regímenes de hidrología moderada de tipo pluviooceánico y los altos a corrientes con hidrología extrema, es decir a climas húmedos y áridos respectivamente.

Esto nos permite fijar el periodo de retorno en $T = 5$ años, para determinar D.P.H.

Como se ha comentado en apartados anteriores la ZFP se determinará con el caudal para un periodo de retorno de 100 años.

Las máximas avenidas extraordinarias que permiten evaluar la zona afectada por situaciones catastróficas y que pueden representar riesgo para las personas, se fijan, de acuerdo con la normativa vigente, en las correspondientes a un periodo de retorno $T = 500$ años.

Dado que en paralelo con el Plan Parcial se está elaborando el proyecto de urbanización que conlleva la ejecución de dos pasos por encima del arroyo así como movimiento de tierras que será necesario para la ejecución de los viales propuestos en el mismo, se adjuntan además los resultados obtenidos tras la modelización con las secciones definitivas considerando el cambio en la morfología del terreno.

3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

El cálculo de los caudales de crecidas en la cuenca incluida en el ámbito del estudio, situado en el entorno del núcleo de población de Torrejón de la Calzada, se ha basado en el cálculo hidrometeorológico de caudales a partir de los datos de precipitación registrados en la cuenca hidrográfica y sus inmediaciones, así como de las características físicas de la cuenca.

Los datos de precipitación se han obtenido de la estación pluviométrica (3200) de Getafe Base Aérea y se han tratado con la distribución de Gumbel y SQRT-ET_{máx}.

Debido a las dimensiones y características de la cuenca en estudio, se han aplicado las variaciones propuestas por J.R. Témez en el XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid, 1991) sobre el método racional. Esta modificación del método racional clásico permite calcular como mayor exactitud los caudales de avenidas para cuencas con mayor tiempo de concentración ($0,25h < T_c < 24 h$ y $1km^2 < A < 3000 km^2$).

El estudio hidráulico se ha llevado a cabo mediante la elaboración de modelos de simulación de flujo permanente para el cálculo de los niveles de agua en las cuencas objeto del presente estudio. Para ello se ha empleado el programa HEC-RAS, del Hidrologic Engineering Center del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, ampliamente utilizado en este tipo de estudios.

Sobre el modelo del cauce actual, se han estimado los caudales correspondientes a los periodos de retorno 5, 10, 50, 100 y 500 años, se ha determinado el nivel alcanzado por la corriente de agua para estas 5 hipótesis en las secciones de cálculo y por último se han representado las áreas de inundación en la cuenca de estudio. El resultado gráfico se refleja mediante planos de zonas inundables.

4. LOCALIZACIÓN

El tramo estudiado de este arroyo con una longitud de 368,54 m., se enmarca en las siguientes coordenadas U.T.M. (Huso 30):

Tabla 1.- Coordenadas del arroyo

	EXTREMO NORTE	EXTREMO SUR
COORD. X	430875,85	431210,20
COORD. Y	4449968,53	4449847,86

5. CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA

Se ha realizado el Estudio Hidrológico de la cuenca de estudio mediante la aplicación de los caudales máximos instantáneos de escorrentía obtenidos para diferentes periodos de retorno en el punto de control de cálculo. La metodología de cálculo aplicada se ha estructurado en los siguientes puntos:

- Caracterización de la cuenca de aportación (delimitación, caracterización morfológica e hidrológica).
- Análisis de precipitaciones máximas: precipitaciones máximas diarias y determinación del aguacero de diseño.
- Composición del modelo de simulación.

- Resultados y análisis.

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE

5.1.1 División de la cuenca

La división del territorio se ha llevado a cabo de manera manual, mediante cartografía digital obtenida del mapa topográfico nacional escala 1:10.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), a partir de la cual se han ido siguiendo las divisorias del terreno en base a las curvas de nivel del mismo. En cualquier caso, y en aras de asegurar la objetividad del presente estudio, se ha tomado como criterio el de maximizar siempre la superficie total.

Como resultado de dicha operación se ha obtenido una única cuenca vertiente que contiene una superficie de aproximadamente 14,41 Km², en la misma solo hay que establecer la diferenciación de los distintos usos del suelo que tienen diferentes partes de la cuenca vertiente, dicha diferenciación se realizará en epígrafes posteriores en los que se comentará que condicionantes se establecen en base a dichos usos.

5.1.2 Caracterización morfológica

Una vez obtenida la cuenca vertiente, y la superficie total de la misma, es importante conocer una serie de parámetros morfológicos de la misma, que condicionan absolutamente los valores de caudal que puedan llegar a alcanzarse para una misma precipitación. Dichos parámetros morfológicos son principalmente la superficie, la cota absoluta del punto más elevado de la cuenca y del punto más deprimido de la misma (que coincide con la cota del punto de control del estudio), la longitud del cauce principal y la pendiente media del cauce, puesto que dichos valores condicionan entre otros el tiempo de concentración de la cuenca (T_c) que a la postre determinara de manera fundamental los caudales obtenidos para cada uno de los periodos de retorno considerados.

Las características morfológicas de la cuenca objeto de estudio se insertan en la tabla siguiente a modo de resumen:

Tabla 2.- Características morfológicas de la cuenca

CUENCA	SUPERFICIE (km ²)	COTA MEDIA CUENCA (m)	COTA MÁX CAUCE (m)	COTA MÍN CAUCE (m)	LONG MÁX CAUCE (km)	PTE. MEDIA CAUCE (m/m)
La peñuela	14,41	649	685	613	6,55	0,010

5.1.3 Tiempo de concentración

Se trata de un concepto fundamental para poder llevar a cabo el análisis del escurrimiento de la cuenca vertiente. El tiempo de concentración (T_c) se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida de la cuenca la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca. Para la determinación de dicho parámetro se ha considerado la fórmula de Témez, en la cual el valor de dicho tiempo es función de la pendiente del cauce y de su longitud, se inserta a continuación dicha fórmula:

$$T_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L}{J^{\frac{1}{4}}} \right)^{0.76}$$

Donde:

T_c es el tiempo de concentración en horas

L es la longitud del cauce principal en kilómetros

J es la pendiente media del cauce en tanto por uno.

Una vez realizados los cálculos con los datos geométricos reflejados en la tabla 2, el tiempo de concentración obtenido para la cuenca vertiente objeto del estudio es de 2,95 horas o 177 min.

5.1.4 Caracterización hidrológica

Para la obtención de la producción de lluvia neta o parte de la lluvia que genera escorrentía superficial se ha continuado utilizando el denominado "MÉTODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ", según el cual los factores de los que depende la escorrentía generada en una cuenca son cuatro, el uso del suelo, la pendiente del terreno expresada en tanto por ciento, las características hidrológicas de la cuenca y el grupo del suelo ante el que nos encontremos. Cada uno de esos factores determina el denominado "UMBRAL DE ESCORRENTÍA" (P_0), definiéndose como tal la cantidad de precipitación a partir de la cual se empieza a producir escorrentía superficial.

A continuación pasaremos a analizar cada uno de los factores mencionados para la cuenca vertiente del Arroyo de la Peñuela.

5.1.4.1 ANALISIS DEL GRUPO DE SUELO

Para determinar a qué grupo de suelo pertenece la cuenca objeto de estudio debemos fijarnos en su comportamiento hidrológico, así se consideran cuatro grandes grupos de suelo en función de su textura, capacidad de infiltración y por lo tanto del drenaje que ofrecen.

En el caso de la cuenca que nos ocupa, se han realizado varias visitas de campo y se han realizado las pertinentes consultas en la información contenida en los mapas geológicos a escala 1:50.000 del Instituto Tecnológico GeoMinero.

Se inserta a continuación la tabla en la que se pueden observar los diferentes grupos de suelo que se pueden considerar:

Tabla 3.- Grupos hidrológicos del suelo (SCS, 1964 en Bradbury et al. 2000)

Infiltración				
Grupo	(cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa	Perfecto
			Arenosa-limosa	
			Franco-arenosa	
B	Moderada	Media a grande	Franca	Bueno a moderado
			Franco-arcillo-arenosa	
			Franco-limosa	
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa	Imperfecto
			Franco-arcillo-limosa	
			Arcillo-arenosa	
D	Muy lenta	Pequeña (litosuelo u horizontes de arcilla)	Arcillosa	Pobre a muy pobre

Nota : Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D

Para el caso de la cuenca vertiente del arroyo, situada en el término municipal de Torrejón de la Calzada, nos encontramos ante un suelo con arcosas, arenas, limos y arcillas, con neto predominio de las primeras, luego el tipo de suelo estará incluido en el GRUPO "C", en el que la capacidad de infiltración es lenta cuando el sustrato está húmedo, con una textura franco-arcillosa.

5.1.4.2 PENDIENTE

Durante las visitas a la zona de estudio se ha podido comprobar que la pendiente media del terreno en la cuenca estudiada es baja, a los efectos de determinar el umbral de escorrentía concretamente debemos conocer si esta es mayor o menor del 3 %. Tanto en las visitas a la zona como a través de la diferente cartografía consultada (IGN) se puede concluir que la pendiente es inferior al 3 %.

5.1.4.3 USO DE SUELO

Este es un factor determinante en la estimación del umbral de escorrentía de la cuenca.

Como es evidente la cubierta vegetal (o la ausencia de la misma) que tengamos sobre el sustrato de la cuenca determina completamente la escorrentía que se generará sobre la misma, así en la cartografía de la cuenca, en las visitas de campo y en las ortofotografías de la misma podemos comprobar que existen dos tipos de uso claramente diferenciados dentro de la cuenca de estudio.

Por un lado tenemos una gran parte de la superficie cubierta por un uso agrícola. Este tipo de uso ocupa cerca del 78 % del total de la superficie de la cuenca.

De otro lado encontramos una parte de la cuenca ocupada por zonas urbanizadas, cuyo umbral de escorrentía es notablemente diferente al del resto (22%).

En base a todo lo anteriormente expuesto se determina seguir el siguiente criterio, para la zona ocupada por superficie agrícola se va a estimar el umbral de escorrentía (P_0) en base a la tabla que se inserta a continuación tomada de la instrucción 5.2-IC para el drenaje superficial, editada por el MOPU en Julio de 1990 y en la que se determina que el umbral de escorrentía es función directa de los factores que se han enumerado pendiente, uso del suelo, grupo de suelo y uso del mismo.

Tabla 4.- Estimación inicial del umbral de Escorrentía P_0 (Instrucción 5.2-IC)

Tabla. Estimación inicial del umbral de escorrentía Po (mm)							
USO DE LA TIERRA	PENDIENTE (%)	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	GRUPO DE SUELO				
			A	B	C	D	
Barbecho	>3	R	15	8	6	4	
		N	17	11	8	6	
	<3	R/N	20	14	11	8	
Cultivos en hilera	>3	R	23	13	8		
		N	25	16	11	8	
	<3	R/N	28	19	14	11	
Cereales de invierno	>3	R	29	17	10	8	
		N	32	19	12	10	
	<3	R/N	34	21	14	12	
Rotación de cultivos pobres	>3	R	26	15	9	6	
		N	28	17	11	8	
	<3	R/N	30	19	13	8	
Rotación de cultivos densos	>3	R	37	20	12	9	
		N	42	23	14	11	
	<3	R/N	47	25	16	13	
Praderas	>3	Pobre	24	14	8	6	
		Media	53	23	14	9	
		Buena	*	33	18	13	
		Muy buena	*	41	22	15	
	<3	Pobre	58	25	12	7	
		Media	*	35	17	10	
		Buena	*	*	22	14	
		Muy buena	*	*	25	16	
Plantaciones regulares aprovechamiento forestal	>3	Pobre	62	26	15	10	
		Media	*	34	19	14	
		Buena	*	42	22	15	
	<3	Pobre	*	34	19	14	
		Media	*	42	22	15	
		Buena	*	50	25	16	
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5	
		Clara	60	24	14	10	
		Media	*	34	22	16	
		Espesa	*	47	31	23	
		Muy espesa	*	65	43	33	

1. N: DENOTA CULTIVO SEGÚN LAS CURVAS DE NIVEL.
R: DENOTA CULTIVO SEGÚN LA LÍNEA DE MÁXIMA PENDIENTE.

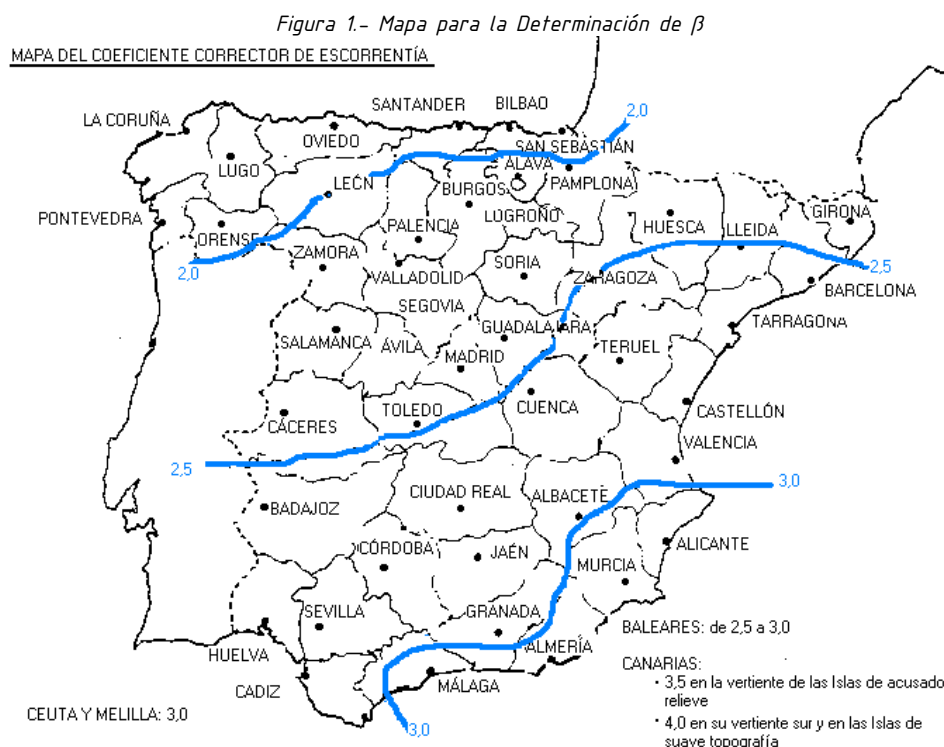
2. *: DENOTA QUE ESA PARTE DE CUENCA DEBE CONSIDERARSE INEXISTENTE A EFECTOS DE CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA.

3. LAS ZONAS ABALANCADAS SE INCLUIRÁN ENTRE LAS DE PENDIENTE MENOR DEL 3%.

En base a la tabla anterior podemos determinar que en el caso de la parte de la cuenca que está ocupada por superficie agrícola tenemos que el umbral de escorrentía es de 14. Es importante que la superficie de la cuenca ocupada por este tipo de masa es cercano al 78 %.

Una vez obtenido el umbral de escorrentía de la zona agrícola, procedemos a calcular el umbral de escorrentía corregido P_0' , mediante la aplicación del coeficiente corrector β , todo ello en aplicación de las recomendaciones del método racional y de la instrucción 5.2-IC.

El coeficiente β se determina gráficamente mediante el mapa que se inserta a continuación, en el caso de Torrejón de la Calzada el término municipal se encuentra ubicado entre las isolíneas 2 y 2,5, por lo que mediante un procedimiento de interpolación gráfica se obtiene un valor para dicho coeficiente de 2,4.



Una vez que conocemos el umbral de escorrentía y su coeficiente corrector, conocemos el valor del umbral de escorrentía corregido, que en el caso que nos ocupa ofrece un valor de 30,60 mm, así los datos de umbral de escorrentía para la cuenca agrícola quedan según se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.- Valores del umbral de escorrentía para la superficie agrícola

	P₀ (Umbral de escorrentía)	B (Coeficiente corrector)	P₀' (Umbral de escorrentía corregido)
Superficie Agrícola	14 mm	2,4	33,60 mm

Teniendo en cuenta la observación formulada por la Confederación Hidrográfica del Tajo, según la cual el valor de Po debería fijarse en 20 mm. , según se indica en la propia Instrucción para realizar cálculos de poca precisión, supuestamente para el diseño de caños, tajeas u otras obras similares a los que previsiblemente el periodo de retorno asociado es bajo, es de aplicación cuestionable ese modo de valoración del umbral de escorrentía, pero en nuestro intento de adaptar el resultado obtenido a un valor más conservador y teniendo en cuenta que investigaciones realizadas en el CEDEX, concluyen obteniendo para cuencas en las que se ha podido obtener el valor de Po a partir de caudales circulantes (aforos) por los cauces, que el rango de los valores más frecuentes es $24 < Po < 35$ mm, aplicaremos el valor obtenido de $Po = 33,60$ mm, que se encuentra dentro de dicho intervalo.

A partir de estos datos, se procederá a calcular el coeficiente de escorrentía "C" para dicha zona, este valor depende de la precipitación máxima diaria corregida, que obtenemos para cada uno de los periodos de retorno considerados en el presente estudio. Para la obtención del coeficiente de escorrentía se aplica la fórmula del coeficiente de escorrentía que se inserta a continuación:

$$C = \frac{(P'_d - P'_0) \times (P'_d + 23P'_0)}{(P'_d + 11P'_0)^2}$$

Como se observa en la fórmula anterior, el coeficiente de escorrentía es función del umbral de escorrentía corregido mediante la aplicación del coeficiente β y de la precipitación máxima diaria también corregida. En el caso de dicha precipitación, la corrección se lleva a cabo mediante la aplicación del coeficiente areal K_a , cuya expresión es la siguiente:

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

Donde A se define como la superficie de la cuenca objeto de estudio.

Así pues en base a los cálculos que se indicaban a continuación se obtienen finalmente una precipitación máxima diaria corregida y un umbral de precipitación corregido para cada uno de los periodos de retorno considerados, en base a los que se obtiene el Coeficiente de escorrentía a aplicar para cada uno de los mismos en la parte de la cuenca vertiente del Arroyo de la Peñuela que se encuentra cubierta por superficie agrícola.

Se inserta a continuación tabla resumen de todos los valores de cálculo obtenidos para dicha superficie y cada periodo de retorno:

Tabla 6.- Valores de P_d , P_0 y C para la parte agrícola de la cuenca

Periodo de retorno (T) (años)	P_d (mm)	K_a	P_d' (mm)	$P_{0(mm)}$	β	$P_{0'}(mm)$	C
5	42,09	0,9299	39,14	14	2,4	33,60	0,0269
25	56,88	0,9299	52,89	14	2,4	33,60	0,0892
50	63,01	0,9299	58,59	14	2,4	33,60	0,1133
100	69,09	0,9299	64,25	14	2,4	33,60	0,1363
500	84,90	0,9299	78,95	14	2,4	33,60	0,1919

El coeficiente de escorrentía " C " de las cuencas urbanas tiende a ser constante, no dependiendo tanto de la variación que se produce en la precipitación máxima diaria y su correspondencia con el umbral de escorrentía de cada uno de los periodos de retorno considerados.

En base a lo anterior se establece el criterio de considerar un coeficiente de escorrentía continuo para dicha zona, el valor de dicho coeficiente se obtiene de las tablas que se insertan a continuación, tomadas de ASCE (American Society of Civil Engineers) (1992) y adaptadas por Revilla et al. (1982), Monte (1992) y Aparicio (1999) a la España peninsular. Dichas tablas consideran un coeficiente de escorrentía " C " uniforme en función del uso del suelo.

Tabla 7.- Valores del Coeficiente de escorrentía " C " en función del uso del suelo en la zona

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

En el caso que nos ocupa nos encontramos a una zona que se podría definir dentro de dos tipos de superficie diferentes, por un lado se trata de una zona residencial de tipo unifamiliar, cuyo coeficiente de escorrentía "C" adoptaría un valor que estaría entre 0,3 y 0,5, sin embargo también podríamos describir la zona objeto de estudio como una zona residencial semiurbana en cuyo caso los valores oscilarían entre 0,25 y 0,40.

En aras de asegurar la fiabilidad del estudio y de los resultados obtenidos en los valores de caudales máximos, así como en la determinación de las zonas inundables para cada uno de los periodos de retorno, se establece el criterio de optar por el valor máximo de los coeficientes de escorrentía propuestos, y con la consideración de tipo de superficie más desfavorable para la obtención de "C".

Establecido dicho criterio, consideraremos que nos encontramos ante una **Zona Residencial Unifamiliar** que arroja un coeficiente de escorrentía máximo de 0,5.

A continuación, y una vez que han quedado definidos los coeficientes de escorrentía que son aplicables para cada uno de los periodos de retorno y para cada una de las diferentes superficies que estamos considerando, se hace necesario pasar a calcular el coeficiente de escorrentía global que hay que aplicar a la cuenca vertiente objeto del estudio. Este procedimiento se realizará mediante ponderación de cada uno de los resultados obtenidos en función directa del porcentaje de terreno que representan cada una de las superficies sobre el total de la cuenca.

Esta operación se realiza mediante la formulación que se inserta a continuación:

$$C = \frac{(C1 * \%S1) + (C2 * \%S2)}{100}$$

Como resultado de dichas operaciones se obtiene un coeficiente de escorrentía general para la cuenca vertiente del Arroyo de la Peñuela que varía para cada periodo de retorno considerado que se muestra en la siguiente tabla resumen:

Tabla 8.- Valores del Coeficiente de escorrentía global

Periodo de retorno (T) años	Coeficiente C1, superficie agrícola	Superficie agrícola (Km2)	Coeficiente C2, superficie urbana	Superficie urbana (Km2)	Coeficiente C global
5	0,0269	11,23	0,5	3,17	0,1310
25	0,0892	11,23	0,5	3,17	0,1796
50	0,1133	11,23	0,5	3,17	0,1984
100	0,1363	11,23	0,5	3,17	0,2163
500	0,1919	11,23	0,5	3,17	0,2597

5.2 DEFINICIÓN DE LAS PRECIPITACIONES DE CÁLCULO

Se estudiarán las precipitaciones máximas en 24 horas.

5.2.1 Máximas precipitaciones diarias

Para poder desarrollar el presente estudio hidrológico es fundamental conocer los valores de las máximas precipitaciones diarias en la zona de estudio, puesto que dichos valores constituyen datos esenciales en el proceso de cálculo. Se han solicitado los datos de precipitación a la estación pluviométrica de Getafe.

Tabla 9.- Datos de precipitación máxima anual (Pd)

Año	Pd (mm)	Año	Pd (mm)	Año	Pd (mm)
1951	35.4	1966	30.6	1981	38.8
1952	20.09	1967	37.1	1982	38.6
1953	23.3	1968	29	1983	40.2
1954	32	1969	55.3	1984	25.2
1955	34	1970	23.6	1985	17.6
1956	46.1	1971	30.6	1986	30
1957	28	1972	62	1987	39.2
1958	29.5	1973	22.1	1988	25.5
1959	57	1974	36.0	1989	30.8
1960	40	1975	47.6	1990	31.3
1961	32.7	1976	30.6	1991	24.5
1962	35.2	1977	24.2		
1963	30.7	1978	27.4		
1964	33	1979	28.0		
1965	51	1980	30.6		

Para determinar las precipitaciones máximas previsibles para los distintos periodos de retorno se han utilizado dos tipos de distribución:

- Gumbel

$$F(x) = \text{Prob}(X < x) = \exp(-\exp(x - \beta)) \text{ parámetros del ajuste } \alpha, \beta$$

- SQRT-ET_{máx}

$$F(x) = \text{Prob}(X < x) = \exp(-K(1 + \sqrt{ax}) \exp(-\sqrt{ax})) \text{ parámetros del ajuste } \alpha, K$$

Ambas distribuciones son de uso muy extendido para el análisis estadístico de precipitaciones. Tienen la ventaja de no necesitar estimar parámetros regionales de difícil cuantificación, necesarios para otro tipo de distribuciones (GEV, Log Pearson III y TCEV), haciendo más sencillo el problema, al necesitar sólo datos locales y no locales y regionales, cuya homogeneidad es difícil de conseguir.

Con la distribución de Gumbel, varios estudios han comprobado que la extrapolación para periodos de retorno altos produce resultados de la inseguridad. Esto ha conducido a la aplicación del SQRT-ET_{máx}, con la que, según el estudio realizado por el CEDEX, se obtienen valores más realista y siempre más conservadores que los que se deducen con la ley de Gumbel.

Tabla 10.- Resultados obtenidos

Media	Desviación típica	n
33.76560976	9.96035342	41
α	β	Cv
0.114815203	29.02581933	0.294985149

	Gumbel	SQRT-ET Max	
T (años)	Precipitación (mm)		Prob(Pmax<=x)
2	32.22	-	0.5
5	42.09	40.09	0.8
10	48.63	46.18	0.9
25	56.88	54.46	0.96
50	63.01	60.99	0.98
100	69.09	67.83	0.99
200	75.15	74.96	0.995
500	83.14	84.90	0.998

Gráfico 1.- Comparativo de los resultados obtenidos con Gumbel y SQRT-ET_{máx}



Para los cálculos se han utilizado los valores más elevados de ambas distribuciones por mantener los resultados del lado de la seguridad:

Tabla 11.- Valores de Precipitación máxima diaria para los periodos de retorno considerados

PR (AÑOS)	5	25	50	100	500
Pmda	42,09 mm	56,88mm	63,01 mm	69,09 mm	84,90 mm

5.2.2 Cálculo de la intensidad del aguacero

Una vez calculada la precipitación máxima en 24 horas, debemos proceder a calcular la intensidad del aguacero, para a continuación poder continuar con la aplicación del método racional modificado de Temez. Para calcular dicha intensidad de lluvia se emplea la fórmula de las curvas IDF sintéticas propuesta por la Dirección General de Carreteras del MOPU en su instrucción 5.2-IC, según la cual:

$$\frac{I_{tc}}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - T_c^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

En la que:

I_{tc} : Intensidad para el tiempo de concentración (mm/h)

I_d : Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado (mm/h). Es igual a $P_{24}/24$

P_{24} : Precipitación máxima diaria (mm/día) correspondiente a dicho periodo de retorno, tomada de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España peninsular"

$I1/I_0$ es una constante de cada zona, independiente del periodo de retorno, que en Torrejón de la Calzada (Madrid) tiene el valor de 9,8, según el mapa de isolíneas de la siguiente figura 2.2 de la Instrucción de Carreteras - 5.2-IC "Drenaje superficial".

Imagen 2.- Mapa de isocostas l_1/l_2 de la Instrucción 5.2-IC



Con la aplicación de la fórmula indicada obtenemos la intensidad de lluvia asociada al tiempo de concentración T_c para cada uno de los periodos de retorno considerados. Los resultados obtenidos para I_{Tc} se muestran en la siguiente tabla resumen:

Tabla 12.- Cuadro resumen de la Intensidad I_{Tc} para diferentes T

Periodo de retorno T (años)	Intensidad ITC para la precipitación obtenida (mm/h)
5	8,2657
25	11,1702
50	12,3740
100	13,5681
500	16,6729

5.2.3 Cálculo de los caudales máximos

Una vez obtenidos todos los datos que se han ido calculando en los epígrafes anteriores podemos proceder ahora a realizar el cálculo de los valores de caudales máximos que se generarán para cada uno de los periodos de retorno considerados en el presente estudio. Para ello deberemos aplicar la fórmula del **"METODO RACIONAL MODIFICADO DE TEMEZ"** que se resume en la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

C: es el coeficiente de escorrentía calculado para la cuenca vertiente en cada uno de los periodos de retorno considerados

I: es la intensidad de precipitación obtenida para cada periodo de retorno

A: es la superficie de la cuenca vertiente

K: es el coeficiente de uniformidad "K" es función directa del tiempo de concentración de la cuenca y su valor se determina mediante la expresión que se inserta a continuación:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

Aplicando la expresión anterior obtenemos el siguiente valor de K:

Tabla 131.- Valor del coeficiente de uniformidad "K" para la cuenca de estudio

Cuenca considerada	Tiempo de concentración (Tc)	K
Arroyo de la Peñuela	2,95	1,2163

Finalmente podemos pasar a calcular los valores de caudal máximo que se obtendrían para la cuenca objeto de estudio en cada uno de los periodos de retorno considerados. A estos efectos es importante reseñar que el periodo de retorno T = 5 años es el que podríamos considerar como el máxima avenida ordinaria, mientras que por el contrario los valores que se obtendrían para el periodo de retorno de T = 500 años podría considerarse como el mayor valor de avenida extraordinaria.

Se inserta a continuación tabla resumen con los valores fundamentales calculados para la obtención del caudal máximo en cada periodo de retorno, incluido este:

Tabla 14.- Resumen de valores de T_c , P_d , P_d' , IT_c , C , A , K , y Q_{max} para los diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno (T) (años)	T_c (horas)	P_d (mm)	K_a	P_d' (mm)	IT_c (mm/h)	Coef. escorrentía (C)	Superficie (Km ²)	Coef. Uniformidad (K)	Q_{max} (m ³ /s)
5	2,95	42,09	0,9299	39,14	8,2657	0,1310	14,41	1,2163	5,27
25	2,95	56,88	0,9299	52,89	11,1702	0,1796	14,41	1,2163	9,76
50	2,95	63,01	0,9299	58,59	12,3740	0,1984	14,41	1,2163	11,95
100	2,95	69,09	0,9299	64,25	13,5681	0,2163	14,41	1,2163	14,29
500	2,95	84,90	0,9299	78,95	16,6729	0,2597	14,41	1,2163	21,08

5.3 MODELIZACIÓN GEOMÉTRICA DE LA CUENCA

Para la modelización geométrica del cauce se ha procedido a realizar un levantamiento topográfico, y a resultados del mismo se ha obtenido una cartografía precisa del cauce del Arroyo de la Peñuela, a escala 1:1.000 en la que se incluye una serie de secciones de dicho cauce cada 10 metros de interdistancia realizados a lo largo de 368,54 metros de cauce contados a partir del punto de control del presente estudio, es decir, en la intersección del mencionado arroyo con el Sector 8 en el término municipal de Torrejón de la Calzada.

El resultado de dicho levantamiento topográfico se ha tratado con programas informáticos bajo entorno CAD para poder ofrecer una imagen fiel de dicho cauce.

6. ESTUDIO HIDRÁULICO

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente estudio es realizar el estudio hidráulico del cauce del Arroyo de la Peñuela a su paso por el Sector 8 de Torrejón de la Calzada, para los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años, de forma que se delimiten las zonas inundables en el cruce de dicho cauce con el Sector en aras de comprobar la viabilidad de las obras que se piensan acometer.

Dado que en paralelo con el Plan Parcial se está elaborando el proyecto de urbanización que conlleva la ejecución de dos pasos por encima del arroyo así como movimiento de tierras que será necesario para la ejecución de los viales propuestos en el plan, se adjuntan además los resultados obtenidos tras la modelización con las secciones definitivas.

6.2 MODELO DE SIMULACIÓN

Para modelar hidráulicamente el tramo se ha utilizado el programa HEC-RAS. Se trata de la evolución del conocido programa HEC-2 y, como éste, se emplea en la realización de modelos unidimensionales, gradualmente variados y en régimen permanente.

Sin embargo, HEC-RAS presenta, frente a HEC-2, importantes ventajas desde el punto de vista hidráulico:

- Capacidad de simular cambios de régimen.
- Mayor grado de precisión en la modelización de puentes y de confluencias.
- Posibilidad de simular una compleja red de drenaje abierta o cerrada.
- Capacidad de definir áreas de flujo ineficaz, obstrucciones y muros.

6.2.1 Fundamento hidráulico

Manteniendo la hipótesis metodológica de un flujo permanente pero con una variación paulatina de la velocidad en el espacio, y por lo tanto del calado al no modificarse el caudal, el régimen recibe el nombre de gradualmente variado, y en él se produce una distribución hidrostática de presiones.

Para la estimación de velocidades y calados se aplica el denominado método estándar por etapas (Standard Step Method), que resuelve la ecuación del flujo gradualmente variado, igualando la energía en dos secciones consecutivas mediante un procedimiento cíclico de aproximaciones sucesivas.

Las bases teóricas de la aplicación son las siguientes:

- Flujo estacionario (no varía el calado o la velocidad con el tiempo)
- Flujo gradualmente variado (distribución hidrostática de presiones)
- Flujo unidimensional (velocidad en la dirección del flujo)
- Contornos rígidos (no se tienen en cuenta erosión o sedimentaciones en el cauce)

Con estas hipótesis, para el cálculo de perfil de la lámina de agua, el programa realiza un balance energético entre dos secciones consecutivas, mediante la aplicación de la siguiente expresión, basada en el teorema de Bernouilli generalizado:

$$z_1 + y_1 + a_1 \cdot \left(\frac{v_1^2}{2g} \right) = z_2 + y_2 + a_2 \cdot \left(\frac{v_2^2}{2g} \right) + h_c$$

En la presente ecuación h_c es la pérdida entre dos secciones 1 y 2:

$$h_c = L \cdot S_f + C \left[\left(a_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} \right) - \left(a_2 \cdot \frac{v_2^2}{2g} \right) \right]$$

Dónde:

L = Longitud del tramo considerado

S_f = Pendiente de fricción del tramo

C = Coeficiente de pérdida por expansión o contracción

La hipótesis fundamental realizada por HEC-RAS, es que la pérdida de altura por fricción en una sección es la misma que tendría un flujo uniforme que tuviese la misma velocidad y radio hidráulico que los correspondientes a esa sección.

Esta hipótesis permite aplicar la fórmula de Manning de flujo uniforme para evaluar la pendiente de fricción en una sección transversal del cauce, con lo que resulta:

$$Q = K \cdot S_f$$

Dónde:

Q = Caudal

S_f = Pendiente de fricción del tramo

K = Capacidad

Resultando que:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3}$$

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

A = Sección transversal

R_h = Radio hidráulico

6.2.2 Metodología aplicada a la elaboración del modelo

Para la correcta ejecución del modelo es necesario suministrar al programa información, tanto en planta como en alzado, de la zona estudiada. Por lo tanto se deben definir las secciones transversales, para lo cual se ha considerado el levantamiento topográfico realizado a lo largo de 400 metros del cauce a partir de la zona de actuación.

Los perfiles transversales se definen perpendiculares al eje del cauce, de margen izquierda a margen derecha y de aguas abajo hacia aguas arriba, representando cada una de las particularidades del cauce a lo largo del tramo en estudio. Tal y como se ha comentado los perfiles no abarcan el ámbito estricto del estudio en sí, sino que se decidió durante la fase de trabajo de campo realizar unas secciones a lo largo del cauce que permitieran conocer ampliamente el comportamiento del caudal en su recorrido. No obstante el levantamiento topográfico no abarca tan solo el cauce sino que se amplía abarcando toda la longitud y anchura de la explanada en la que está previsto intervenir por lo que se cuenta con una banda cuya cota superior supera en cualquier caso la lámina de inundación derivada del cálculo.

El criterio para la distribución de los perfiles consiste en tratar de reflejar los cambios de forma del cauce a lo largo de todo el tramo, tanto de anchura como de trazado en planta, ubicándose estos a distancias fijas unos de otros, fijando como criterio una interdistancia de 10 metros entre secciones de cauce.

El trazado en planta de estos perfiles hace que se puedan representar superficies ortogonales al flujo tanto para aguas bajas como para aguas altas (avenidas).

El inicio y fin de cada uno de estos perfiles transversales lo marca la cota a la que se ha creído conveniente llegar, asegurándose en todo caso que la parte más alta del talud del cauce quedaba adecuadamente reflejada e incluso el descenso que realiza el terreno hacia ambas márgenes.

Para calcular las pérdidas de carga hay que introducir los coeficientes de rugosidad, expansión y compresión. Como coeficiente de rugosidad se ha utilizado el número de Manning.

En la elección de los coeficientes de Manning se ha utilizado la tabla propuesta por el Hydrologic Engineering Center, basada a su vez en el libro Open-Channel Hydraulics, del autor Ven Te Chow, un extracto de dicha tabla se inserta en la página siguiente:

Tabla 2.- Valores del número de Manning para diferentes tipos de cauce

DESCRIPCIÓN	Mínimo	Normal	Máximo
CAUCE PRINCIPAL			
Recto, con piedras y maleza	0,030	0,035	0,040
Sinuoso, con charcas y bancos de arena	0,033	0,040	0,045
Idem, con piedras y maleza	0,035	0,045	0,050
CAUCES DE AGUAS ALTAS			
Pastizal no arbustivo, hierba corta	0,025	0,030	0,035
Idem, hierba larga	0,030	0,035	0,040
Áreas cultivadas, sin surcos	0,020	0,030	0,040
Idem, con surcos en dirección de la corriente	0,025	0,035	0,045
Idem, con surcos transversales a la corriente	0,030	0,040	0,050
Arbustos esparcidos, con maleza	0,035	0,050	0,070
Arbustos medios, con árboles aislados	0,040	0,060	0,080
Alta densidad de arbustos	0,070	0,100	0,160
Claros de bosque, con tocones, sin retoños	0,030	0,040	0,050
Idem, con algunos árboles talados	0,050	0,060	0,080
Bosque denso, con algunos árboles talados, sotobosque, flujo bajo las ramas	0,080	0,100	0,120
Idem, con flujo sobre las ramas	0,100	0,120	0,160
REVESTIMIENTOS DE HORMIGÓN			
Hormigón, acabado medio	0,013	0,015	0,02

Finalmente los valores utilizados han sido: 0,03 para los taludes del cauce y 0,025 para el fondo del mismo. Mientras que para los coeficientes de expansión y contracción se han utilizado los valores de 0,3 y 0,1 respectivamente para transiciones graduales.

3.2.3.- Caudales utilizados

Para la modelización de las zonas inundables se han utilizado los caudales punta calculados en los epígrafes anteriores, para los periodos de retorno considerados, dicho cálculo se puede estudiar en el apartado 5.2.3.:

Tabla 3.- Valores de Qmax Caudales máximos considerados en la simulación

Periodo de retorno T (años)	CAUDAL PUNTA Qmax (m3/s)
5	5,27
25	9,76
50	11,95
100	14,29
500	21,08

6.2.3 Condiciones de contorno

La correcta aplicación del modelo HEC-RAS precisa la definición del tipo de flujo (lento o rápido) y de una condición de contorno, expresada como la cota de lámina en una sección determinada: en la de aguas arriba para régimen rápido y en la de aguas abajo para régimen lento.

El programa HEC-RAS permite cuatro formas diferentes de introducir estas condiciones de contorno:

- Cota de lámina de agua conocida
- Calado crítico
- Calado normal
- Curva de gasto

El régimen de la corriente se considera mixto, por lo que se introduce como condición de contorno aguas arriba y aguas abajo. La opción de condición de contorno de Régimen uniforme asume que la pendiente energética se puede asimilar a la pendiente media de la superficie del agua en las proximidades de la sección transversal. Esta condición ha sido utilizada aguas arriba y aguas abajo.

7. CONCLUSIÓN

Como se comprueba en los resultados obtenidos las zonas inundables modelizadas para el periodo de retorno de 100 y 500 años no afectan a la superficie de suelo calificado como residencial unifamiliar, multifamiliar, terciario..etc únicamente afectan a una pequeña parte del viario, quedando incluidas en su mayor extensión dentro de la zona calificada por el Plan Parcial como Zona Verde. Dicho cálculo es similar a la zona delimitada como zona inundable en la cartografía del Ministerio de Transición Ecológica. Por lo tanto se entiende que no existe condicionante alguno en cuanto a la ordenación propuesta.

En Madrid, DICIEMBRE 2019

Redactores del proyecto

Fdo. Macarena Suero Rodríguez
I.T.O.P. Nº Col.: 22.282
AMBITEC S.L

Fdo. Paula Rodríguez González
I.T.O.P. Nº Col.: 22.281
AMBITEC S.L

2.- ANEJOS

2.1_TABLAS DE RESULTADOS REGIMEN NATURAL

1. TABLAS DE RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN EN HEC-RAS PARA REGIMEN NATURAL

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en la modelización con el programa HEC-RAS para el régimen natural del río

1.1 PERIODO DE RETORNO T=5 AÑOS

Perfil	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Altura agua (m)
38	PF 1	5.27	618.69	619.62		619.65	0.00069	0.82	8.11	17.21	0.31	0.93
37	PF 1	5.27	618.3	619.57		619.64	0.001527	1.15	4.69	10.01	0.45	1.27
36	PF 1	5.27	618.36	619.52		619.62	0.002494	1.34	3.93	6.76	0.56	1.16
35	PF 1	5.27	618.12	619.54		619.59	0.000834	0.93	5.74	8.21	0.34	1.42
34	PF 1	5.27	618.14	619.55		619.58	0.000556	0.81	7.37	16.03	0.28	1.41
33	PF 1	5.27	618.35	619.3	619.3	619.54	0.00877	2.18	2.42	5.1	1.01	0.95
32	PF 1	5.27	618	619.37		619.42	0.000948	0.96	5.52	7.98	0.36	1.37
31	PF 1	5.27	618.25	619.31		619.4	0.002537	1.37	4.43	11.35	0.57	1.06
30	PF 1	5.27	617.63	619.36		619.37	0.000143	0.54	13.21	19.03	0.15	1.73
29	PF 1	5.27	618.5	619.22	619.22	619.36	0.005336	1.88	3.95	15.48	0.83	0.72
28	PF 1	5.27	617.95	619.02	619.02	619.19	0.004842	1.91	3.39	13.08	0.77	1.07
27	PF 1	5.27	618.03	618.95	618.95	619.11	0.005038	1.85	3.54	14.4	0.8	0.92
26	PF 1	5.27	617.43	618.97		619	0.0005	0.85	8.43	20.67	0.27	1.54
25	PF 1	5.27	618.54	618.87	618.87	618.98	0.008154	1.64	4.1	19.95	0.95	0.33
24	PF 1	5.27	617.56	618.67		618.71	0.001322	0.93	5.81	14.17	0.41	1.11
23	PF 1	5.27	617.56	618.51		618.67	0.005907	1.81	2.92	6.16	0.84	0.95
22	PF 1	5.27	617.74	618.43	618.43	618.61	0.007766	1.9	2.92	9.16	0.95	0.69
21	PF 1	5.27	617.54	618.24	618.24	618.42	0.008374	1.87	2.86	9.01	0.98	0.7
20	PF 1	5.27	617.38	618.19		618.25	0.002014	1.07	5.07	12.55	0.5	0.81
19	PF 1	5.27	617.23	618.19		618.23	0.001085	0.89	6.07	13.14	0.38	0.96
18	PF 1	5.27	617.25	618.17		618.21	0.001473	0.97	5.53	12.93	0.43	0.92
17	PF 1	5.27	617.17	618.15		618.2	0.001239	0.93	5.83	13.26	0.4	0.98
16	PF 1	5.27	617.11	618.15		618.19	0.000761	0.83	6.91	13.16	0.33	1.04

15	PF 1	5.27	617.22	618.15		618.18	0.000902	0.87	7.28	18.96	0.35	0.93
14	PF 1	5.27	617.09	618.03		618.16	0.004539	1.59	3.32	7.09	0.74	0.94
13	PF 1	5.27	616.88	618.07		618.11	0.000866	0.92	6.51	16.74	0.35	1.19
12	PF 1	5.27	617.57	617.98	617.98	618.09	0.007175	1.59	4.25	21.48	0.9	0.41
11	PF 1	5.27	617.44	617.86	617.86	617.98	0.01166	1.71	3.66	17.32	1.09	0.42
10	PF 1	5.27	617.56	617.86	617.86	617.93	0.009372	1.46	5.29	38.89	0.97	0.3
9	PF 1	5.27	617.1	617.88		617.89	0.000539	0.6	13.31	46.01	0.26	0.78
8	PF 1	5.27	617.46	617.87		617.89	0.001362	0.65	10.73	47.21	0.38	0.41
7	PF 1	5.27	617.3	617.87		617.89	0.00216	0.79	9.01	44.65	0.48	0.57
6	PF 1	5.27	616.72	617.87		617.89	0.000458	0.66	10.21	41.43	0.25	1.15
5	PF 1	5.27	617.42	617.79	617.79	617.88	0.010249	1.49	4.53	27.14	1.01	0.37
4	PF 1	5.27	616.38	617.09	617.09	617.28	0.008735	1.9	2.79	8.35	1	0.71
3	PF 1	5.27	616.32	617	617	617.17	0.007652	1.85	3.01	10.24	0.94	0.68
2	PF 1	5.27	616.3	616.94	616.94	617.09	0.006909	1.79	3.35	12.36	0.9	0.64
1	PF 1	5.27	616.38	616.87	616.87	617.02	0.007441	1.79	3.34	12.36	0.93	0.49

Min Ch El: cota inferior del cauce en la sección considerada

W.S. Elev: cota de la lámina de agua

Crit W.S: cota del calado crítico

E.G. Elev: altura de energía

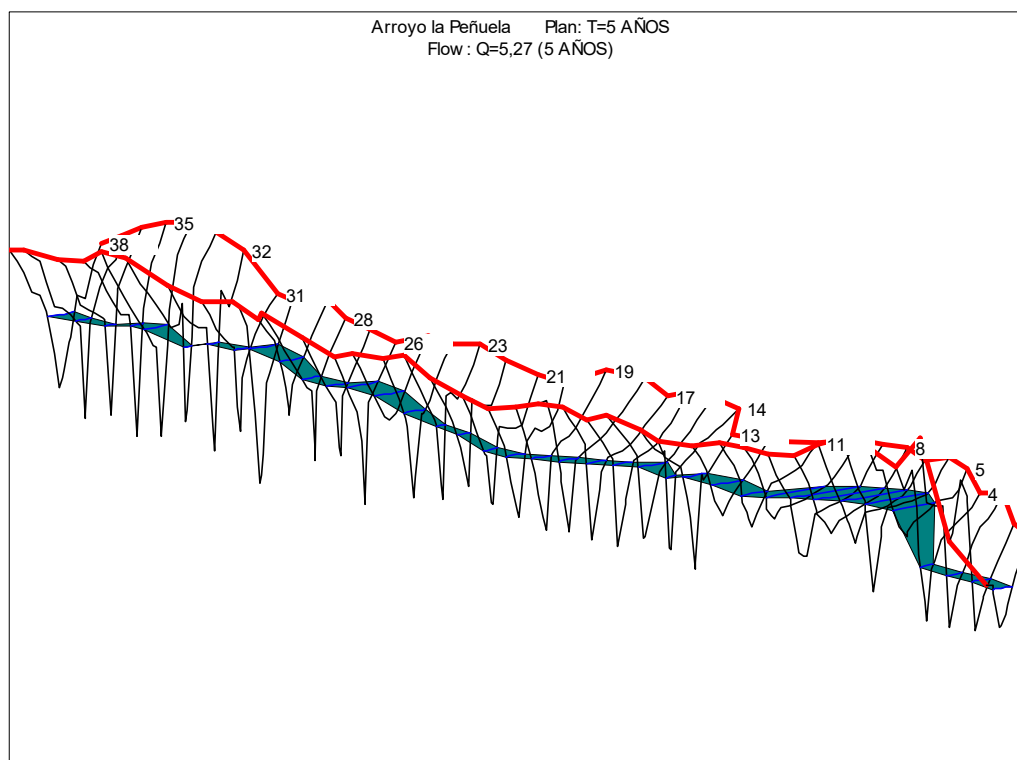
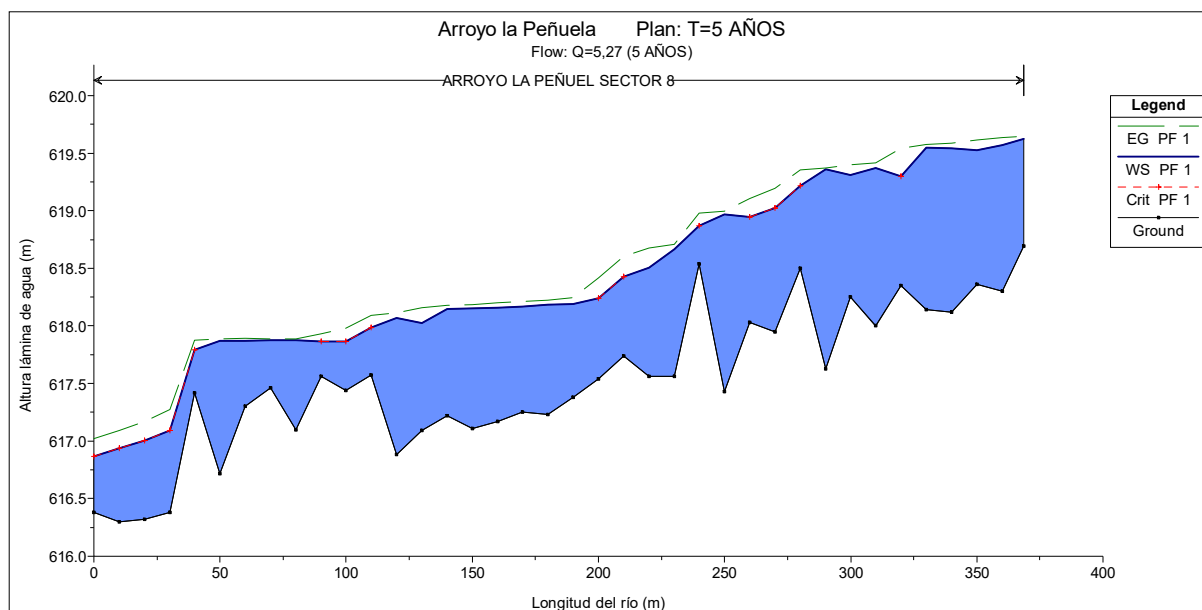
E.G. Slope: pendiente de la línea de energía

Vel Chnl: velocidad del agua en el cauce

Flow Area: superficie mojada de la sección

Top Width: Ancho de la superficie libre del flujo en la sección

Froude # Chl: número de Froid



1.2 PERIODO DE RETORNO T=25 AÑOS

Perfil	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Altura agua (m)
38	PF 1	9.76	618.69	619.95		619.98	0.000551	0.95	15.94	34.61	0.3	1.26
37	PF 1	9.76	618.3	619.91		619.97	0.000907	1.16	11.81	30.92	0.37	1.61
36	PF 1	9.76	618.36	619.86		619.95	0.001689	1.38	8.73	24.3	0.49	1.5
35	PF 1	9.76	618.12	619.87		619.93	0.000767	1.13	10.27	21	0.34	1.75
34	PF 1	9.76	618.14	619.89		619.92	0.000437	0.9	14.7	27.47	0.27	1.75
33	PF 1	9.76	618.35	619.56	619.56	619.88	0.007751	2.52	3.89	6.25	1	1.21
32	PF 1	9.76	618	619.53		619.64	0.001766	1.44	6.88	8.84	0.5	1.53
31	PF 1	9.76	618.25	619.44	619.38	619.61	0.003949	1.93	6.3	17.97	0.74	1.19
30	PF 1	9.76	617.63	619.54		619.56	0.000282	0.83	16.83	22.6	0.22	1.91
29	PF 1	9.76	618.5	619.37	619.37	619.54	0.005173	2.2	6.82	21.12	0.85	0.87
28	PF 1	9.76	617.95	619.23	619.23	619.4	0.003873	2.08	7.24	23.65	0.73	1.28
27	PF 1	9.76	618.03	619.14	619.14	619.3	0.004063	2.03	7.27	24.22	0.75	1.11
26	PF 1	9.76	617.43	619.09		619.15	0.000958	1.27	11.34	26.12	0.38	1.66
25	PF 1	9.76	618.54	618.99	618.99	619.13	0.007321	1.94	6.85	25.89	0.95	0.45
24	PF 1	9.76	617.56	618.96		619.01	0.000825	0.99	11.83	25.81	0.35	1.4
23	PF 1	9.76	617.56	618.7	618.7	618.97	0.006752	2.32	4.4	9.93	0.94	1.14
22	PF 1	9.76	617.74	618.62	618.62	618.85	0.006584	2.18	5.06	12.76	0.93	0.88
21	PF 1	9.76	617.54	618.43	618.43	618.65	0.006703	2.12	5.07	13.72	0.93	0.89
20	PF 1	9.76	617.38	618.42		618.5	0.001644	1.26	8.57	19.31	0.48	1.04
19	PF 1	9.76	617.23	618.43		618.48	0.000997	1.08	10.93	30.15	0.38	1.2
18	PF 1	9.76	617.25	618.42		618.47	0.001072	1.08	11.36	33.2	0.4	1.17
17	PF 1	9.76	617.17	618.42		618.46	0.00091	1	12.69	35.72	0.36	1.25
16	PF 1	9.76	617.11	618.41		618.45	0.000708	0.99	13.63	37.39	0.33	1.3
15	PF 1	9.76	617.22	618.41		618.45	0.000701	0.93	14.37	35.15	0.33	1.19
14	PF 1	9.76	617.09	618.17	618.17	618.42	0.006742	2.2	4.63	12.31	0.93	1.08
13	PF 1	9.76	616.88	618.17		618.26	0.001787	1.44	8.38	21.88	0.51	1.29
12	PF 1	9.76	617.57	618.1	618.1	618.23	0.00673	1.89	7.04	27.06	0.91	0.53

11	PF 1	9.76	617.44	618.02	618.02	618.15	0.008148	1.9	7.15	30.65	0.98	0.58
10	PF 1	9.76	617.56	617.93	617.93	618.03	0.009276	1.73	8.26	44.54	1.01	0.37
9	PF 1	9.76	617.1	617.97		617.99	0.0008	0.82	18.05	52.29	0.33	0.87
8	PF 1	9.76	617.46	617.97		618	0.001527	0.83	15.59	51.77	0.43	0.51
7	PF 1	9.76	617.3	617.97		618	0.002147	0.97	13.71	50.58	0.5	0.67
6	PF 1	9.76	616.72	617.96		618	0.000866	0.97	13.99	46.45	0.36	1.24
5	PF 1	9.76	617.42	617.89	617.89	617.98	0.009424	1.66	8.15	44.05	1	0.47
4	PF 1	9.76	616.38	617.3	617.3	617.52	0.006568	2.08	5.1	13.55	0.92	0.92
3	PF 1	9.76	616.32	617.19	617.19	617.4	0.006264	2.08	5.43	14.93	0.9	0.87
2	PF 1	9.76	616.3	617.11	617.11	617.3	0.006263	2.06	5.8	16.69	0.9	0.81
1	PF 1	9.76	616.38	617.04	617.04	617.22	0.005874	2.04	6.08	18.93	0.88	0.66

Min Ch El: cota inferior del cauce en la sección considerada

W.S. Elev: cota de la lámina de agua

Crit W.S: cota del calado crítico

E.G. Elev: altura de energía

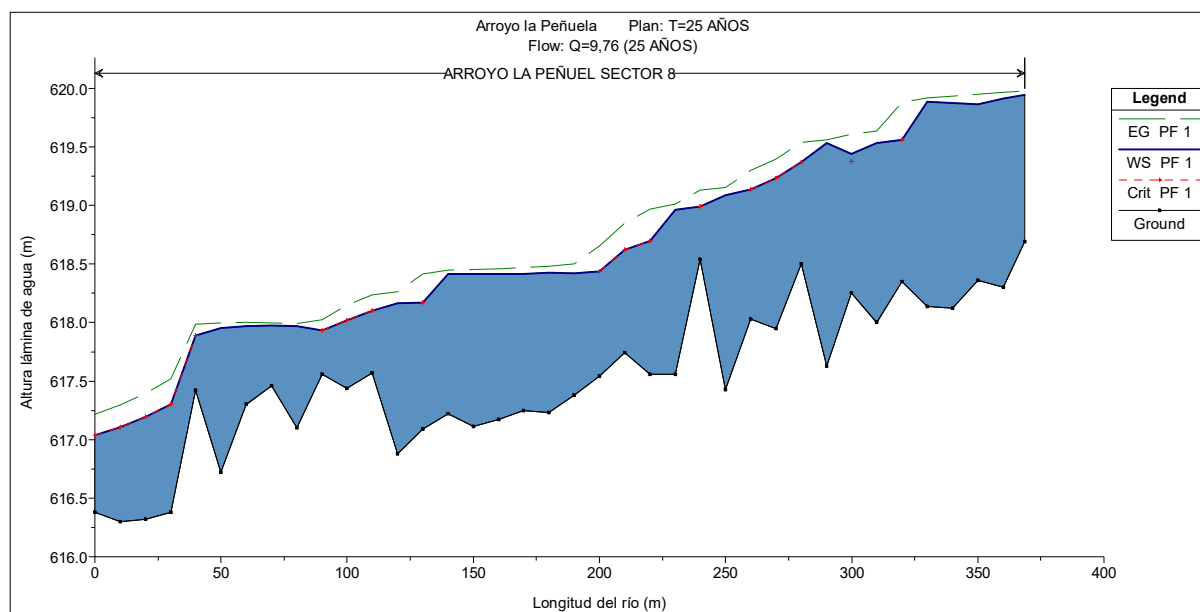
E.G. Slope: pendiente de la línea de energía

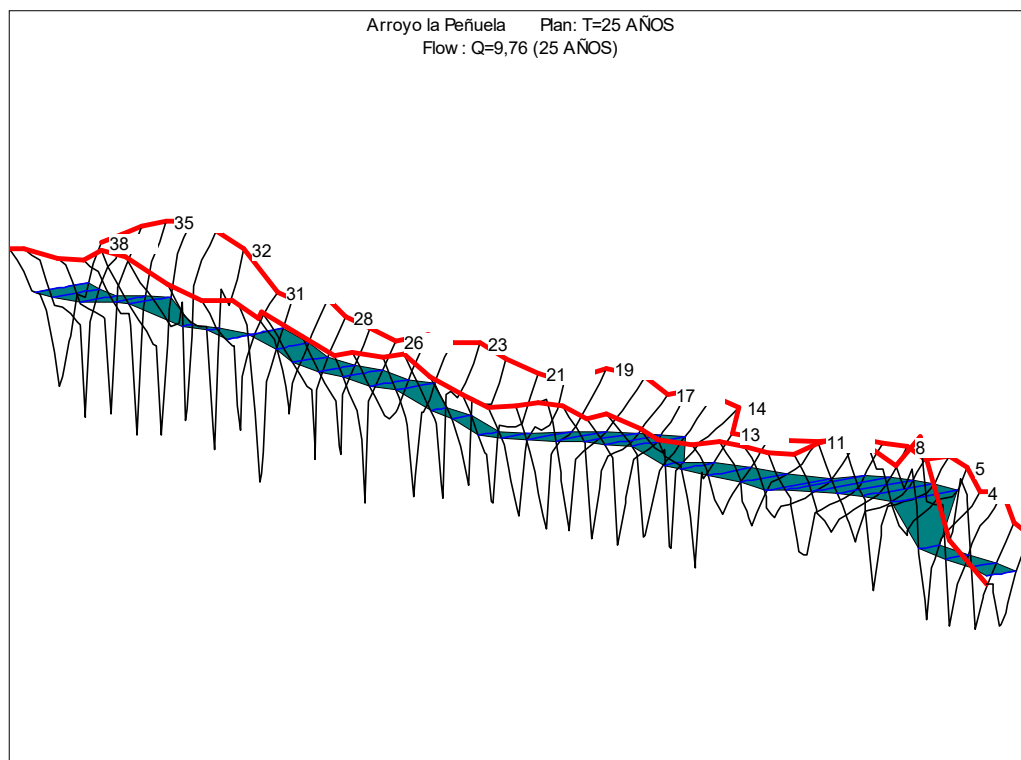
Vel Chnl: velocidad del agua en el cauce

Flow Area: superficie mojada de la sección

Top Width: Ancho de la superficie libre del flujo en la sección

Froude # Chl: número de Froid





1.3 PERIODO DE RETORNO T=50 AÑOS

Perfil	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Altura agua (m)
38	PF 1	11.95	618.69	620.04		620.07	0.000544	1	19.32	39.27	0.3	1.35
37	PF 1	11.95	618.3	620		620.06	0.00084	1.19	14.87	34.19	0.36	1.7
36	PF 1	11.95	618.36	619.96		620.05	0.001501	1.39	11.23	26.91	0.47	1.6
35	PF 1	11.95	618.12	619.96		620.03	0.000813	1.22	12.32	24.43	0.36	1.84
34	PF 1	11.95	618.14	619.98		620.02	0.000456	0.97	17.42	30.87	0.28	1.84
33	PF 1	11.95	618.35	619.75	619.75	619.99	0.004634	2.23	6.38	17.85	0.8	1.4
32	PF 1	11.95	618	619.58		619.72	0.00219	1.65	7.36	11.12	0.56	1.58
31	PF 1	11.95	618.25	619.48	619.47	619.69	0.004825	2.21	6.96	20.06	0.82	1.23
30	PF 1	11.95	617.63	619.6		619.63	0.000351	0.95	18.27	23.88	0.25	1.97
29	PF 1	11.95	618.5	619.43	619.43	619.61	0.005084	2.31	8.15	23.28	0.86	0.93
28	PF 1	11.95	617.95	619.29	619.29	619.47	0.004038	2.22	8.64	26.52	0.75	1.34
27	PF 1	11.95	618.03	619.2	619.2	619.36	0.004077	2.14	8.74	26.89	0.76	1.17
26	PF 1	11.95	617.43	619.13		619.21	0.001177	1.44	12.52	28.03	0.43	1.7

25	PF 1	11.95	618.54	619.04	619.04	619.19	0.007069	2.04	8.13	28.32	0.95	0.5
24	PF 1	11.95	617.56	619.07		619.12	0.00075	1.03	14.73	29.8	0.34	1.51
23	PF 1	11.95	617.56	618.81	618.81	619.08	0.005739	2.33	5.67	12.93	0.88	1.25
22	PF 1	11.95	617.74	618.71	618.71	618.94	0.006076	2.26	6.21	14.95	0.91	0.97
21	PF 1	11.95	617.54	618.56	618.56	618.72	0.004011	1.9	8.35	32.96	0.75	1.02
20	PF 1	11.95	617.38	618.5		618.58	0.001663	1.36	10.55	33.47	0.5	1.12
19	PF 1	11.95	617.23	618.51		618.56	0.000984	1.15	13.55	35.13	0.39	1.28
18	PF 1	11.95	617.25	618.5		618.55	0.000996	1.12	14.28	37.28	0.39	1.25
17	PF 1	11.95	617.17	618.5		618.55	0.000833	1.03	15.98	41.71	0.35	1.33
16	PF 1	11.95	617.11	618.5		618.54	0.000674	1.02	17.1	43.57	0.33	1.39
15	PF 1	11.95	617.22	618.5		618.54	0.000671	0.98	17.65	41.33	0.32	1.28
14	PF 1	11.95	617.09	618.29	618.29	618.51	0.005037	2.1	6.6	19.71	0.83	1.2
13	PF 1	11.95	616.88	618.19		618.32	0.002383	1.69	8.88	22.94	0.59	1.31
12	PF 1	11.95	617.57	618.14	618.14	618.29	0.00663	2	8.29	29.19	0.92	0.57
11	PF 1	11.95	617.44	618.06	618.06	618.2	0.008256	2.03	8.46	34.95	1	0.62
10	PF 1	11.95	617.56	617.96	617.96	618.06	0.00892	1.81	9.66	46.67	1	0.4
9	PF 1	11.95	617.1	618		618.03	0.000946	0.92	19.7	54.27	0.36	0.9
8	PF 1	11.95	617.46	618		618.03	0.001696	0.93	17.26	53.24	0.46	0.54
7	PF 1	11.95	617.3	618		618.04	0.002321	1.06	15.34	52.33	0.53	0.7
6	PF 1	11.95	616.72	617.98		618.03	0.001087	1.11	15.23	48.08	0.4	1.26
5	PF 1	11.95	617.42	617.92	617.92	618.02	0.009136	1.75	9.47	45.77	1	0.5
4	PF 1	11.95	616.38	617.37	617.37	617.61	0.006545	2.22	6.02	15.03	0.93	0.99
3	PF 1	11.95	616.32	617.27	617.27	617.48	0.005858	2.15	6.61	16.72	0.89	0.95
2	PF 1	11.95	616.3	617.17	617.17	617.37	0.006128	2.16	6.91	18.32	0.9	0.87
1	PF 1	11.95	616.38	617.1	617.1	617.29	0.005667	2.15	7.27	20.37	0.88	0.72

Min Ch El: cota inferior del cauce en la sección considerada

W.S. Elev: cota de la lámina de agua

Crit W.S: cota del calado crítico

E.G. Elev: altura de energía

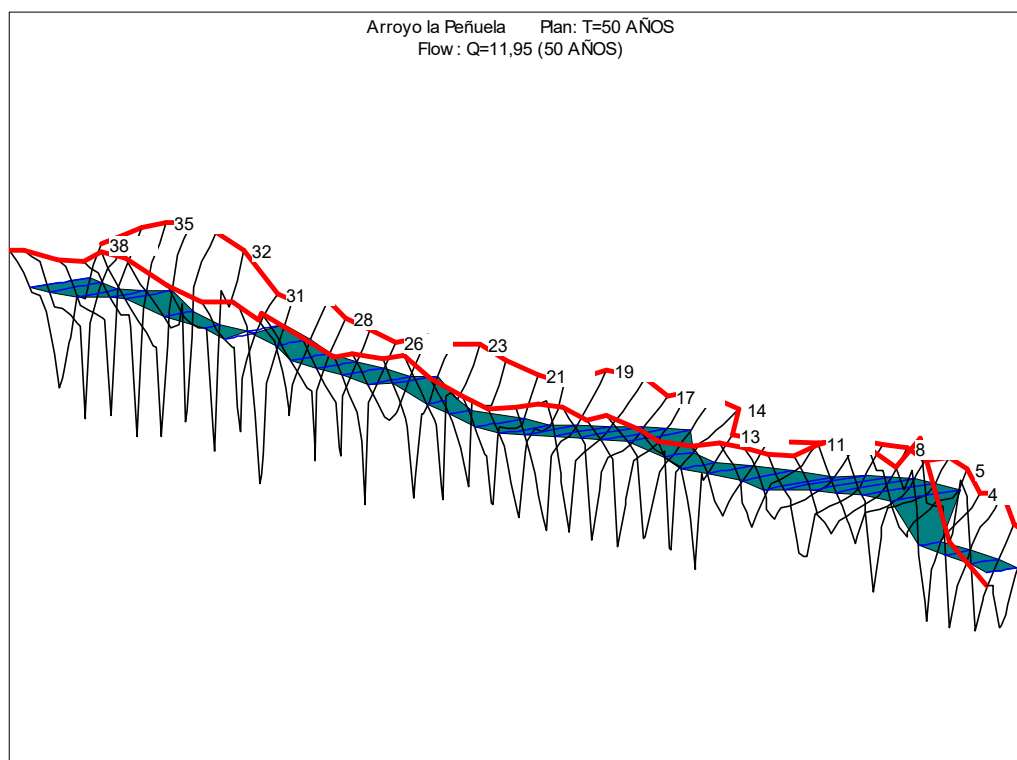
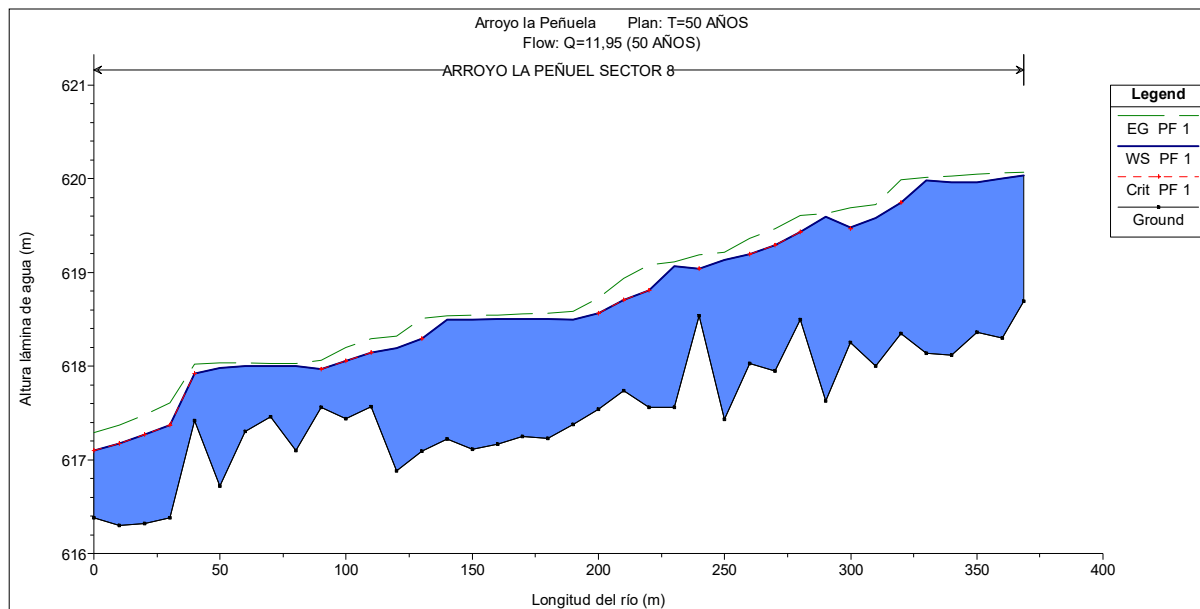
E.G. Slope: pendiente de la línea de energía

Vel Chnl: velocidad del agua en el cauce

Flow Area: superficie mojada de la sección

Top Width: Ancho de la superficie libre del flujo en la sección

Froude # Chl: número de Froid



1.4 PERIODO DE RETORNO T=100 AÑOS

Perfil	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Altura agua (m)
38	PF 1	14.29	618.69	620.11		620.15	0.000539	1.04	22.46	41.74	0.3	1.42
37	PF 1	14.29	618.3	620.08		620.14	0.000825	1.23	17.65	37.04	0.36	1.78
36	PF 1	14.29	618.36	620.04		620.13	0.001436	1.44	13.45	29.82	0.46	1.68
35	PF 1	14.29	618.12	620.04		620.11	0.000884	1.33	14.18	27.2	0.38	1.92
34	PF 1	14.29	618.14	620.05		620.1	0.000491	1.05	19.84	33.49	0.29	1.91
33	PF 1	14.29	618.35	619.84	619.84	620.07	0.004126	2.23	8.29	22.15	0.76	1.49
32	PF 1	14.29	618	619.62	619.35	619.8	0.002746	1.9	7.84	15.65	0.64	1.62
31	PF 1	14.29	618.25	619.55	619.55	619.77	0.004576	2.29	8.56	24.46	0.81	1.3
30	PF 1	14.29	617.63	619.66		619.69	0.000423	1.07	19.67	25.08	0.27	2.03
29	PF 1	14.29	618.5	619.48	619.48	619.67	0.005179	2.43	9.38	25.12	0.87	0.98
28	PF 1	14.29	617.95	619.35	619.35	619.53	0.003964	2.29	10.32	29.61	0.75	1.4
27	PF 1	14.29	618.03	619.25	619.25	619.42	0.004173	2.25	10.16	29.19	0.78	1.22
26	PF 1	14.29	617.43	619.17		619.27	0.001433	1.63	13.55	29.59	0.47	1.74
25	PF 1	14.29	618.54	619.08	619.08	619.24	0.006799	2.13	9.48	30.64	0.94	0.54
24	PF 1	14.29	617.56	619.14		619.19	0.000783	1.1	16.9	32.5	0.35	1.58
23	PF 1	14.29	617.56	618.96	618.96	619.16	0.003808	2.13	8.76	28.27	0.74	1.4
22	PF 1	14.29	617.74	618.83	618.83	619.01	0.004245	2.07	9.25	32.03	0.77	1.09
21	PF 1	14.29	617.54	618.62	618.62	618.78	0.003807	1.95	10.26	34.94	0.74	1.08
20	PF 1	14.29	617.38	618.56		618.66	0.001652	1.43	12.84	36.55	0.5	1.18
19	PF 1	14.29	617.23	618.57		618.64	0.000996	1.21	16	38.04	0.4	1.34
18	PF 1	14.29	617.25	618.57		618.63	0.00098	1.17	16.96	40.72	0.39	1.32
17	PF 1	14.29	617.17	618.57		618.62	0.00081	1.07	19.09	46.67	0.35	1.4
16	PF 1	14.29	617.11	618.57		618.61	0.000671	1.07	20.38	48.51	0.33	1.46
15	PF 1	14.29	617.22	618.57		618.61	0.000671	1.02	20.77	46.43	0.33	1.35
14	PF 1	14.29	617.09	618.37	618.37	618.58	0.004775	2.15	8.2	25.9	0.81	1.28
13	PF 1	14.29	616.88	618.2	618.12	618.38	0.003171	1.97	9.2	23.6	0.68	1.32

12	PF 1	14.29	617.57	618.19	618.19	618.35	0.006584	2.11	9.56	31.3	0.93	0.62
11	PF 1	14.29	617.44	618.12	618.12	618.25	0.006328	1.95	11	42.8	0.9	0.68
10	PF 1	14.29	617.56	617.99	617.99	618.1	0.009145	1.92	10.85	48.15	1.03	0.43
9	PF 1	14.29	617.1	618.03		618.06	0.001089	1.02	21.35	55.95	0.39	0.93
8	PF 1	14.29	617.46	618.04		618.07	0.001852	1.01	18.9	54.6	0.48	0.58
7	PF 1	14.29	617.3	618.03		618.07	0.002482	1.15	16.95	54.01	0.55	0.73
6	PF 1	14.29	616.72	618		618.07	0.001334	1.26	16.35	49.47	0.45	1.28
5	PF 1	14.29	617.42	617.95	617.95	618.06	0.008945	1.83	10.73	46.59	1.01	0.53
4	PF 1	14.29	616.38	617.45	617.45	617.69	0.005797	2.25	7.43	18.76	0.89	1.07
3	PF 1	14.29	616.32	617.33	617.33	617.55	0.005913	2.26	7.64	18.14	0.9	1.01
2	PF 1	14.29	616.3	617.24	617.24	617.44	0.005913	2.24	8.12	19.94	0.9	0.94
1	PF 1	14.29	616.38	617.15	617.15	617.36	0.005567	2.26	8.44	21.7	0.89	0.77

Min Ch El: cota inferior del cauce en la sección considerada

W.S. Elev: cota de la lámina de agua

Crit W.S: cota del calado crítico

E.G. Elev: altura de energía

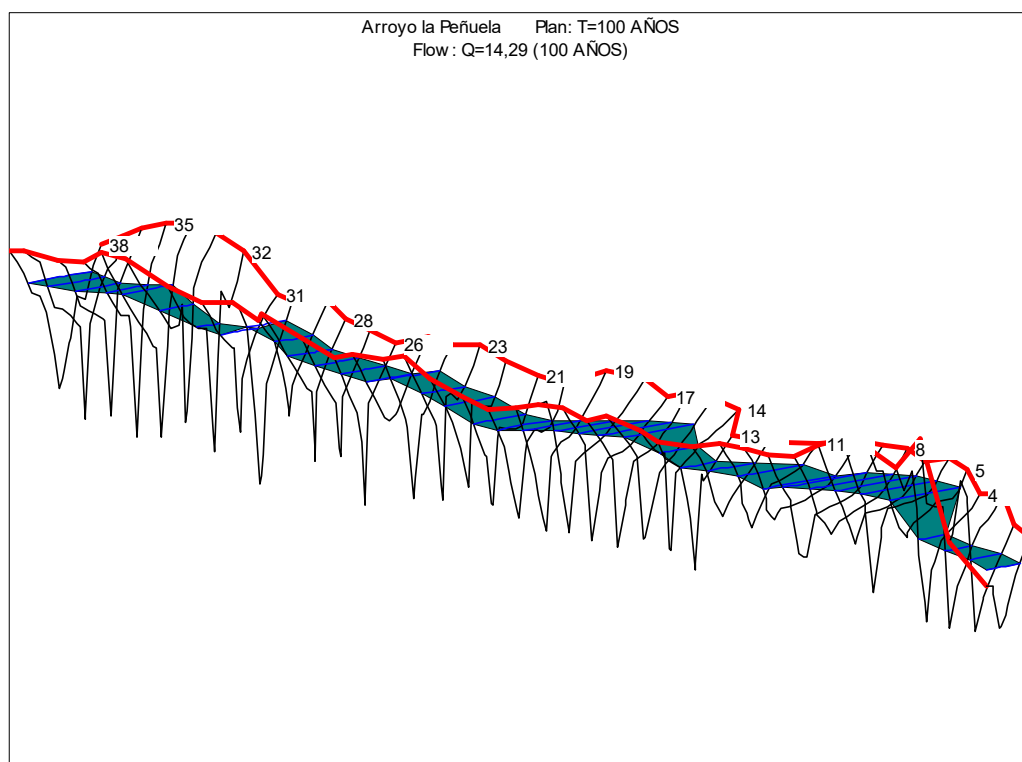
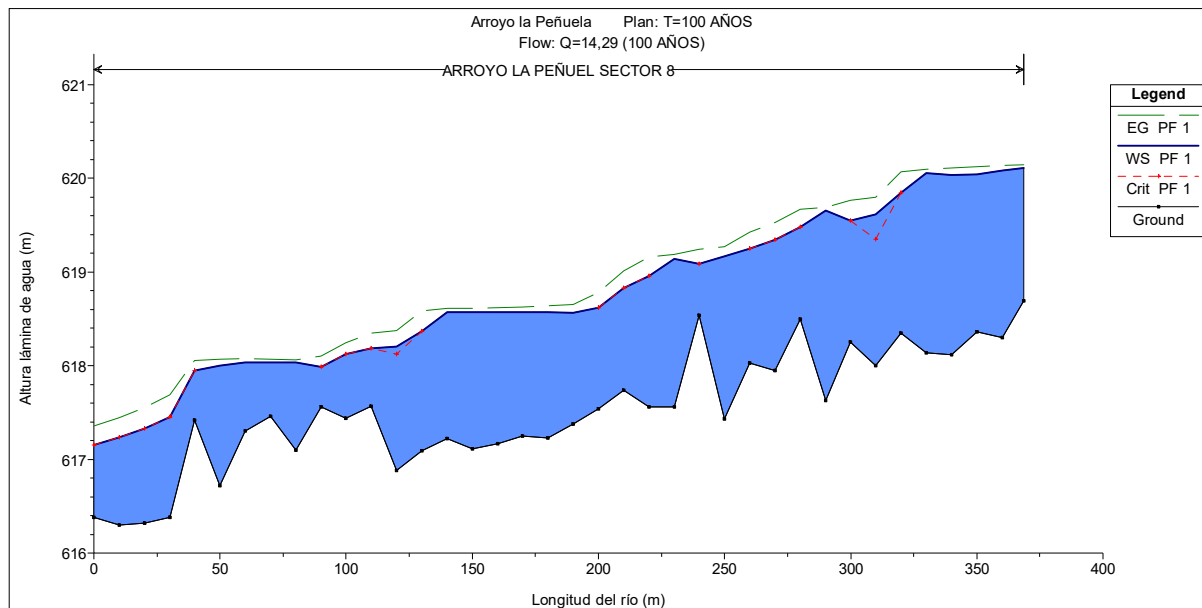
E.G. Slope: pendiente de la línea de energía

Vel Chnl: velocidad del agua en el cauce

Flow Area: superficie mojada de la sección

Top Width: Ancho de la superficie libre del flujo en la sección

Froude # Chl: número de Froid



1.5 PERIODO DE RETORNO T=500 AÑOS

Perfil	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Altura agua (m)
38	PF 1	21.08	618.69	620.29		620.33	0.000568	1.17	30.41	49.18	0.32	1.6
37	PF 1	21.08	618.3	620.26		620.32	0.000851	1.37	24.83	47.15	0.38	1.96
36	PF 1	21.08	618.36	620.21		620.31	0.001394	1.58	19.21	36.65	0.47	1.85
35	PF 1	21.08	618.12	620.19		620.3	0.001071	1.58	18.87	32.03	0.43	2.07
34	PF 1	21.08	618.14	620.22		620.28	0.000593	1.24	25.81	38.96	0.32	2.08
33	PF 1	21.08	618.35	620	620	620.25	0.004018	2.44	12.25	27.97	0.77	1.65
32	PF 1	21.08	618	619.65	619.65	620.01	0.005163	2.67	8.46	17.78	0.88	1.65
31	PF 1	21.08	618.25	619.71	619.71	619.93	0.004068	2.44	13.34	34.09	0.79	1.46
30	PF 1	21.08	617.63	619.79		619.85	0.000679	1.43	23.39	30.39	0.35	2.16
29	PF 1	21.08	618.5	619.62	619.62	619.83	0.00504	2.68	13.45	33.08	0.88	1.12
28	PF 1	21.08	617.95	619.47	619.47	619.67	0.004136	2.54	14.42	36.04	0.78	1.52
27	PF 1	21.08	618.03	619.37	619.37	619.57	0.004381	2.52	13.97	34.62	0.81	1.34
26	PF 1	21.08	617.43	619.25		619.41	0.002186	2.1	16.07	33.11	0.59	1.82
25	PF 1	21.08	618.54	619.24	619.19	619.38	0.00474	2.11	14.72	37.78	0.82	0.7
24	PF 1	21.08	617.56	619.28		619.35	0.000959	1.33	21.68	37.58	0.4	1.72
23	PF 1	21.08	617.56	619.1	619.1	619.32	0.003659	2.32	13.38	34.87	0.74	1.54
22	PF 1	21.08	617.74	618.97	618.97	619.16	0.003906	2.22	14.14	38.83	0.76	1.23
21	PF 1	21.08	617.54	618.73	618.73	618.91	0.004005	2.2	14.23	38.73	0.77	1.19
20	PF 1	21.08	617.38	618.69		618.8	0.001842	1.66	17.78	42.13	0.54	1.31
19	PF 1	21.08	617.23	618.7		618.78	0.001173	1.43	21.22	43.66	0.44	1.47
18	PF 1	21.08	617.25	618.7		618.77	0.001111	1.36	22.76	47.93	0.43	1.45
17	PF 1	21.08	617.17	618.71		618.76	0.000891	1.22	26.09	57.21	0.38	1.54
16	PF 1	21.08	617.11	618.71		618.76	0.000751	1.22	27.56	56.68	0.36	1.6
15	PF 1	21.08	617.22	618.71		618.76	0.000772	1.2	27.78	56.91	0.36	1.49
14	PF 1	21.08	617.09	618.55	618.55	618.73	0.003593	2.17	14.72	46.64	0.73	1.46
13	PF 1	21.08	616.88	618.34	618.34	618.56	0.003594	2.32	13.29	36.27	0.75	1.46
12	PF 1	21.08	617.57	618.3	618.3	618.48	0.006218	2.33	13.4	38.48	0.93	0.73

11	PF 1	21.08	617.44	618.2	618.2	618.35	0.006557	2.19	14.48	46.89	0.94	0.76
10	PF 1	21.08	617.56	618.06	618.06	618.19	0.009144	2.16	14.22	51.89	1.06	0.5
9	PF 1	21.08	617.1	618.11		618.16	0.001389	1.24	25.99	60.3	0.45	1.01
8	PF 1	21.08	617.46	618.12		618.16	0.002126	1.21	23.51	58.32	0.53	0.66
7	PF 1	21.08	617.3	618.11		618.17	0.002713	1.35	21.54	58.19	0.6	0.81
6	PF 1	21.08	616.72	618.06		618.16	0.002008	1.62	19.31	52.96	0.55	1.34
5	PF 1	21.08	617.42	618.01	618.01	618.15	0.009161	2.08	13.77	48.51	1.05	0.59
4	PF 1	21.08	616.38	617.64	617.64	617.87	0.004612	2.31	12.06	30.45	0.82	1.26
3	PF 1	21.08	616.32	617.49	617.49	617.74	0.005381	2.42	11	22.43	0.88	1.17
2	PF 1	21.08	616.3	617.37	617.37	617.61	0.005912	2.47	11.14	23.51	0.92	1.07
1	PF 1	21.08	616.38	617.29	617.29	617.53	0.00532	2.51	11.63	24.83	0.9	0.91

Min Ch El: cota inferior del cauce en la sección considerada

W.S. Elev: cota de la lámina de agua

Crit W.S: cota del calado crítico

E.G. Elev: altura de energía

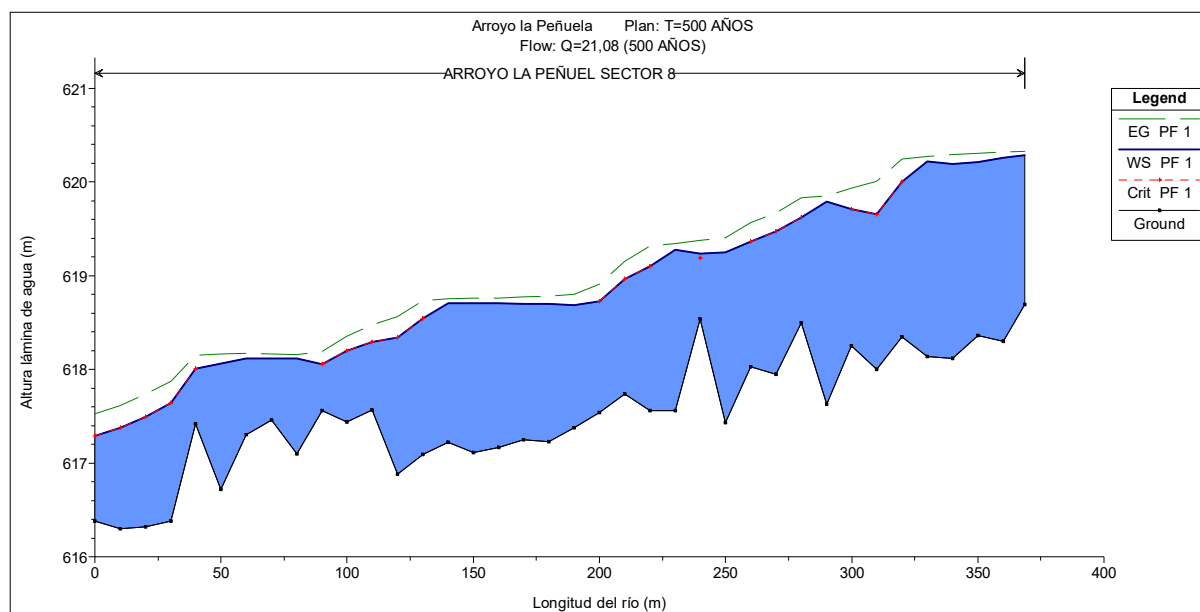
E.G. Slope: pendiente de la línea de energía

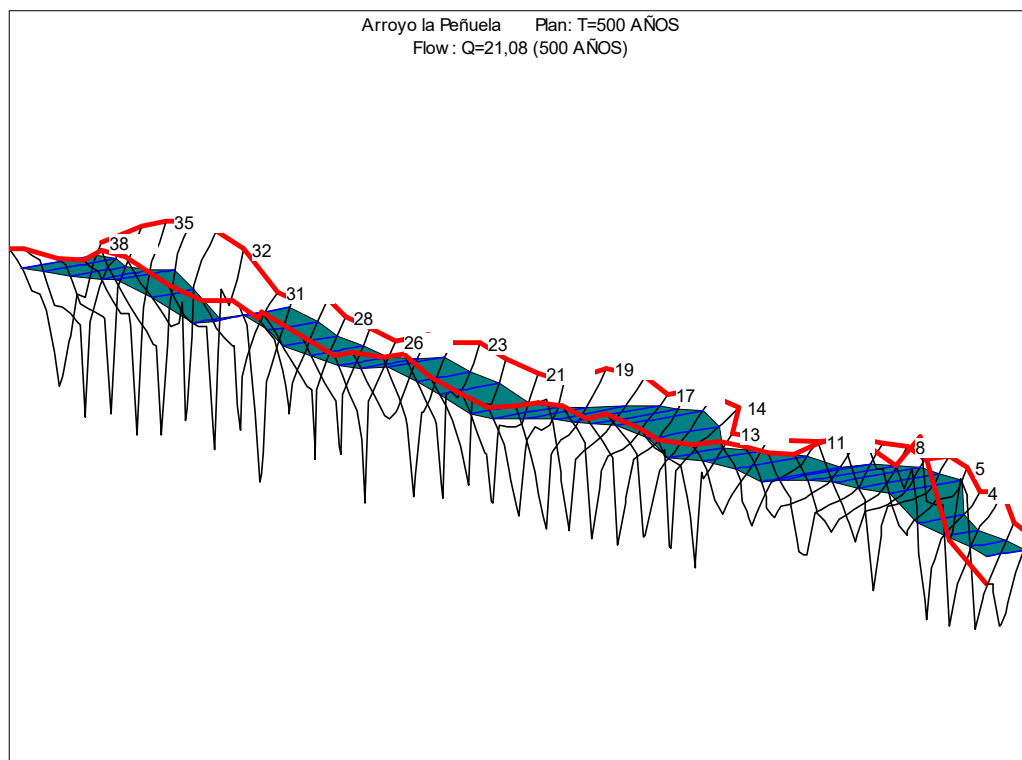
Vel Chnl: velocidad del agua en el cauce

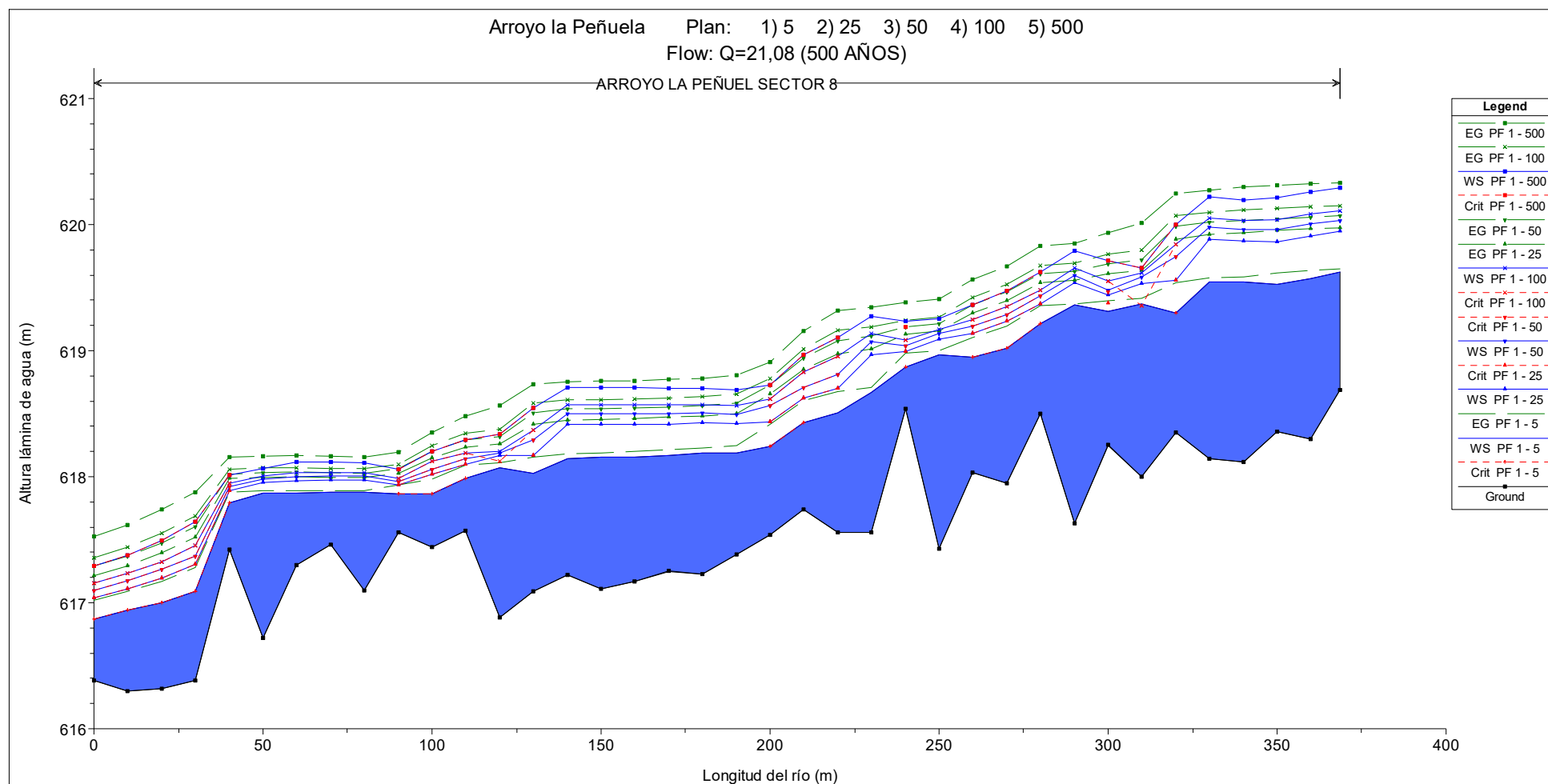
Flow Area: superficie mojada de la sección

Top Width: Ancho de la superficie libre del flujo en la sección

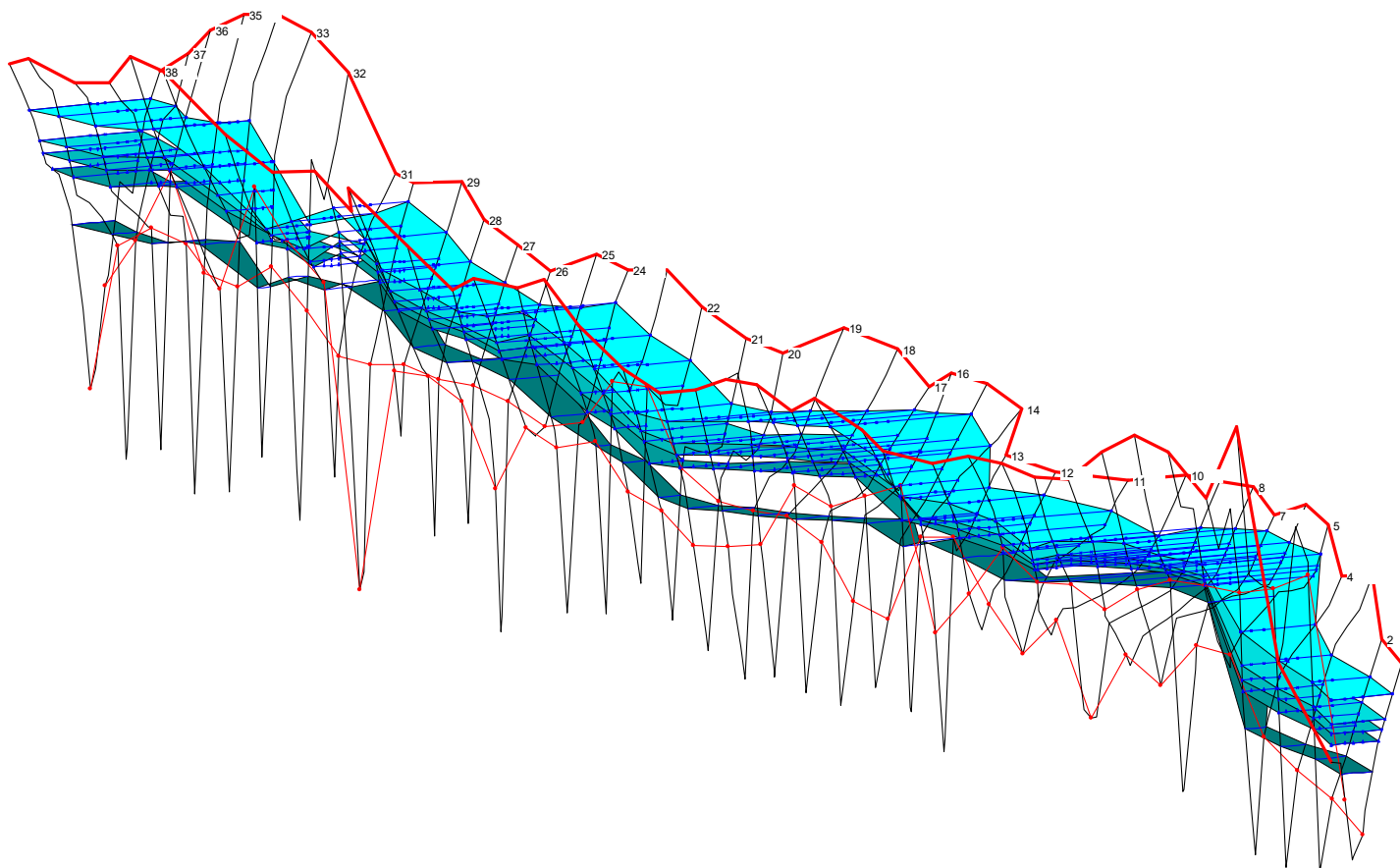
Froude # Chl: número de Froid







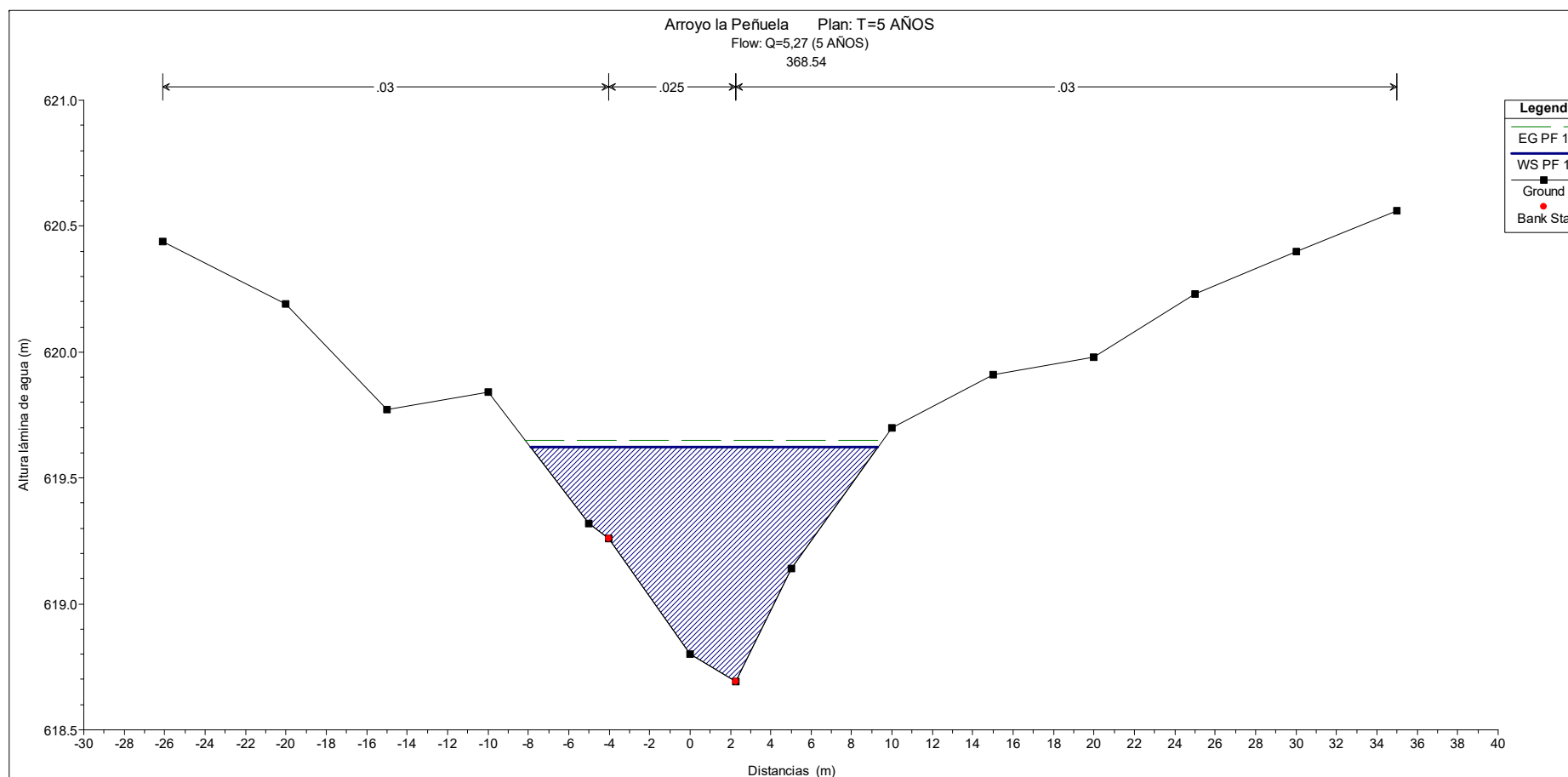
Arroyo la Peñuela Plan: 1) 5 2) 25 3) 50 4) 100 5) 500
Flow: Q=21,08 (500 AÑOS)

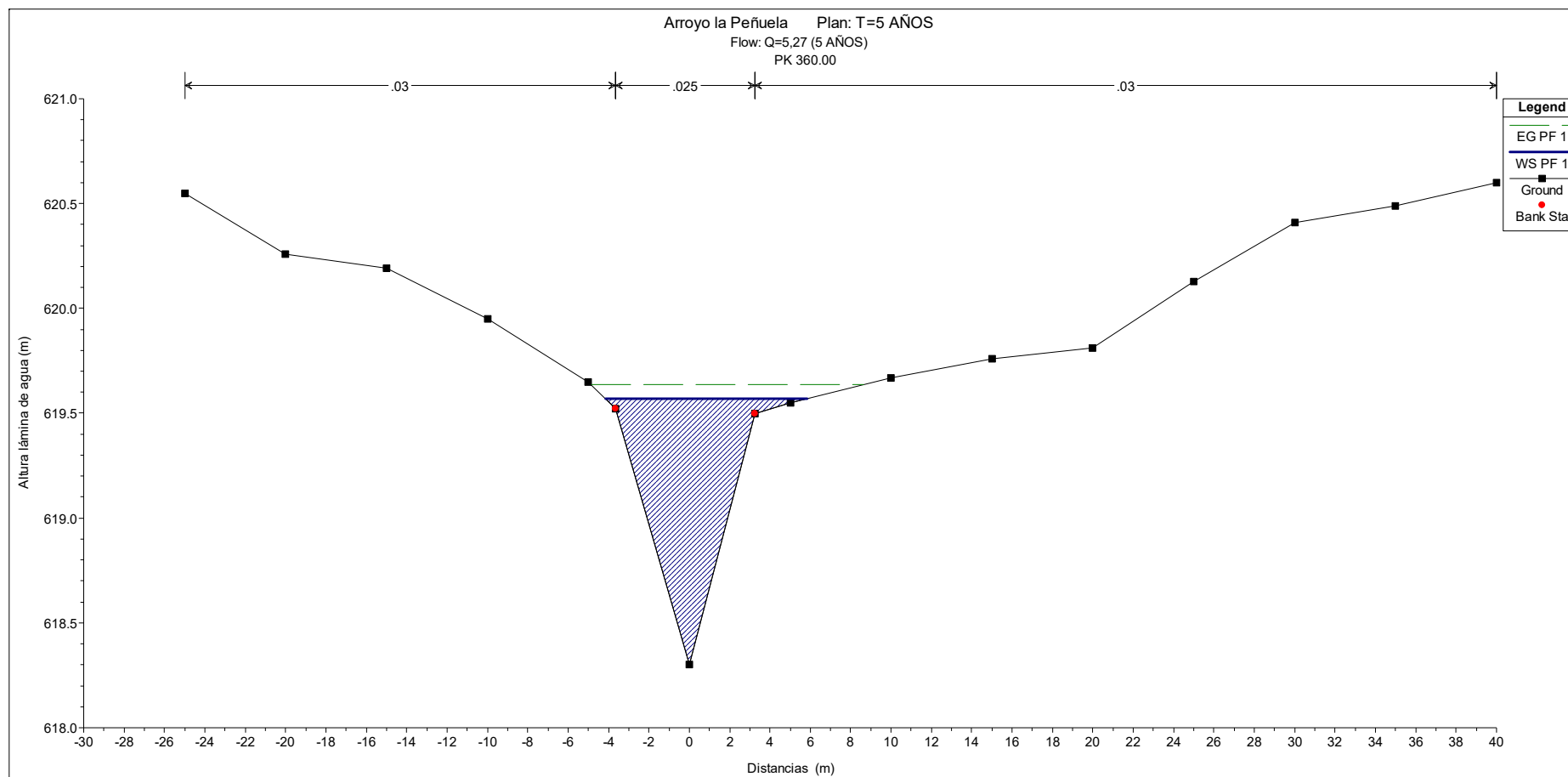


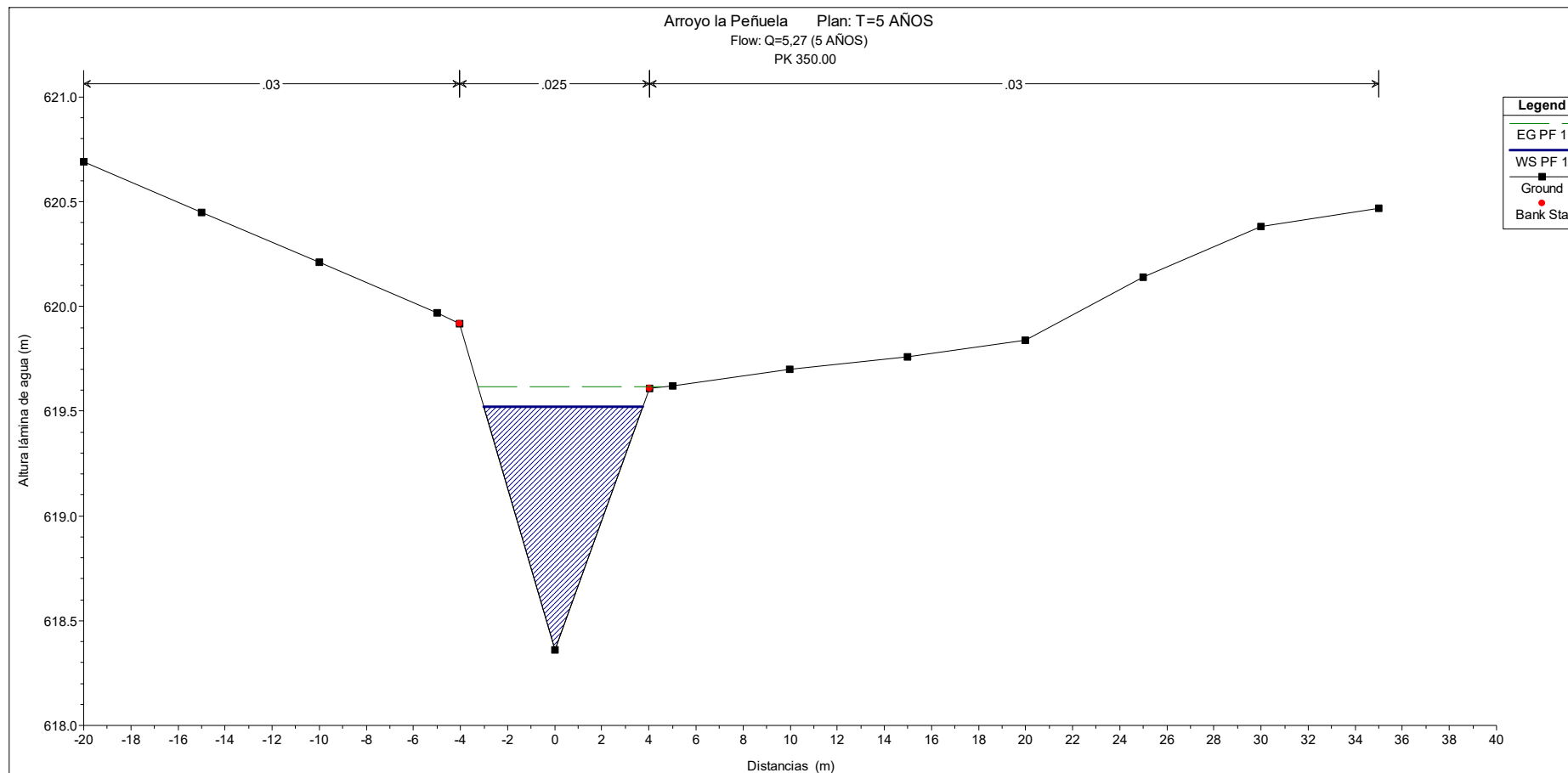
2.2_SECCIONES REGIMEN NATURAL

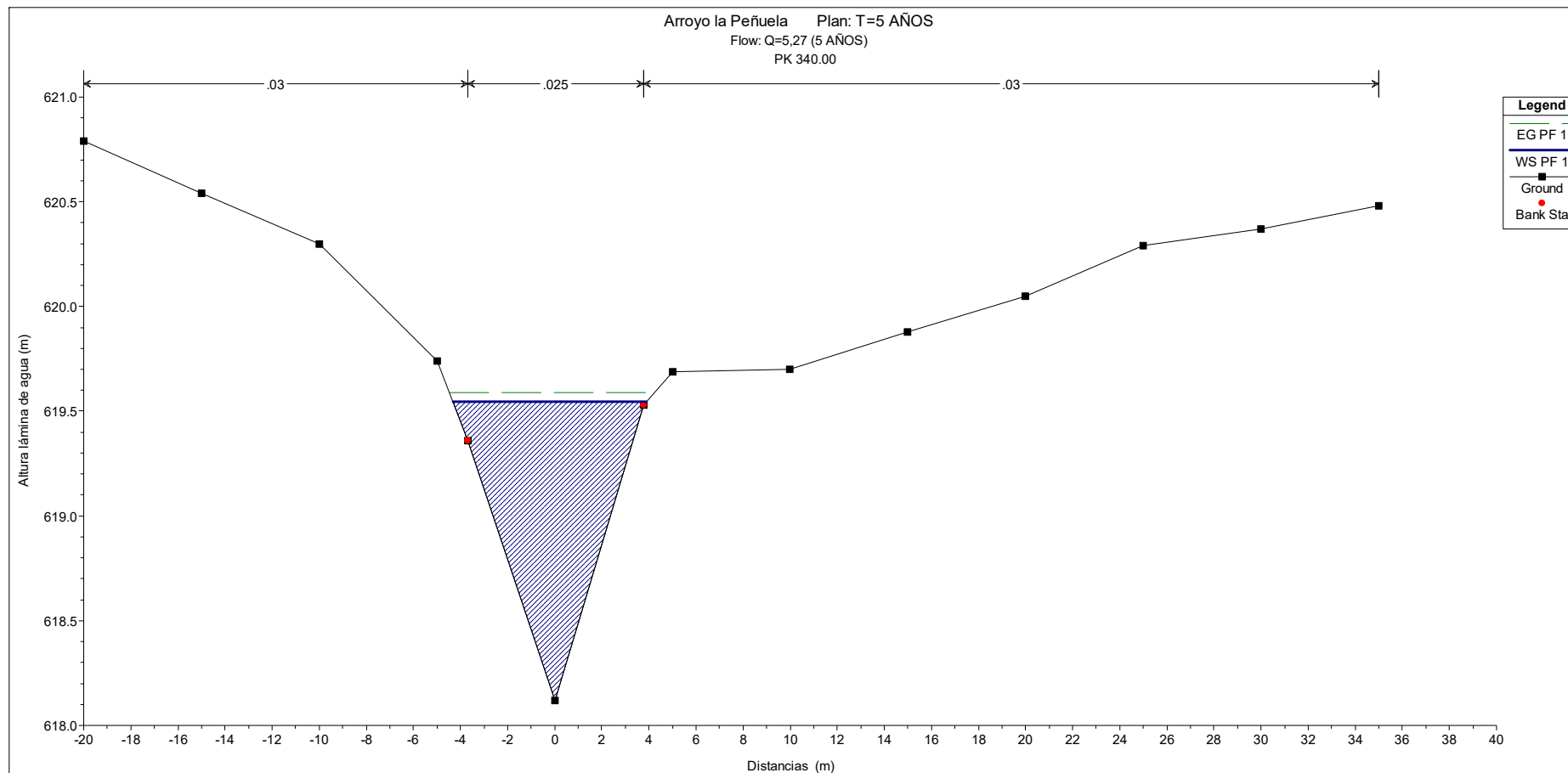
2.2.1_SECCIONES T=5 AÑOS

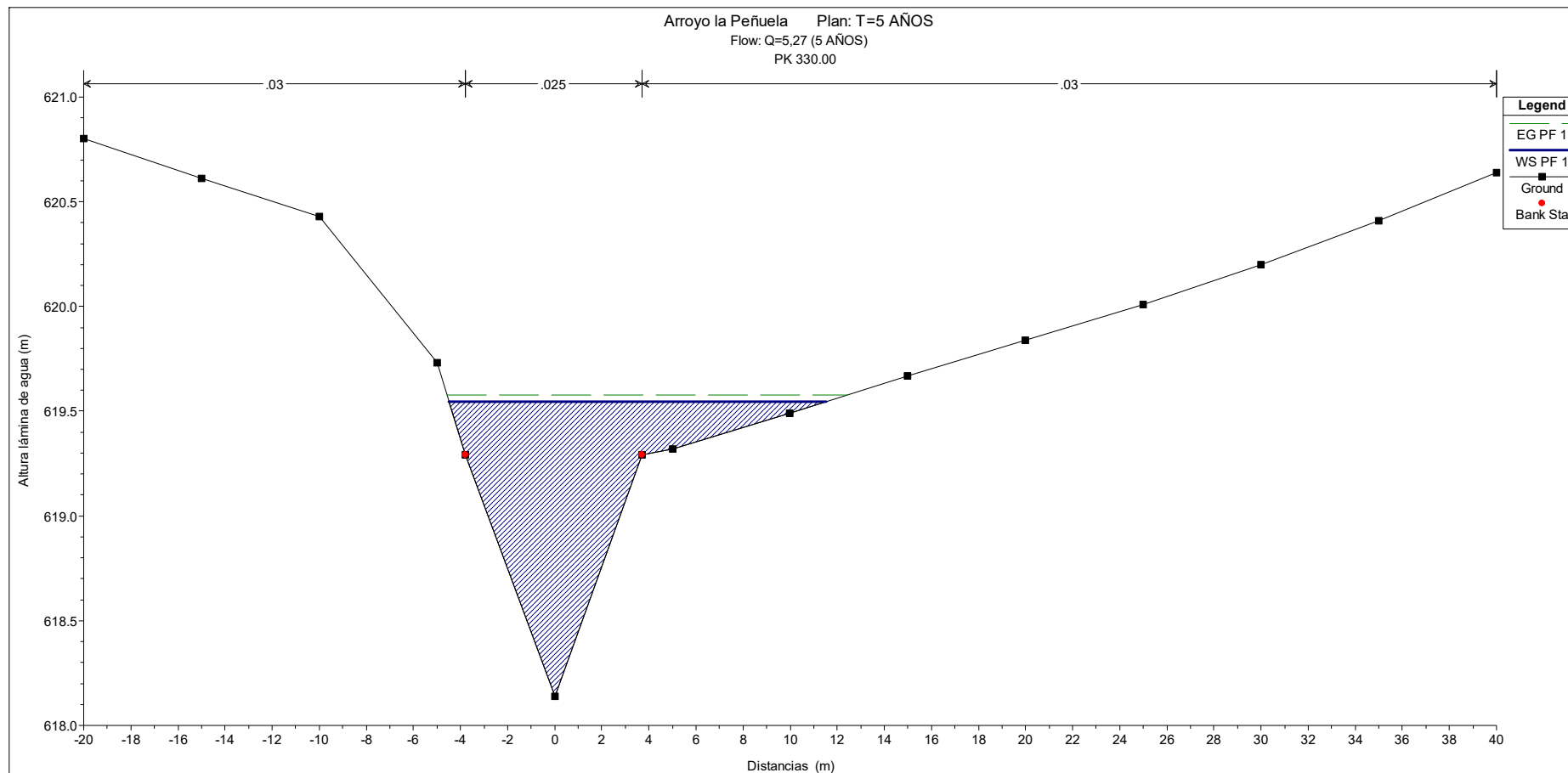
1. SECCIONES PERIODO DE RETORNO T=5 AÑOS

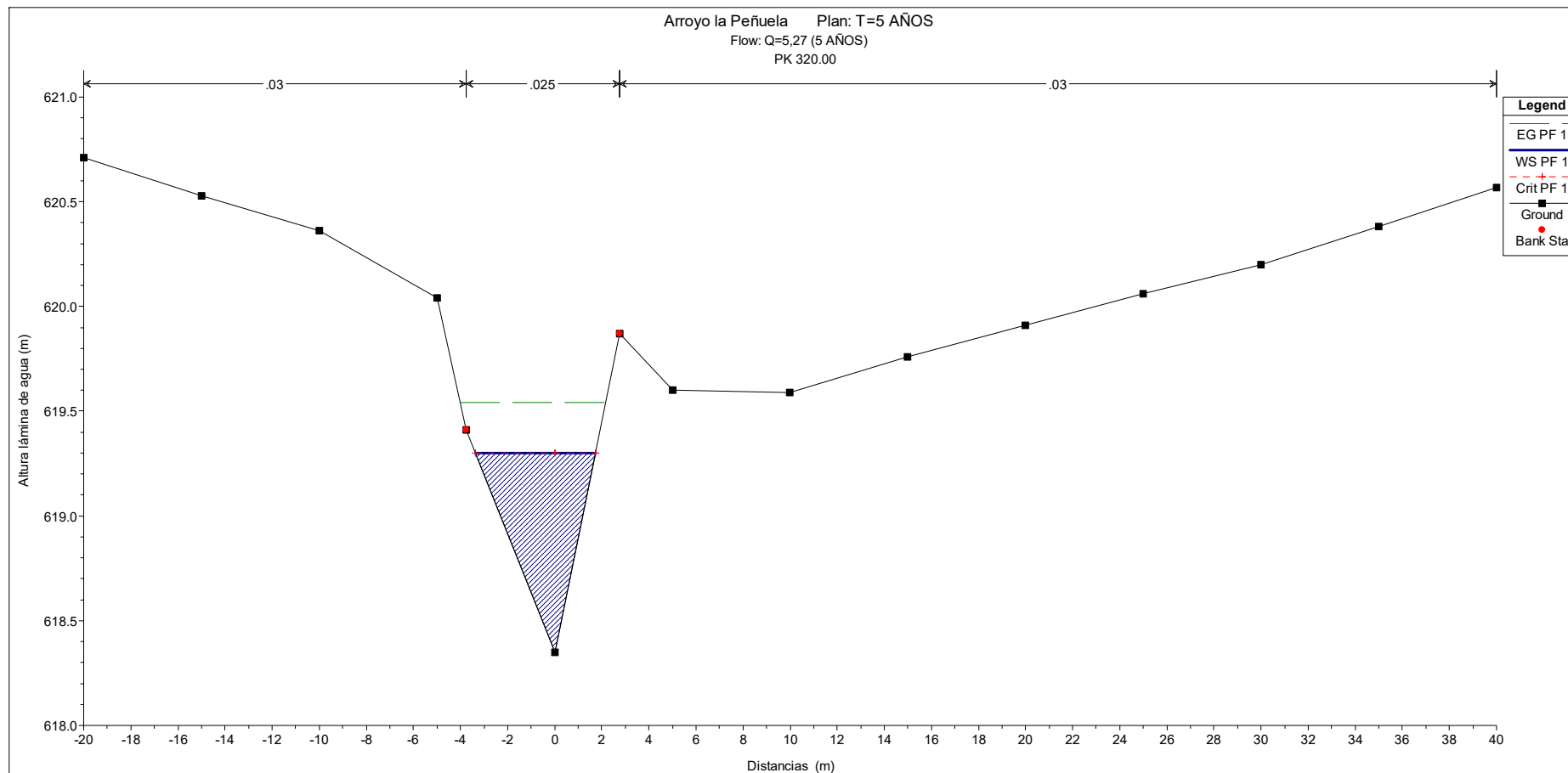


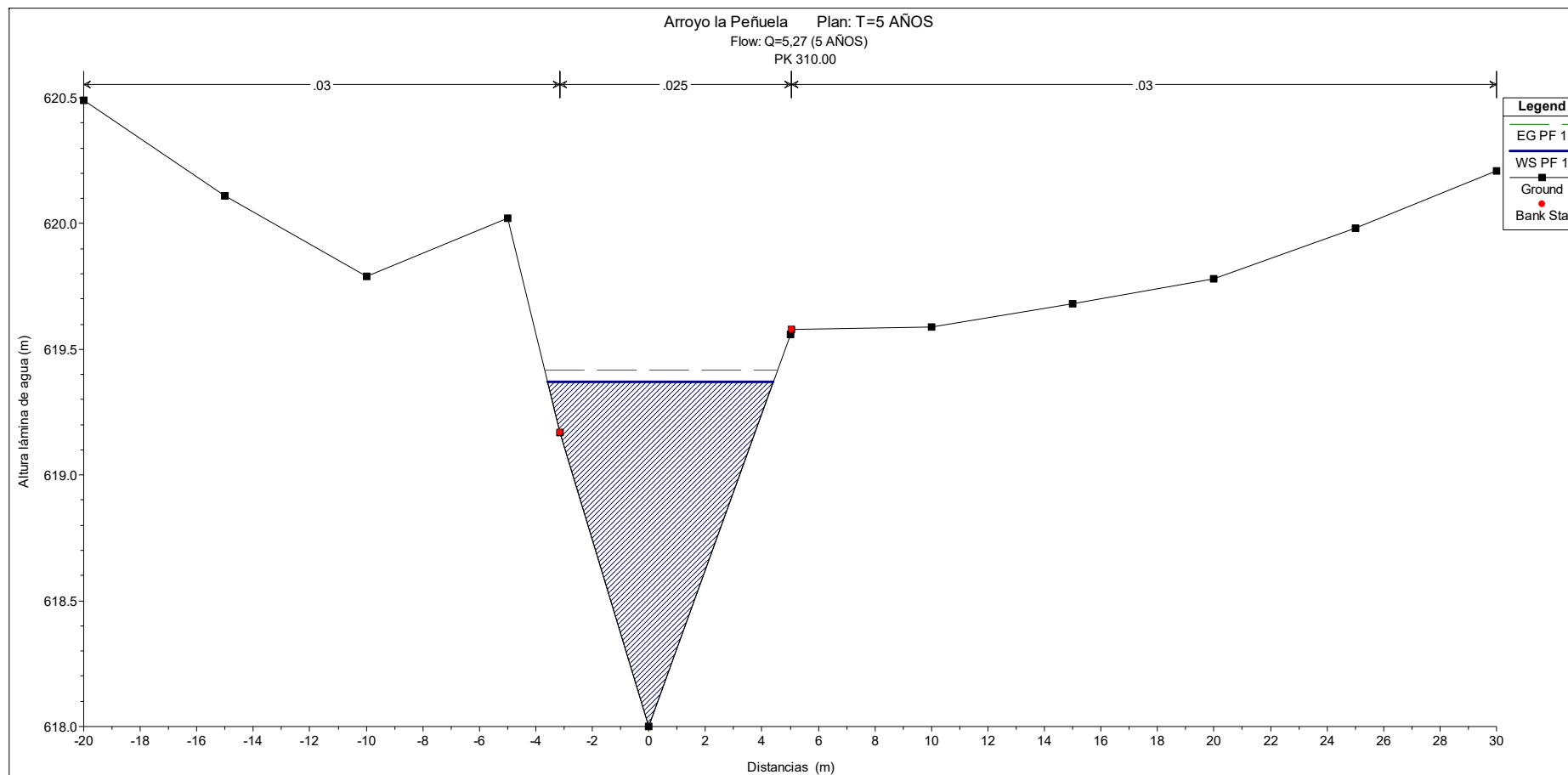


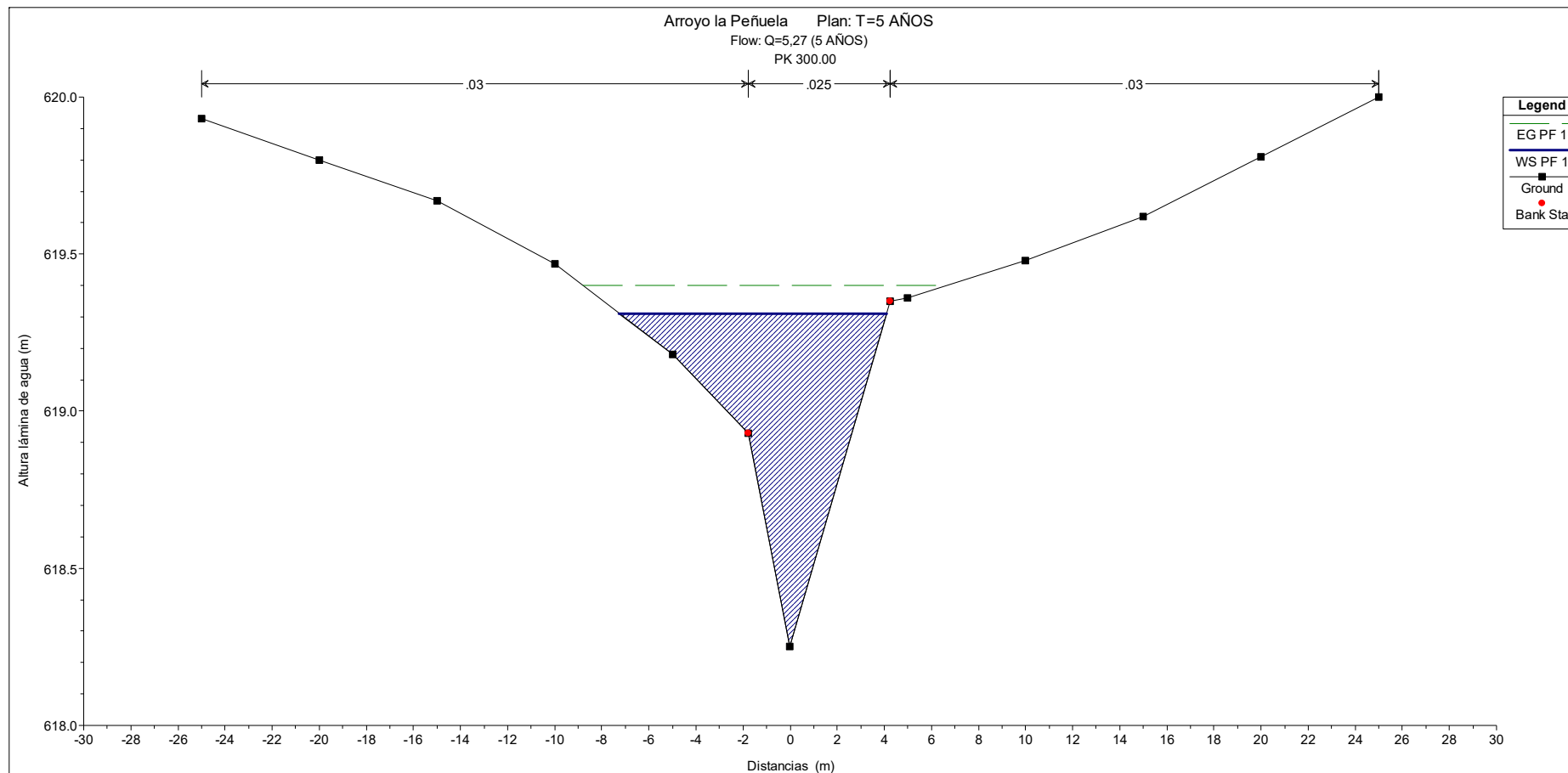


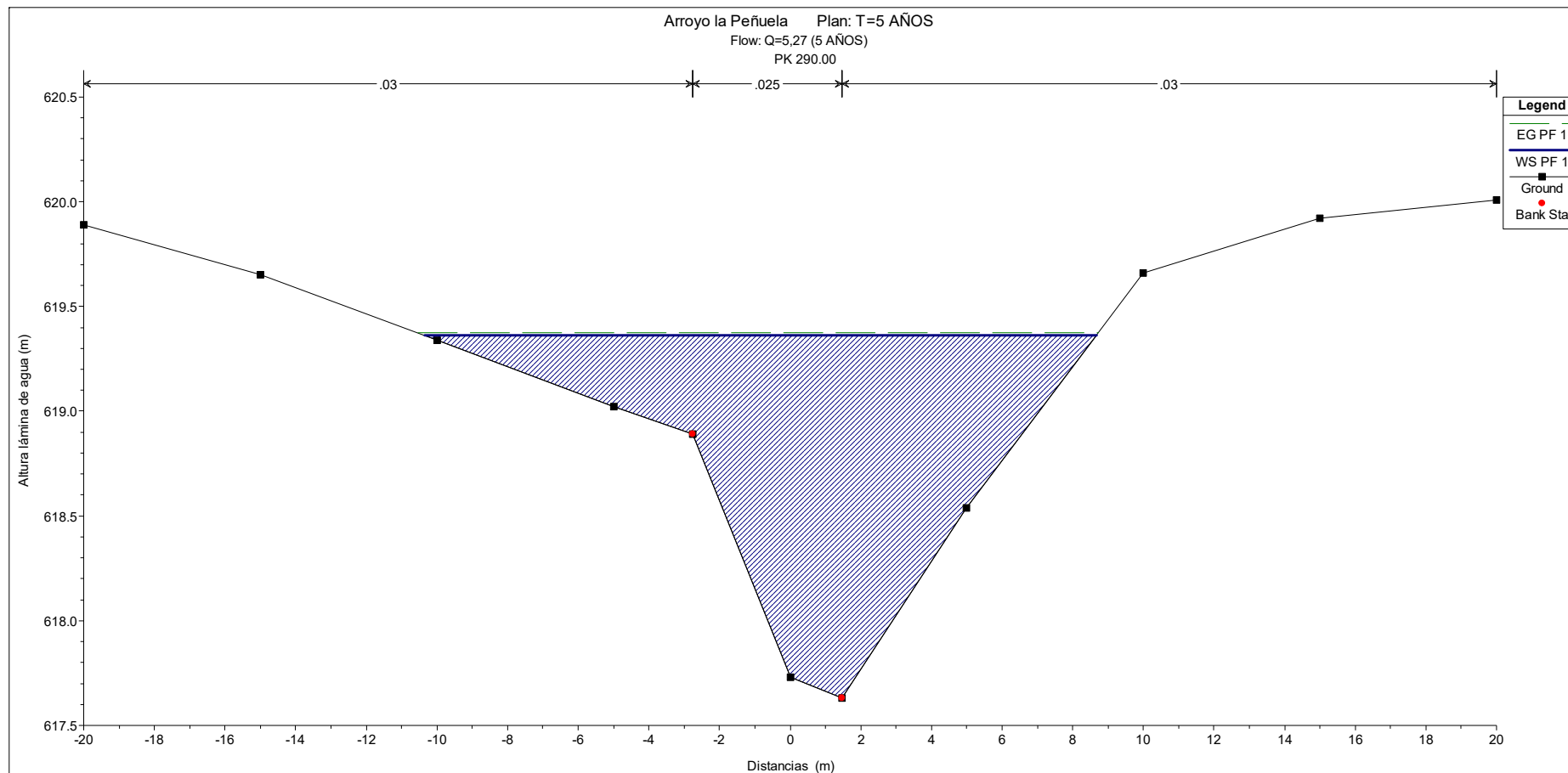


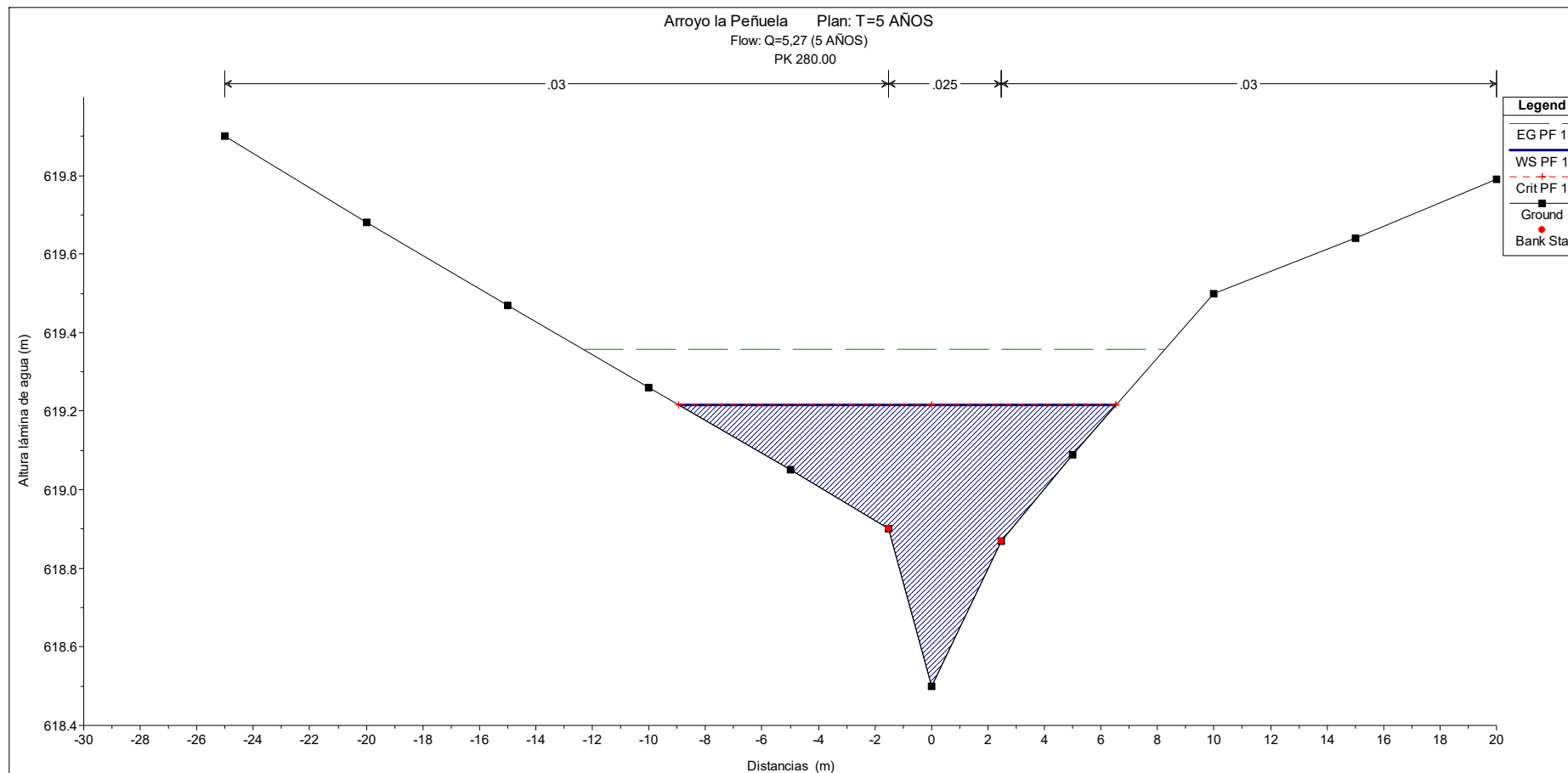


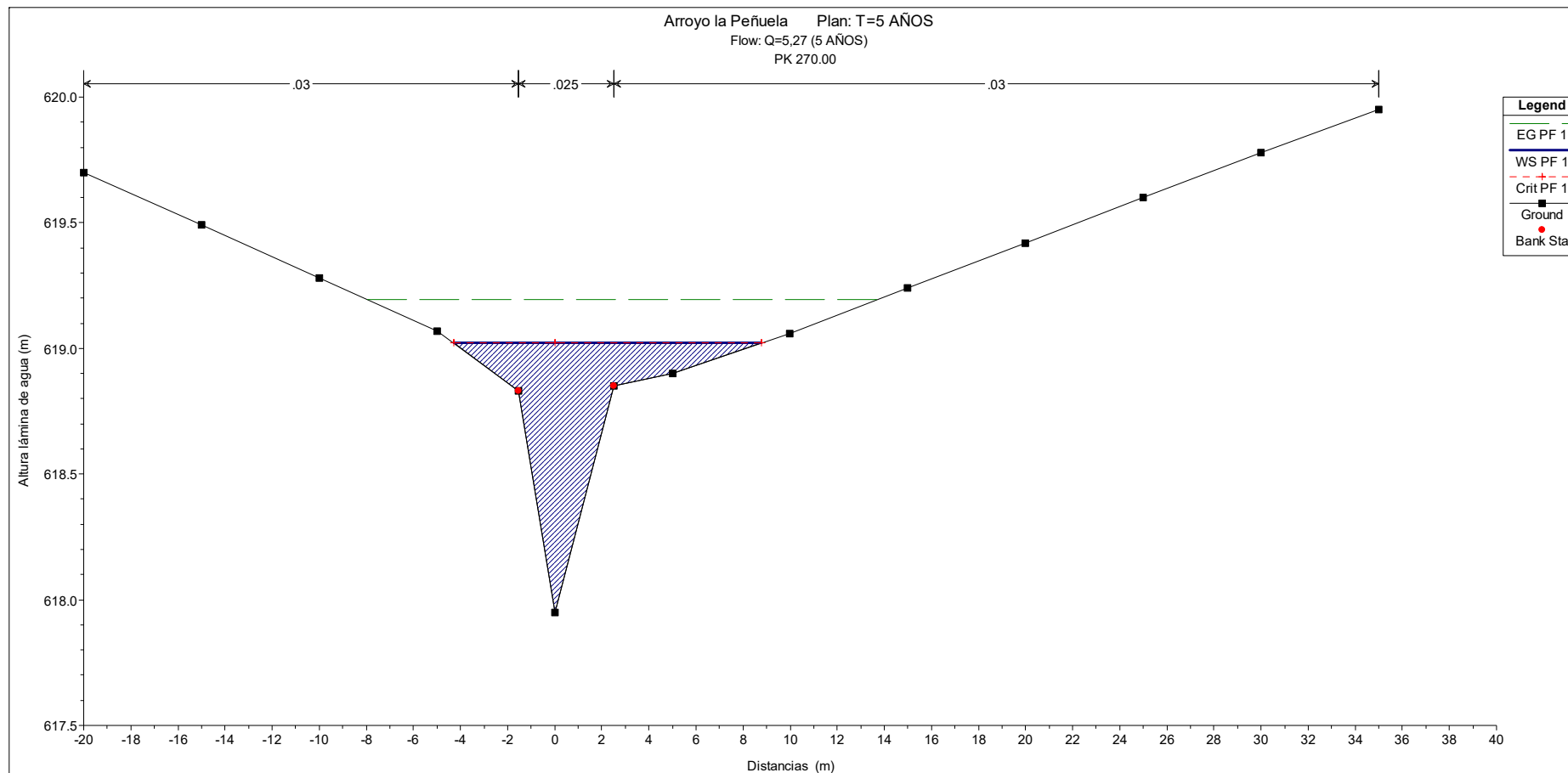


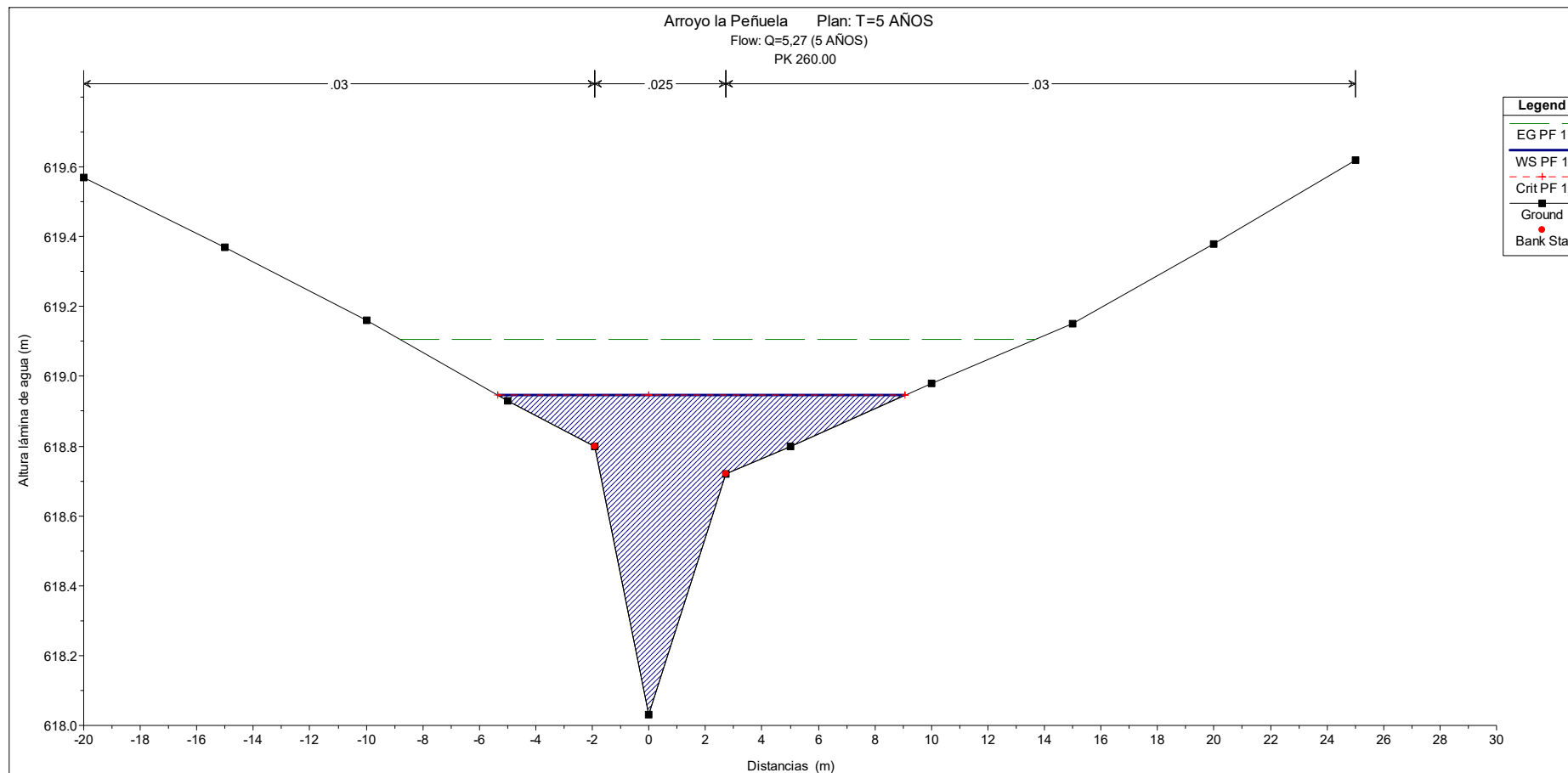


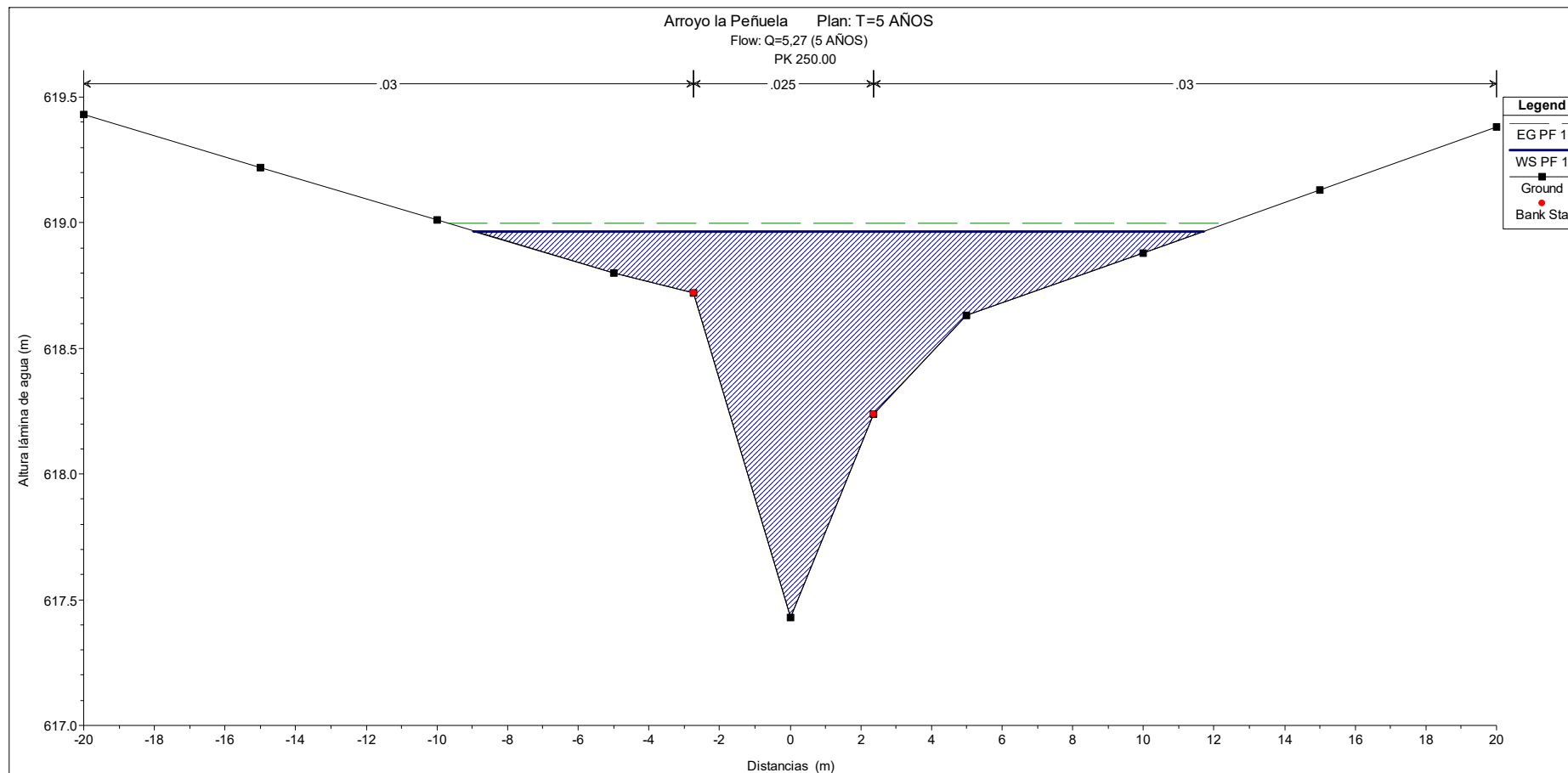


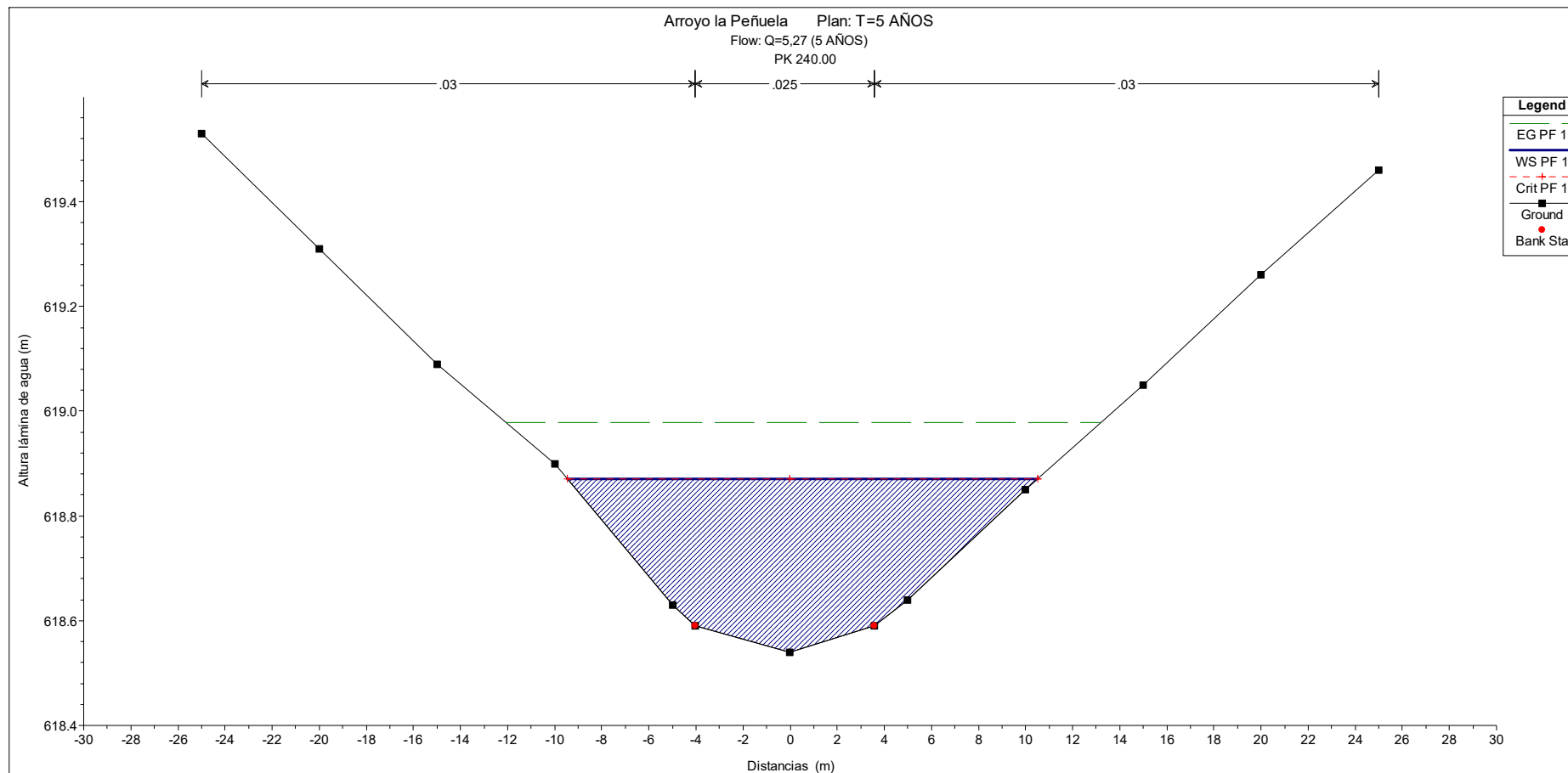


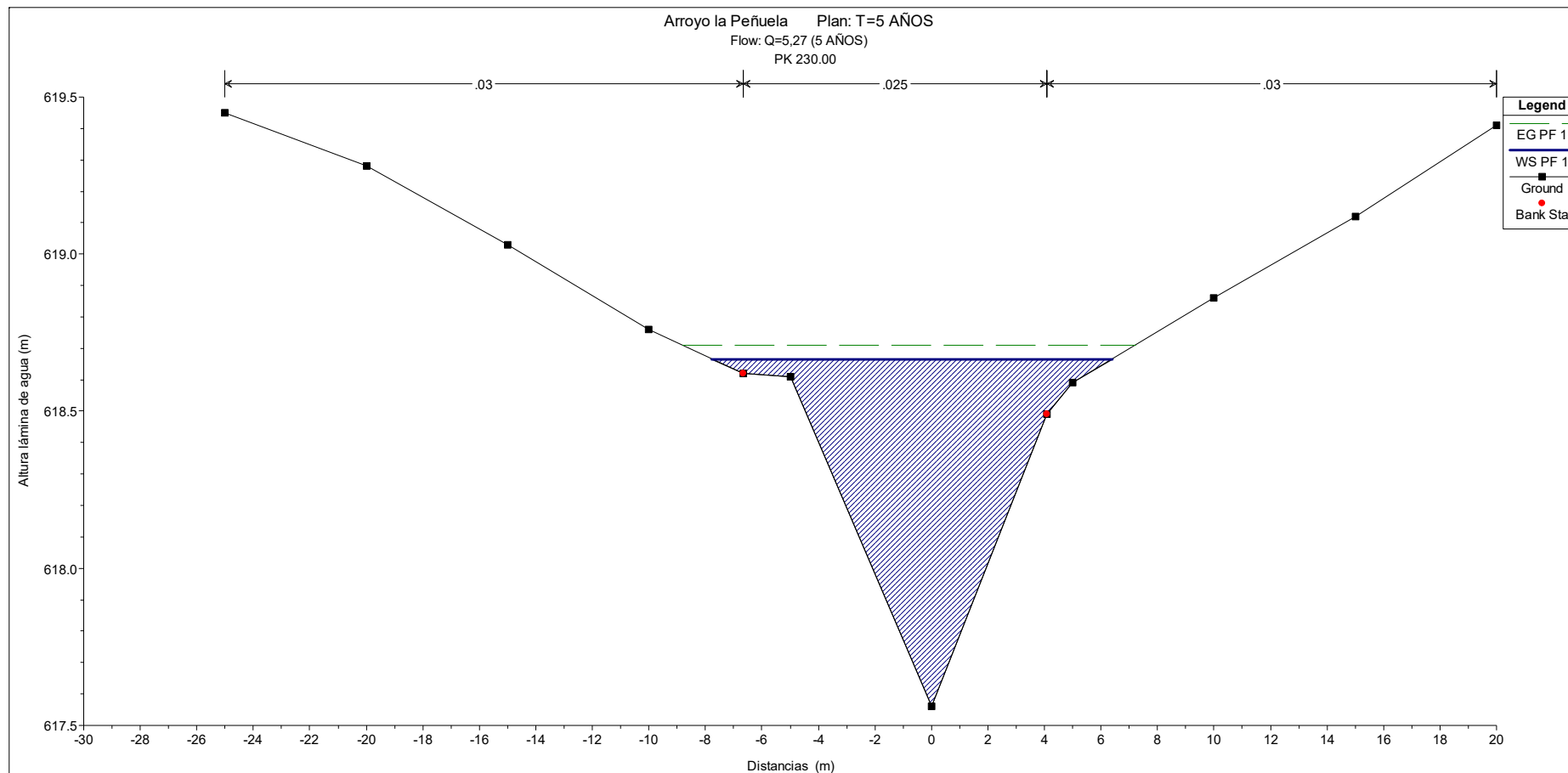


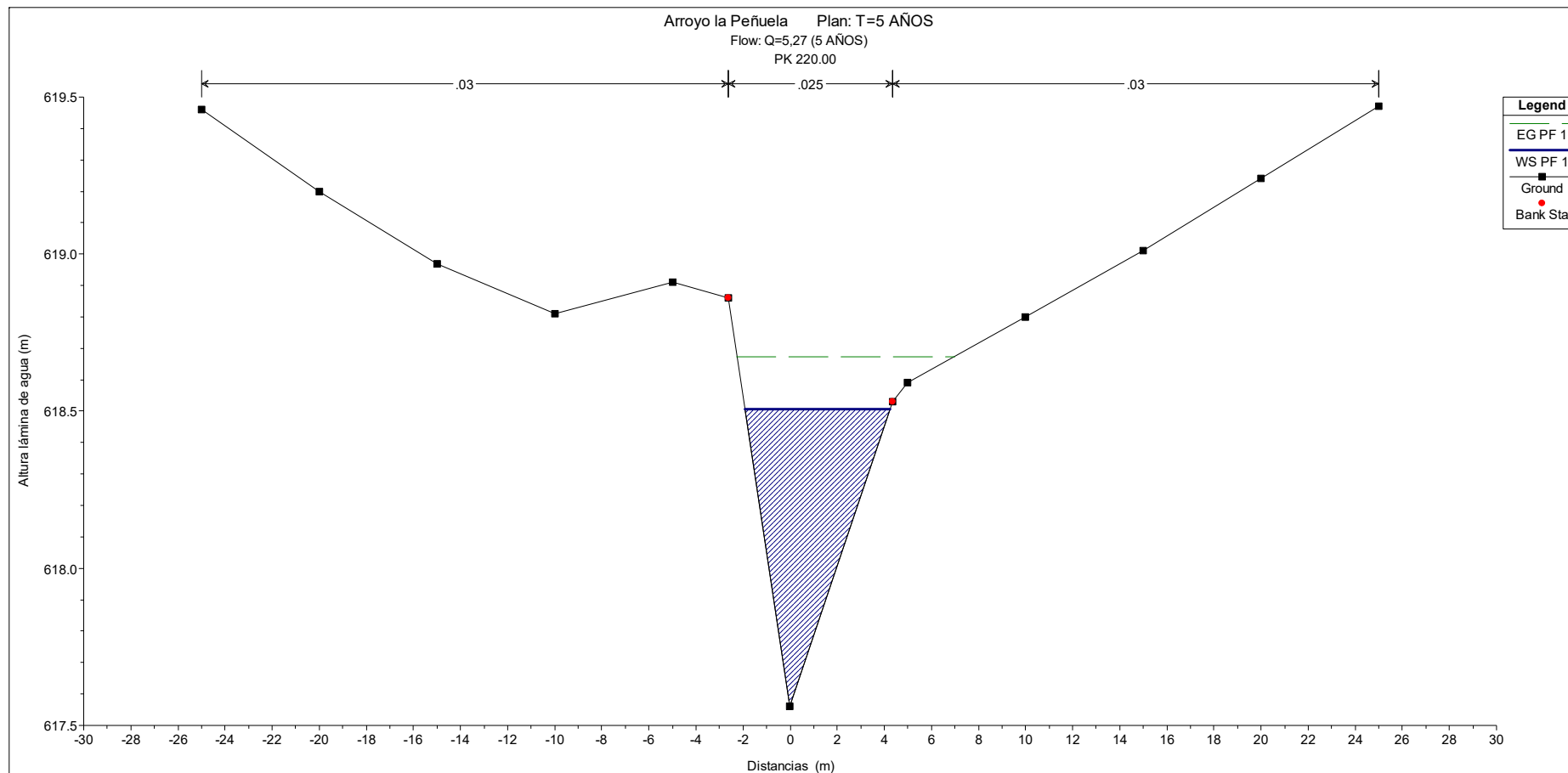


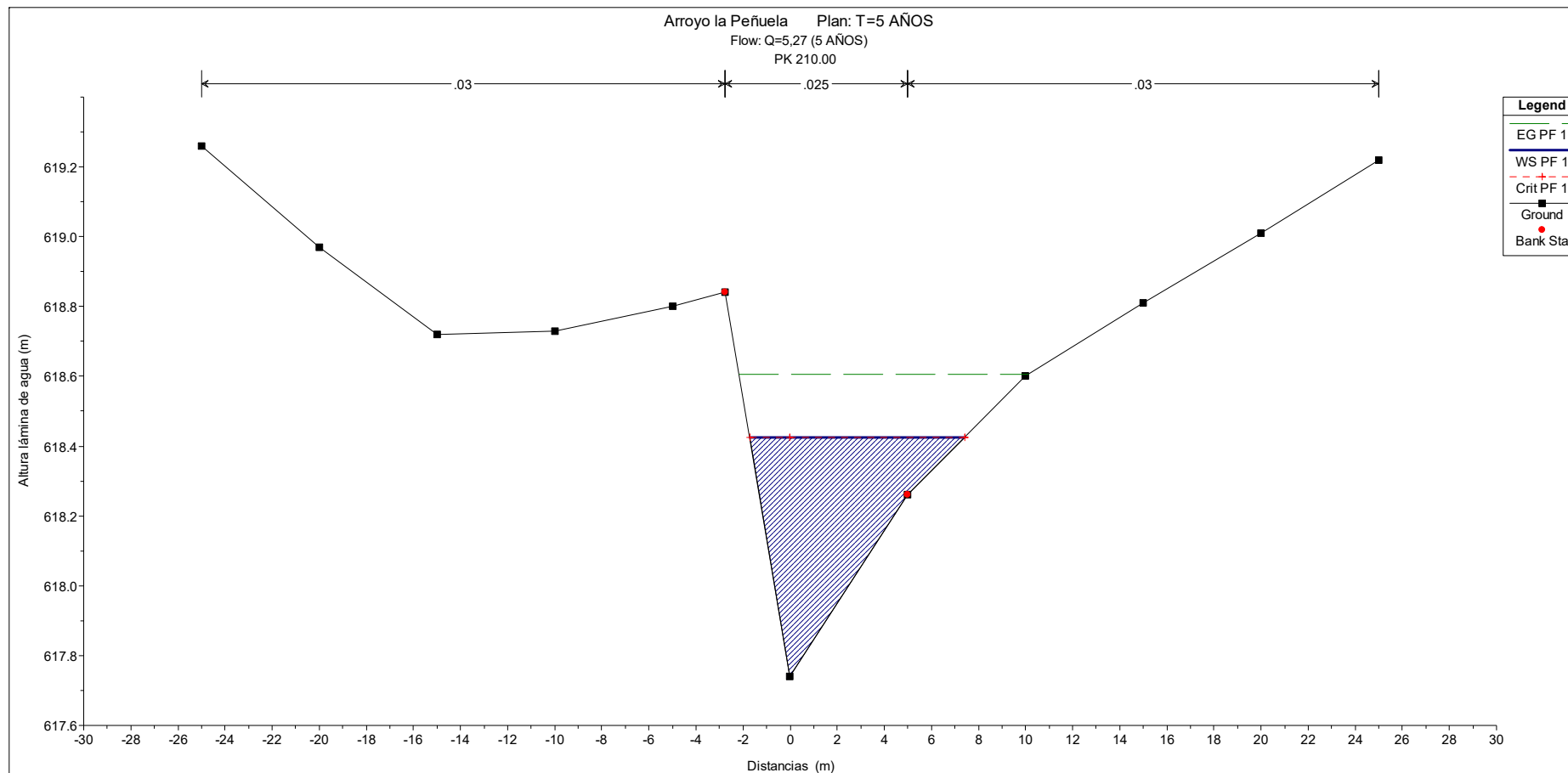


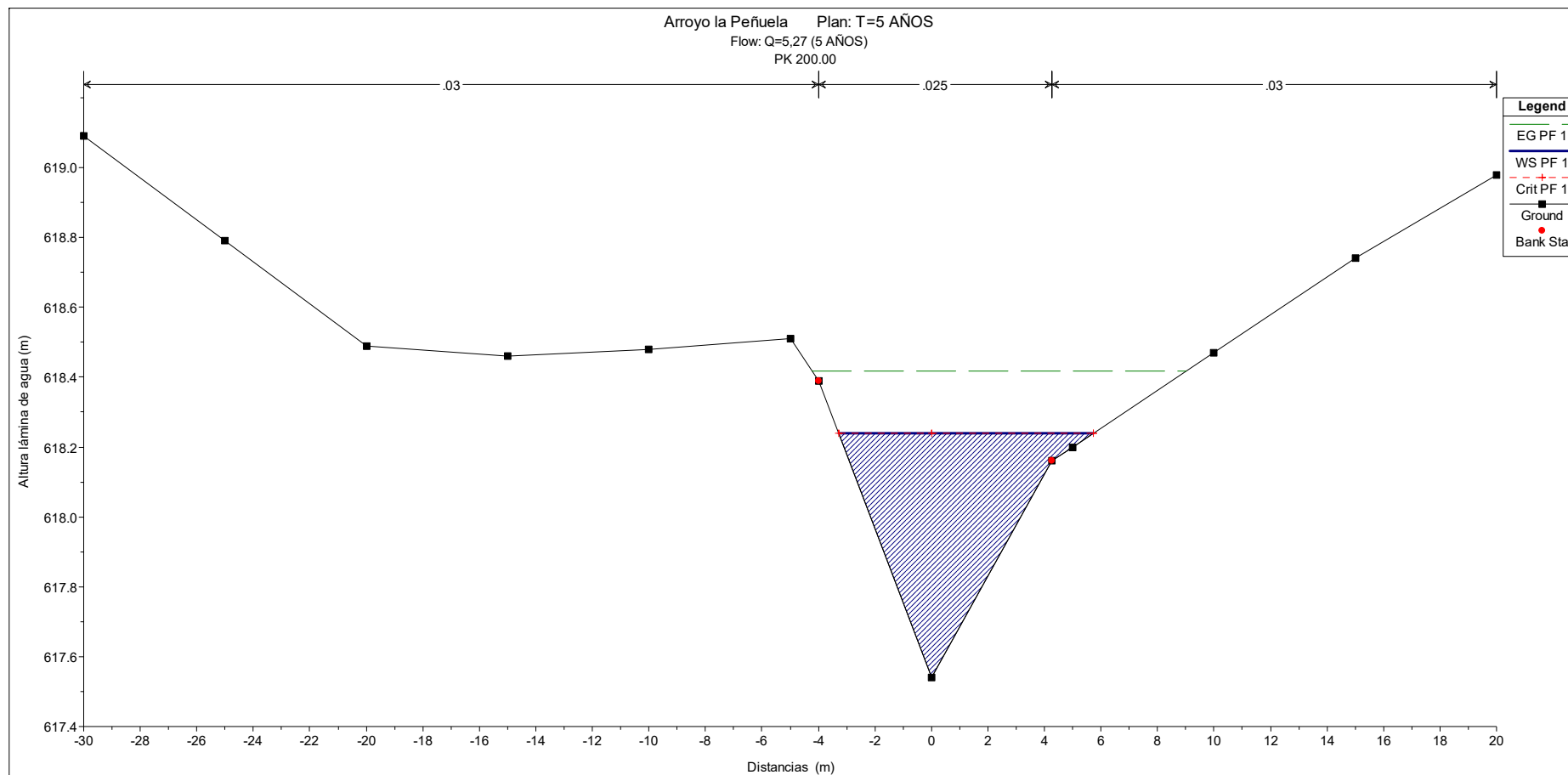


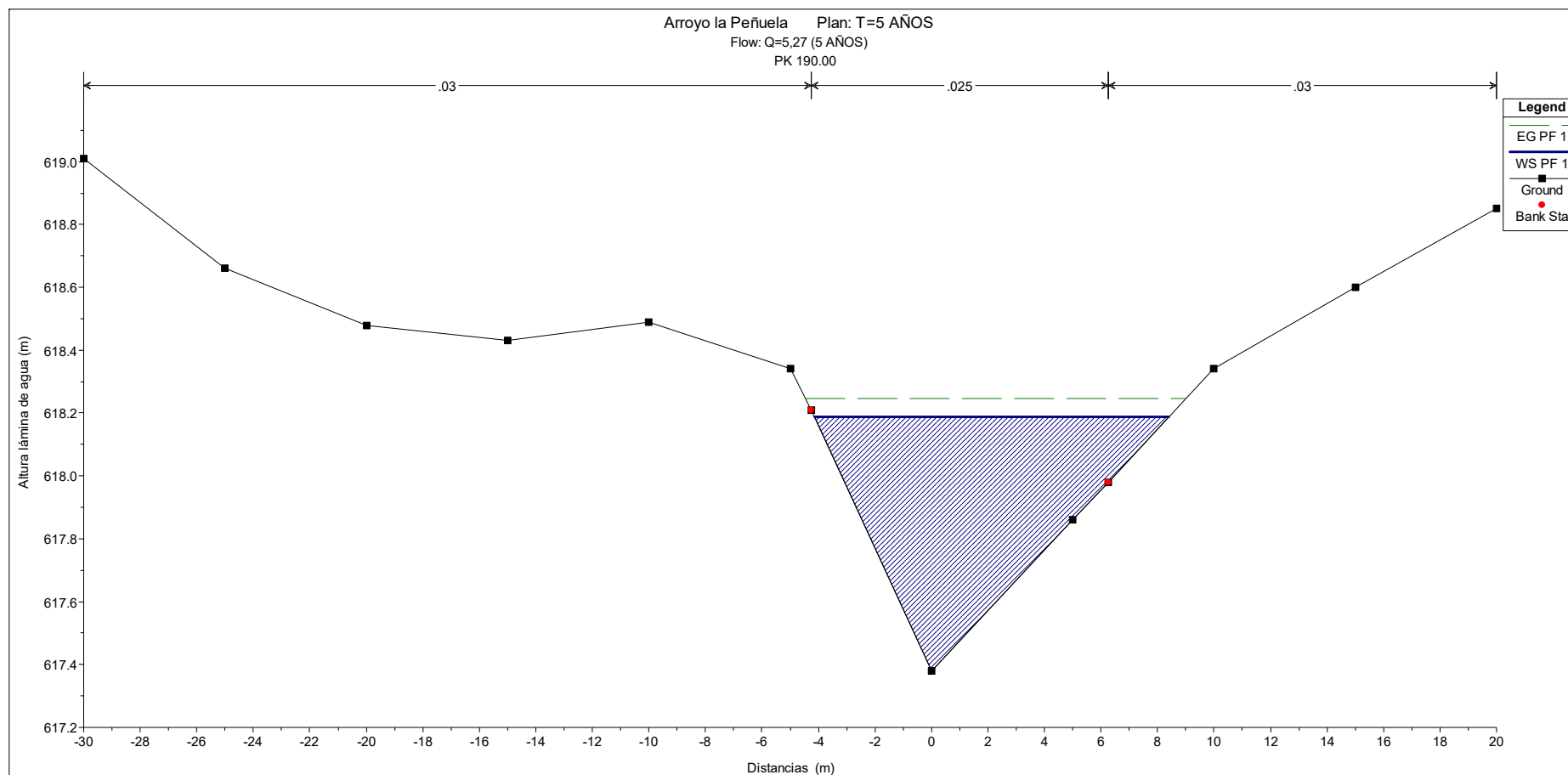


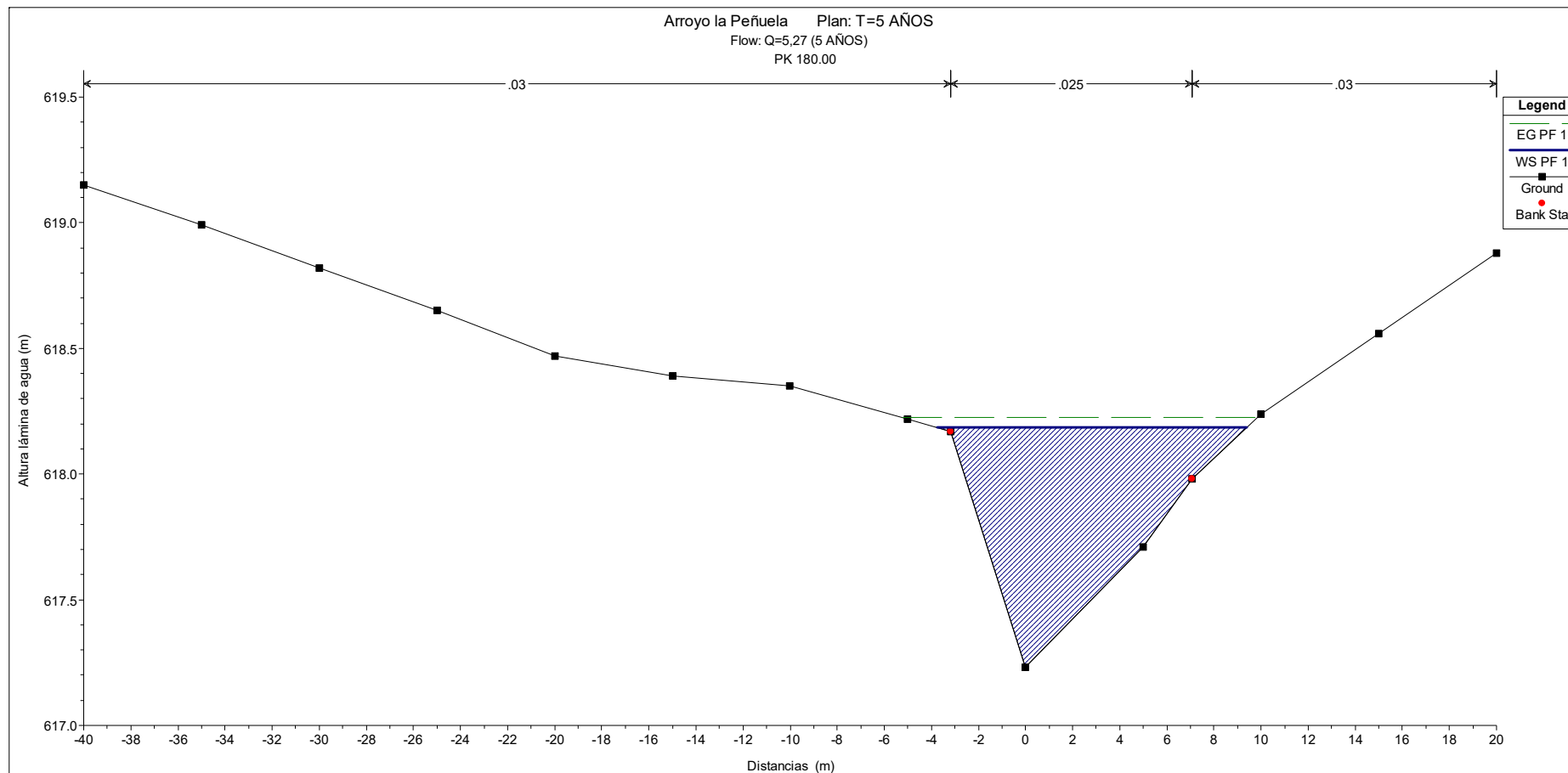


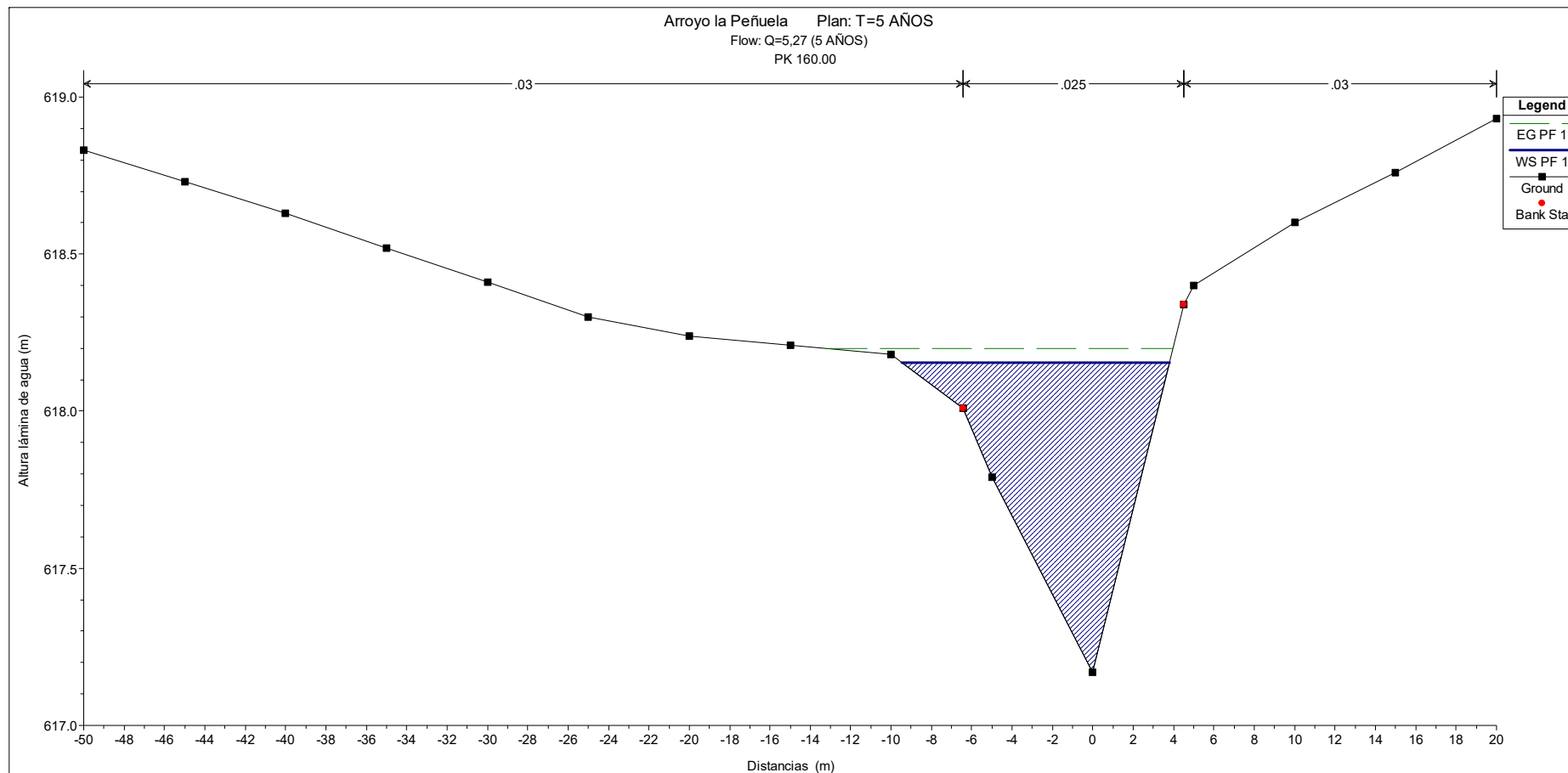


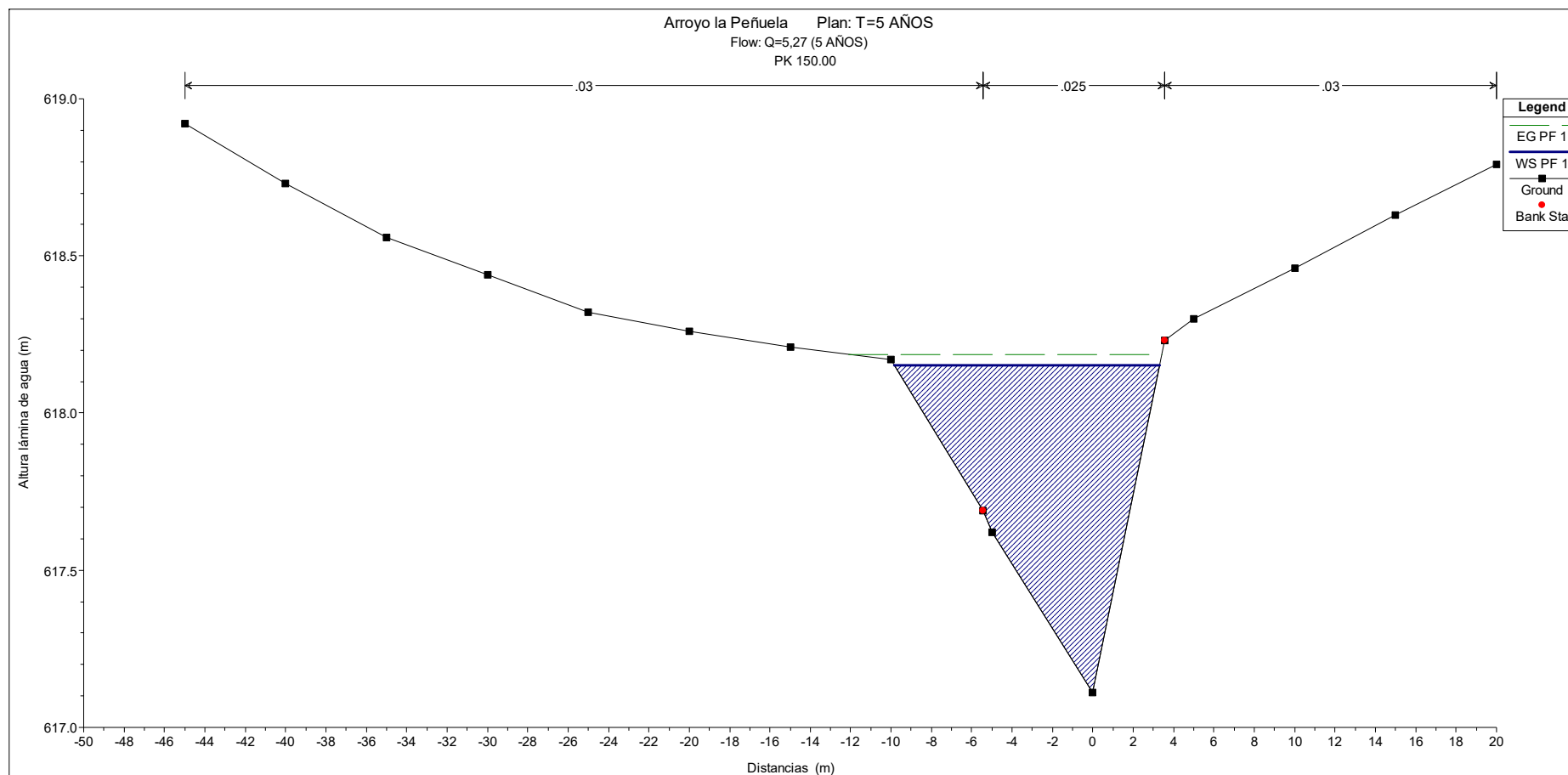


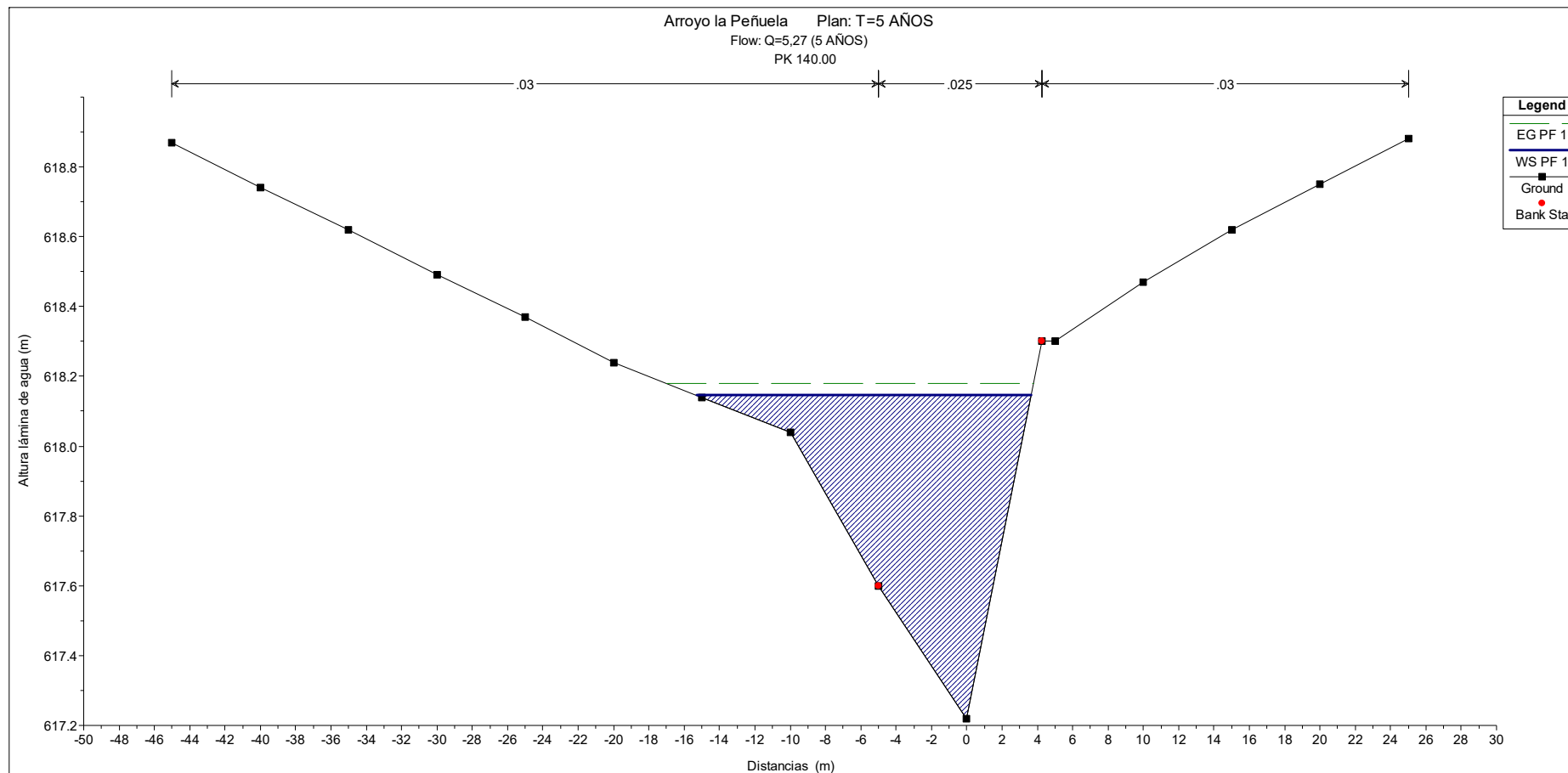


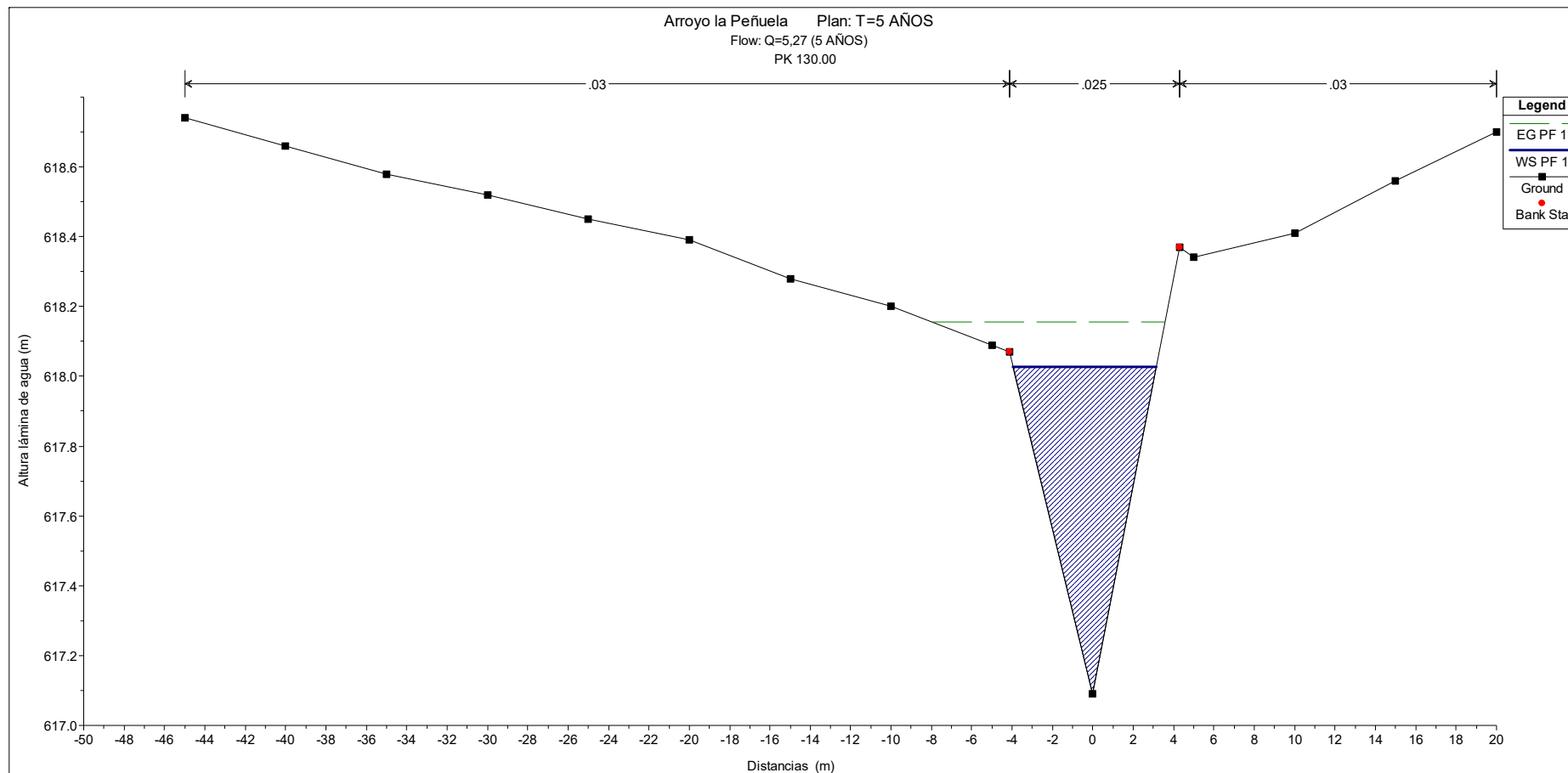


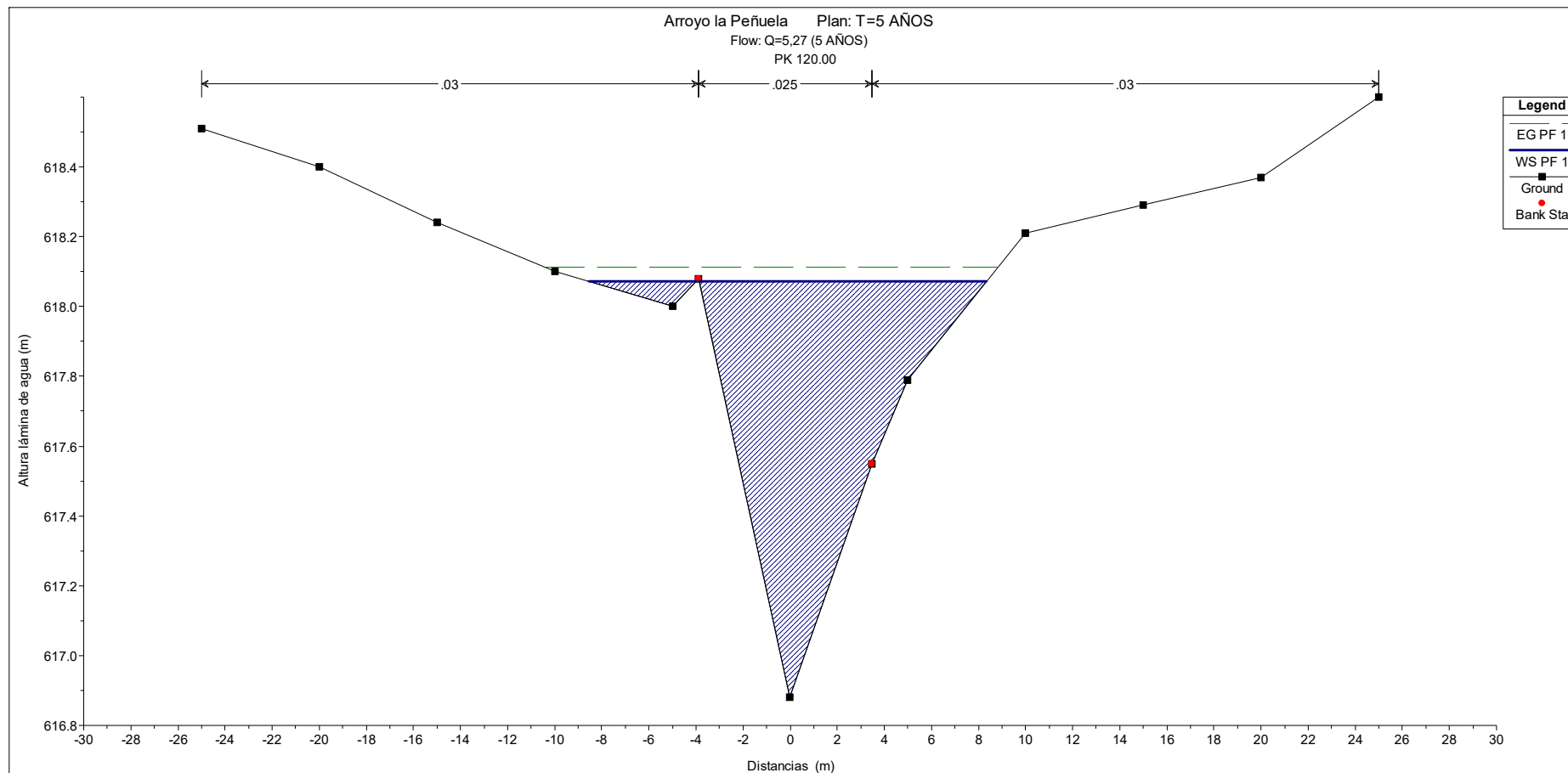


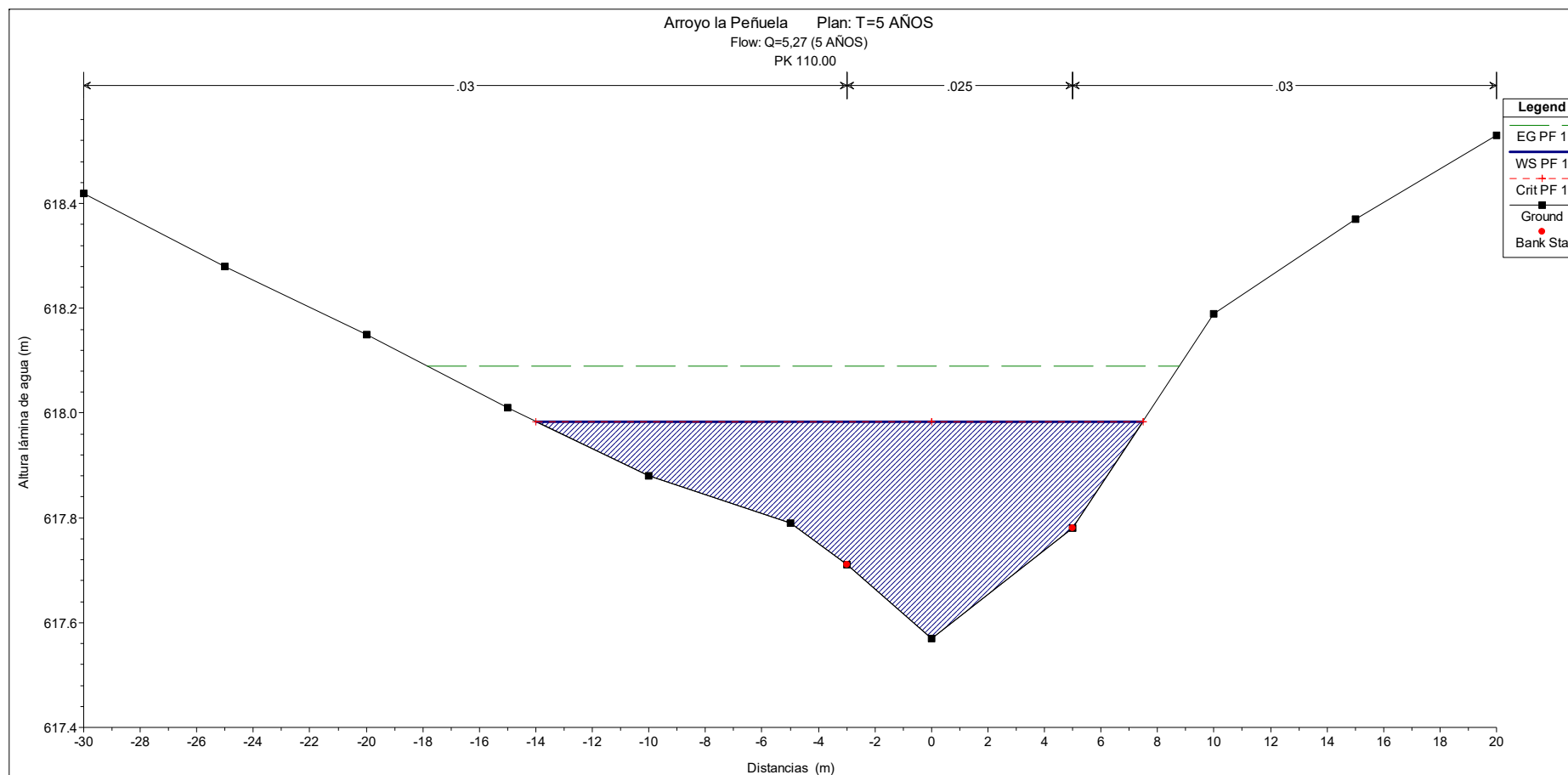


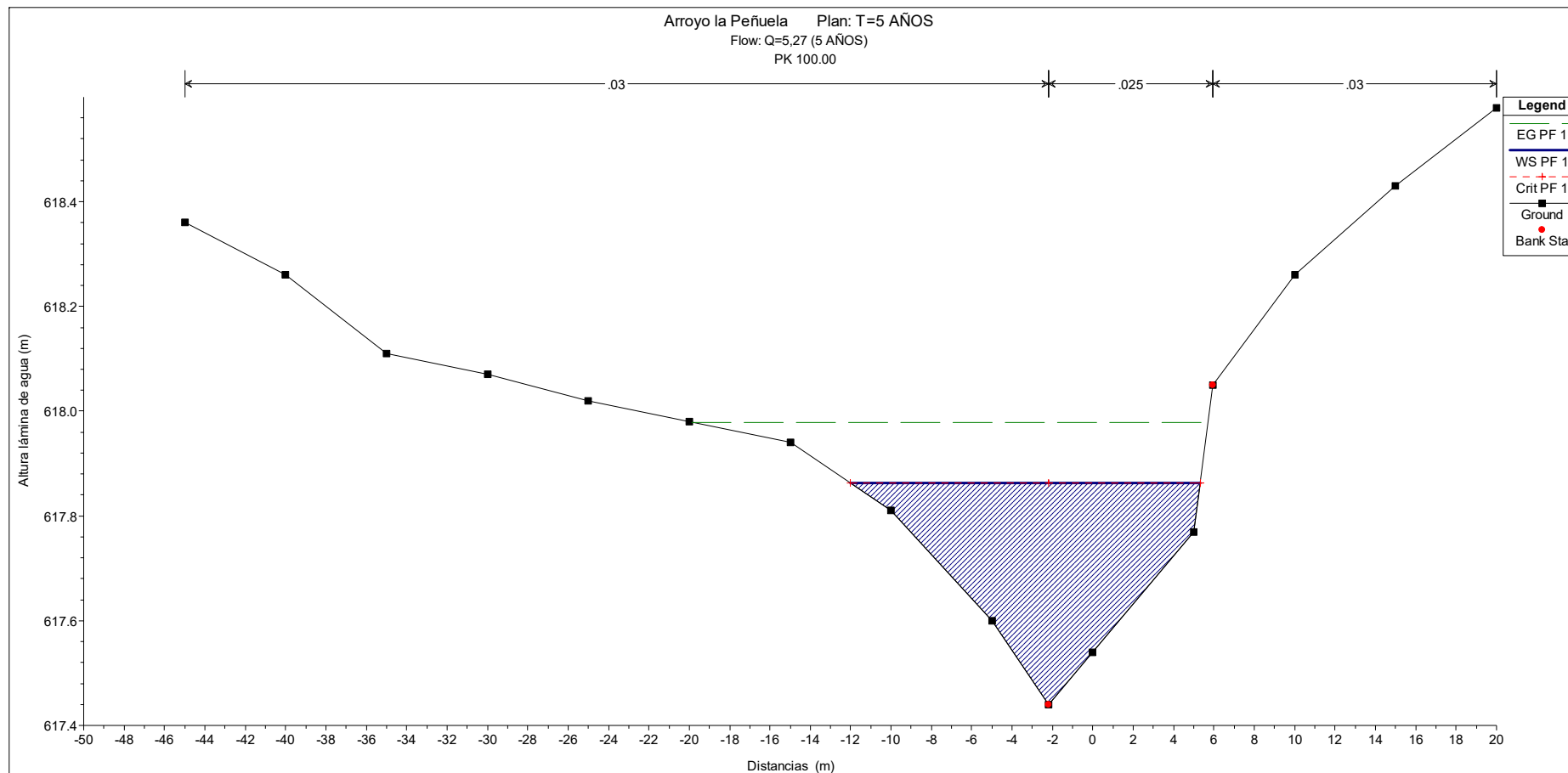


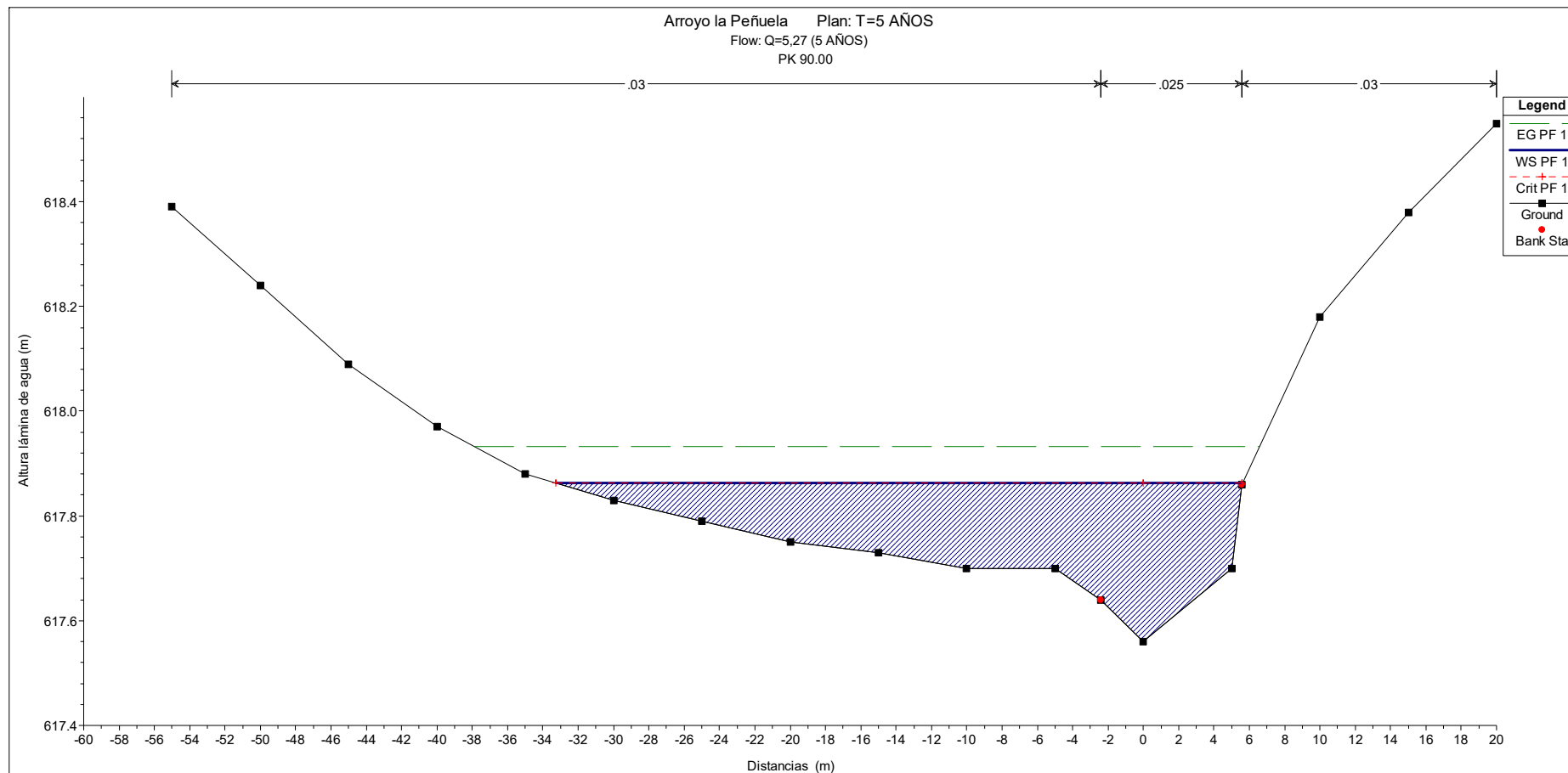


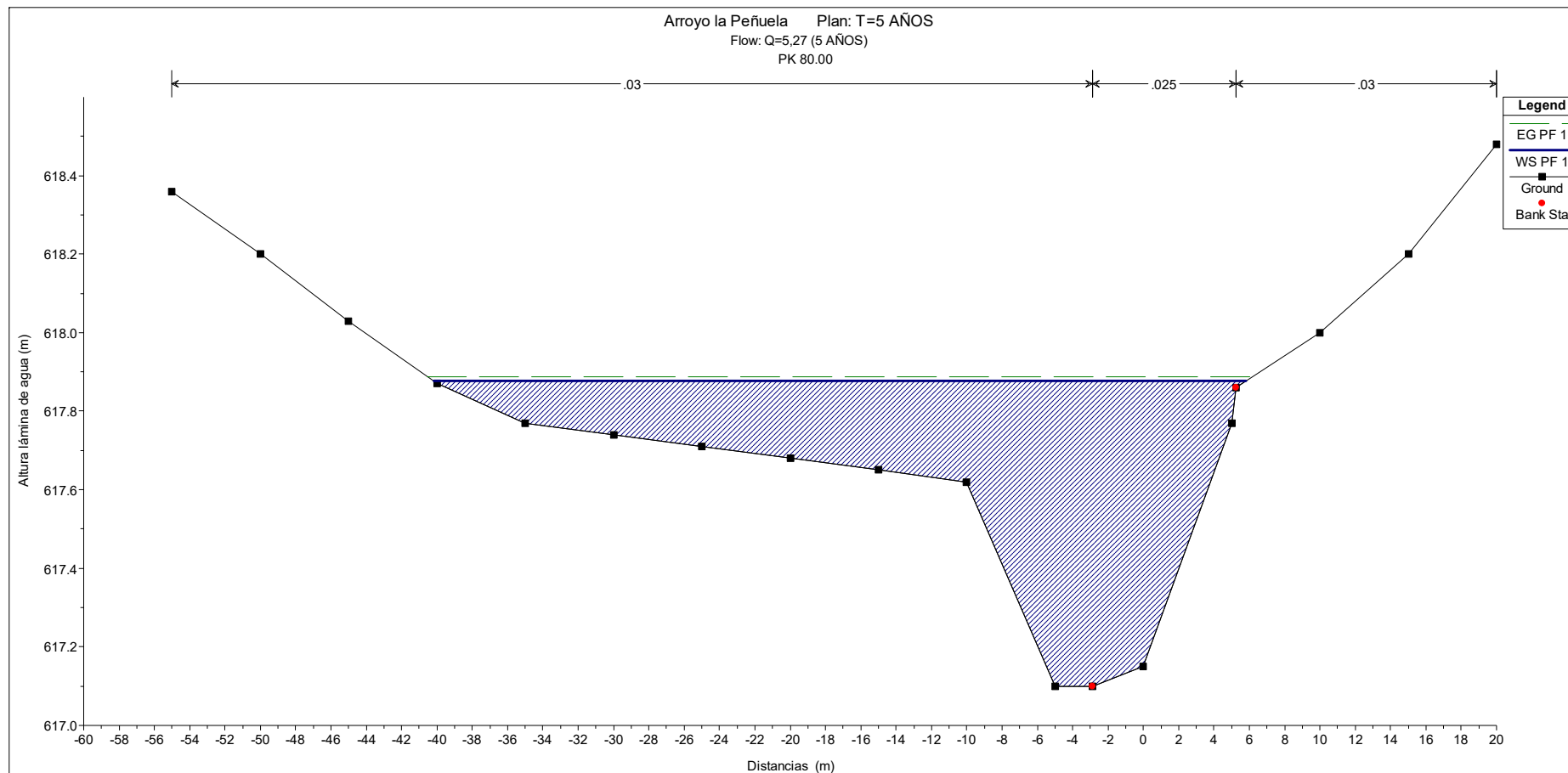


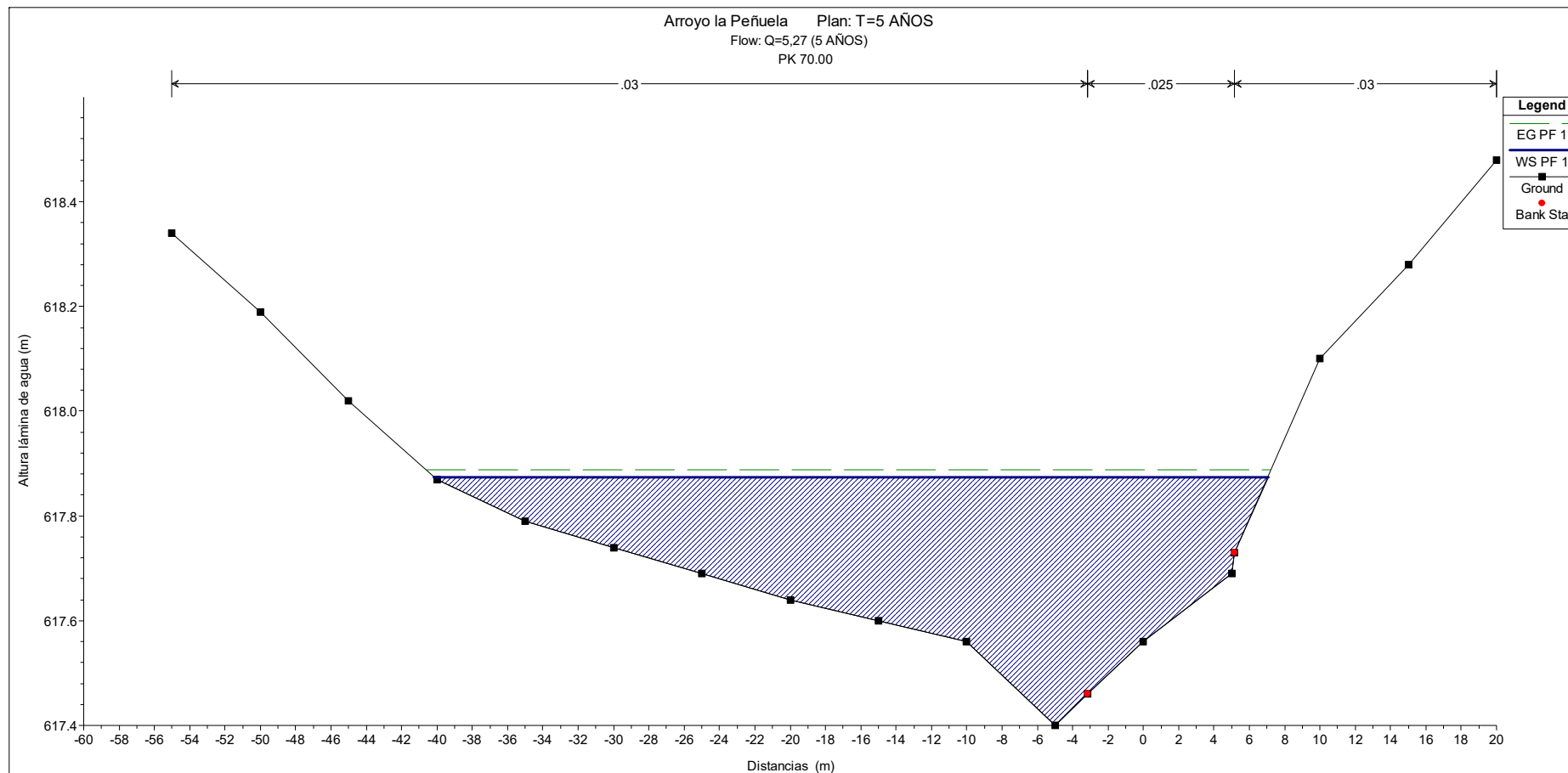


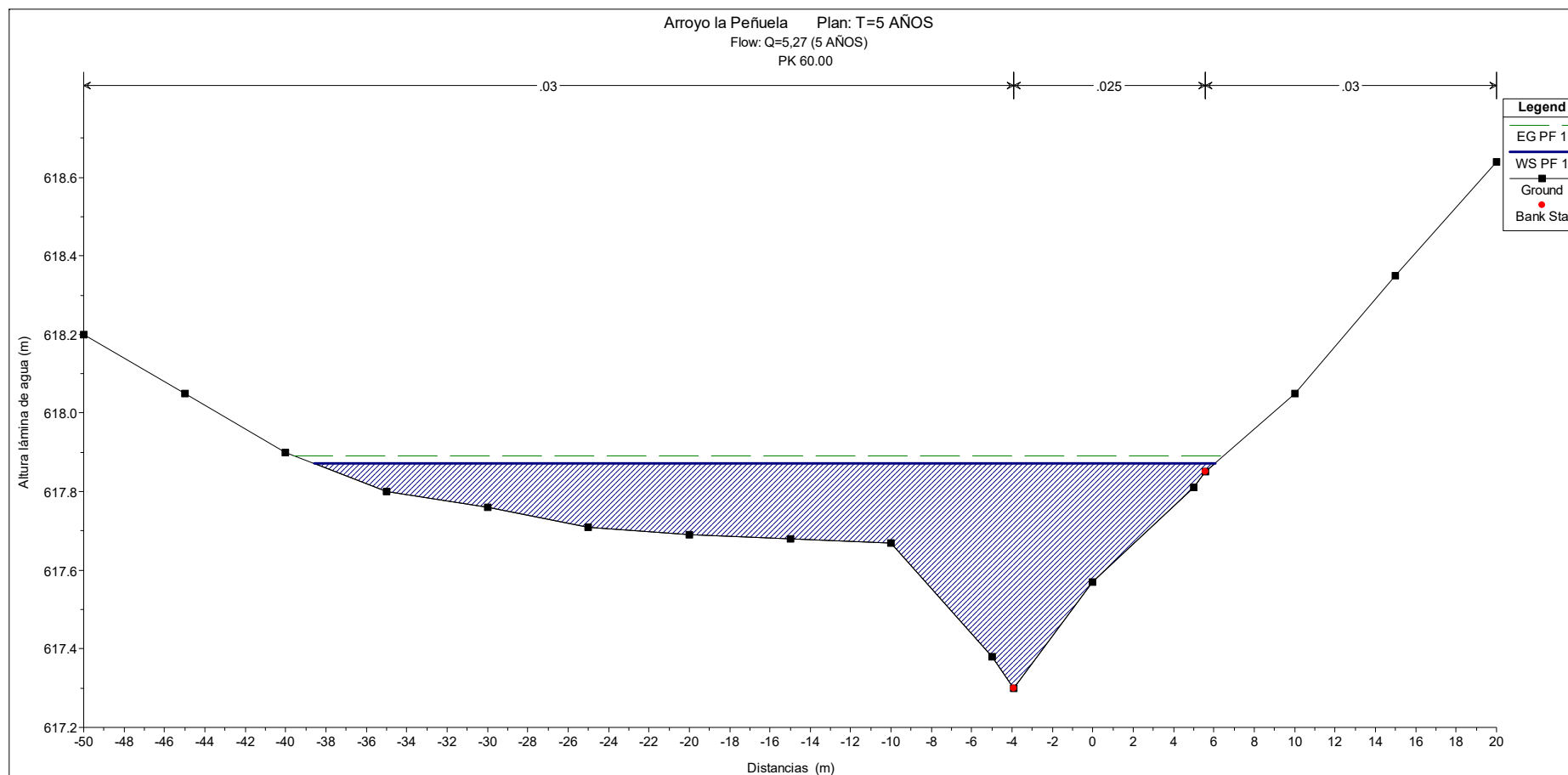


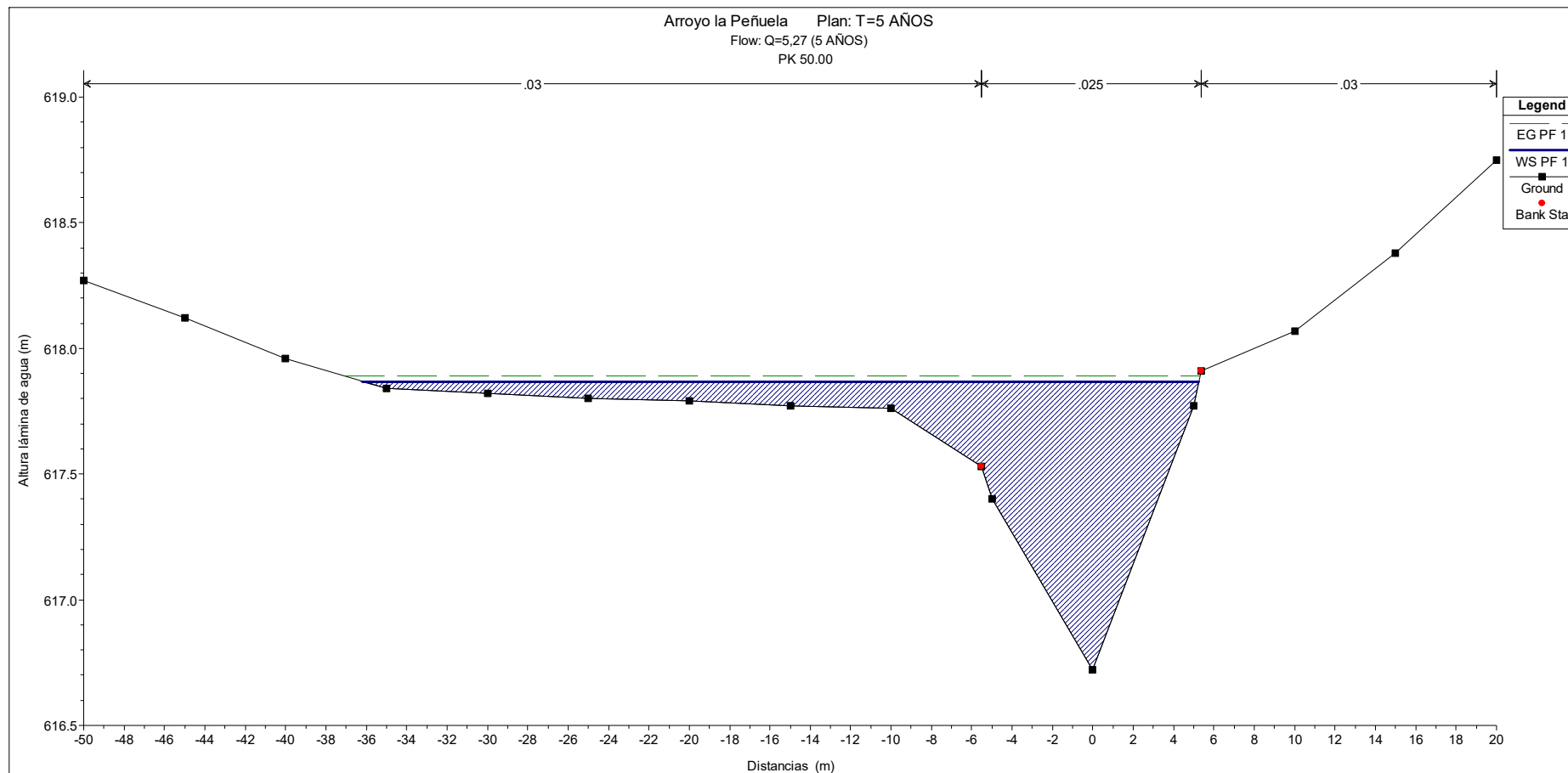


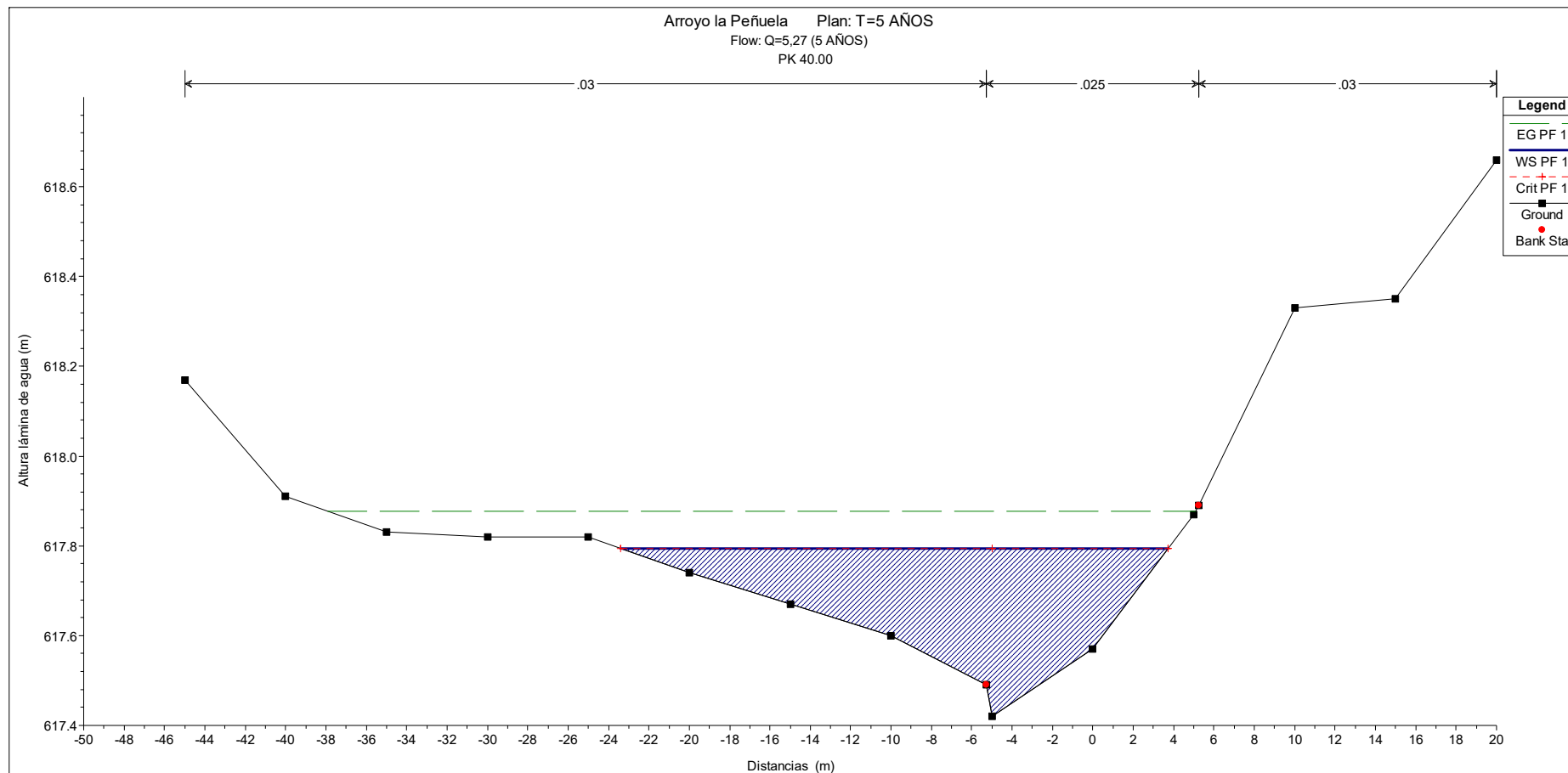


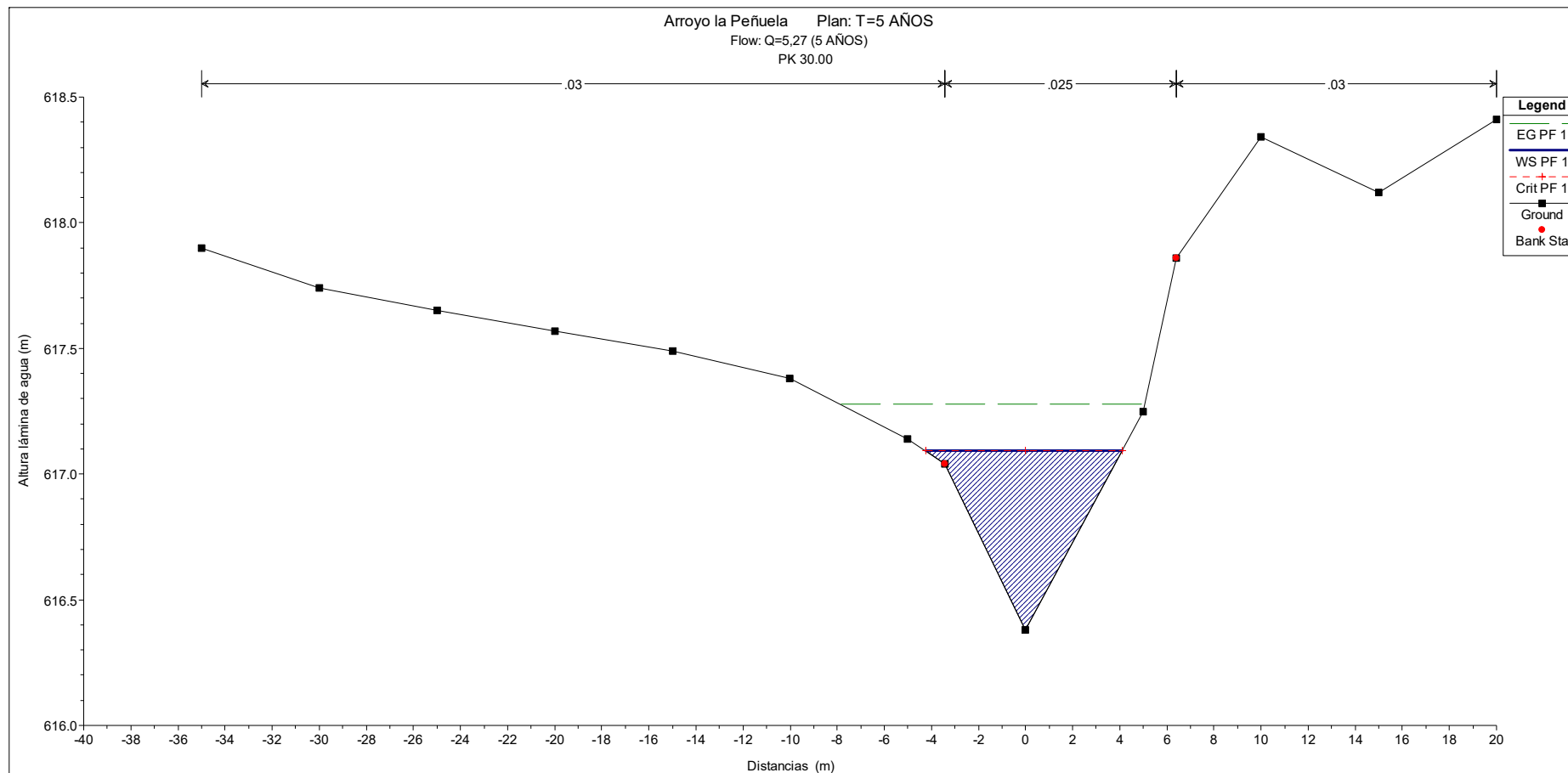


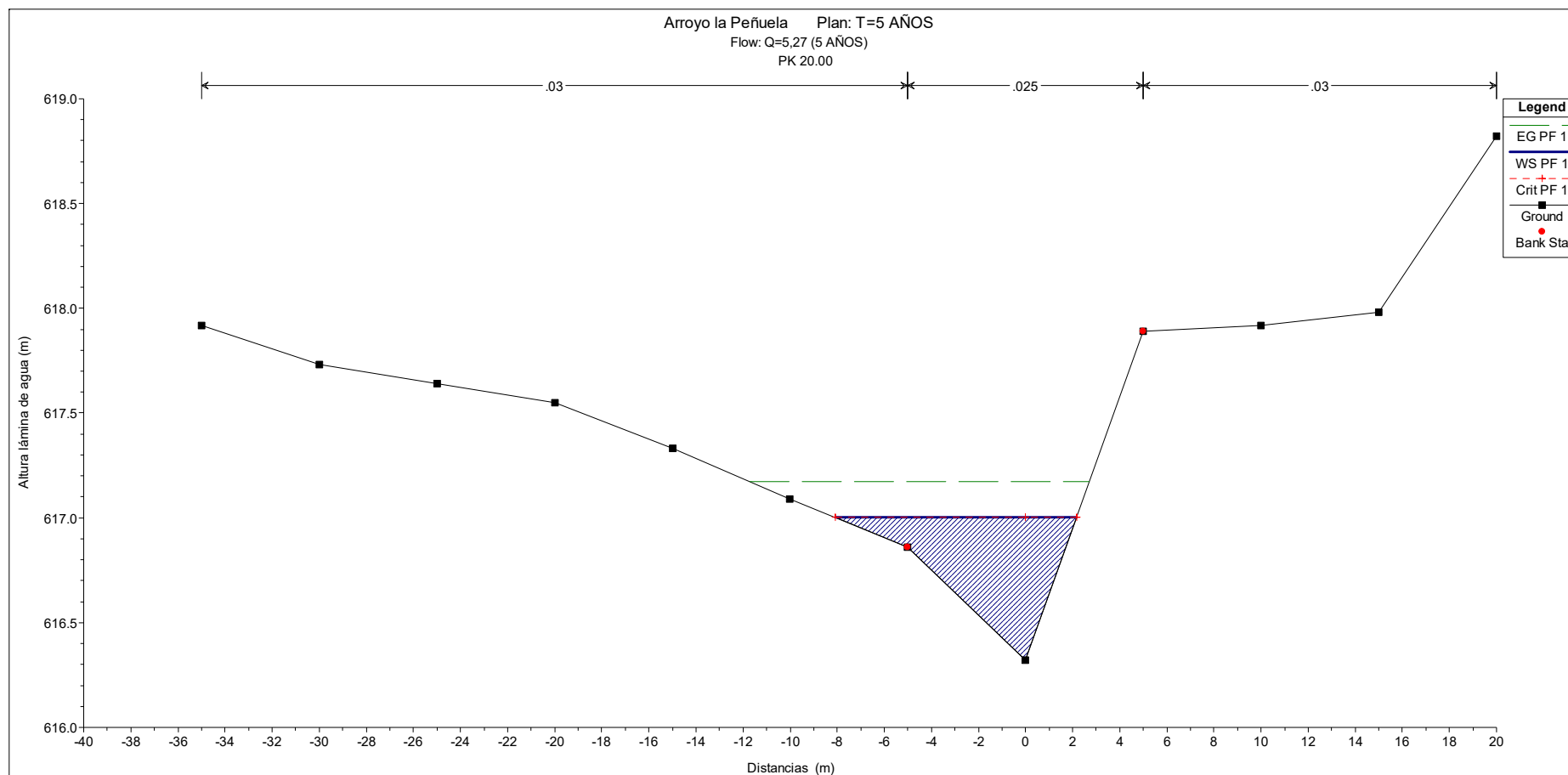


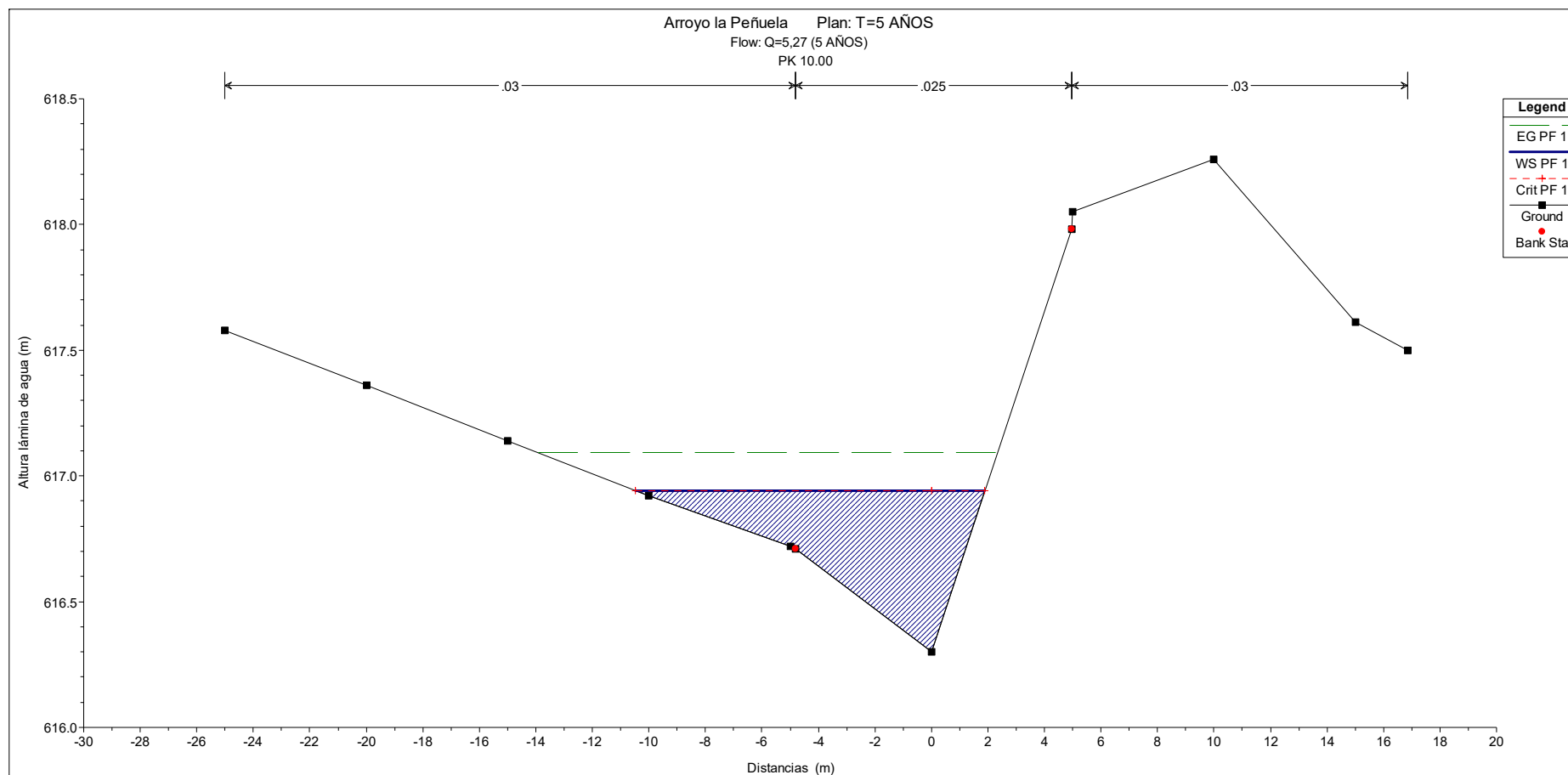


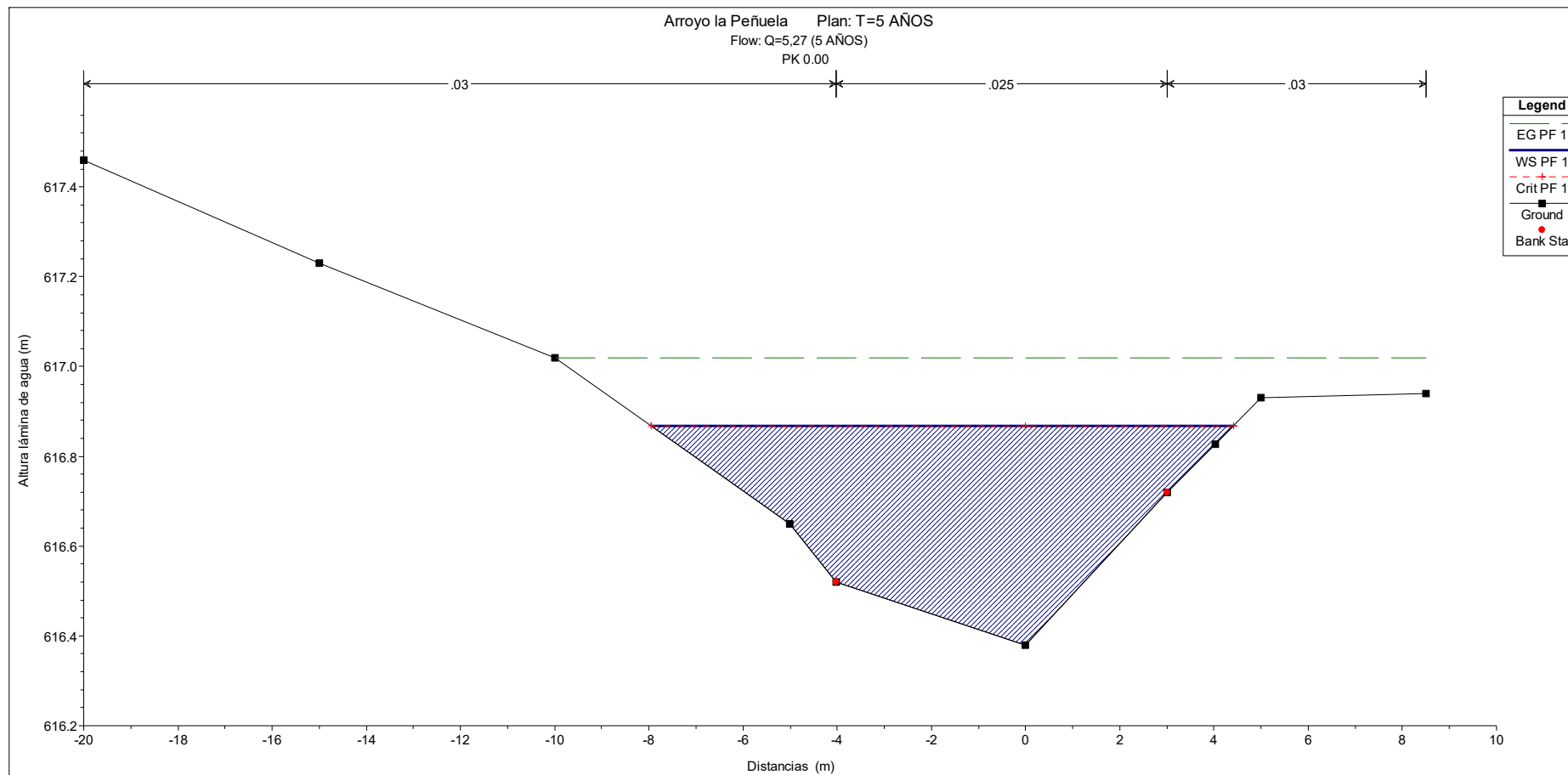






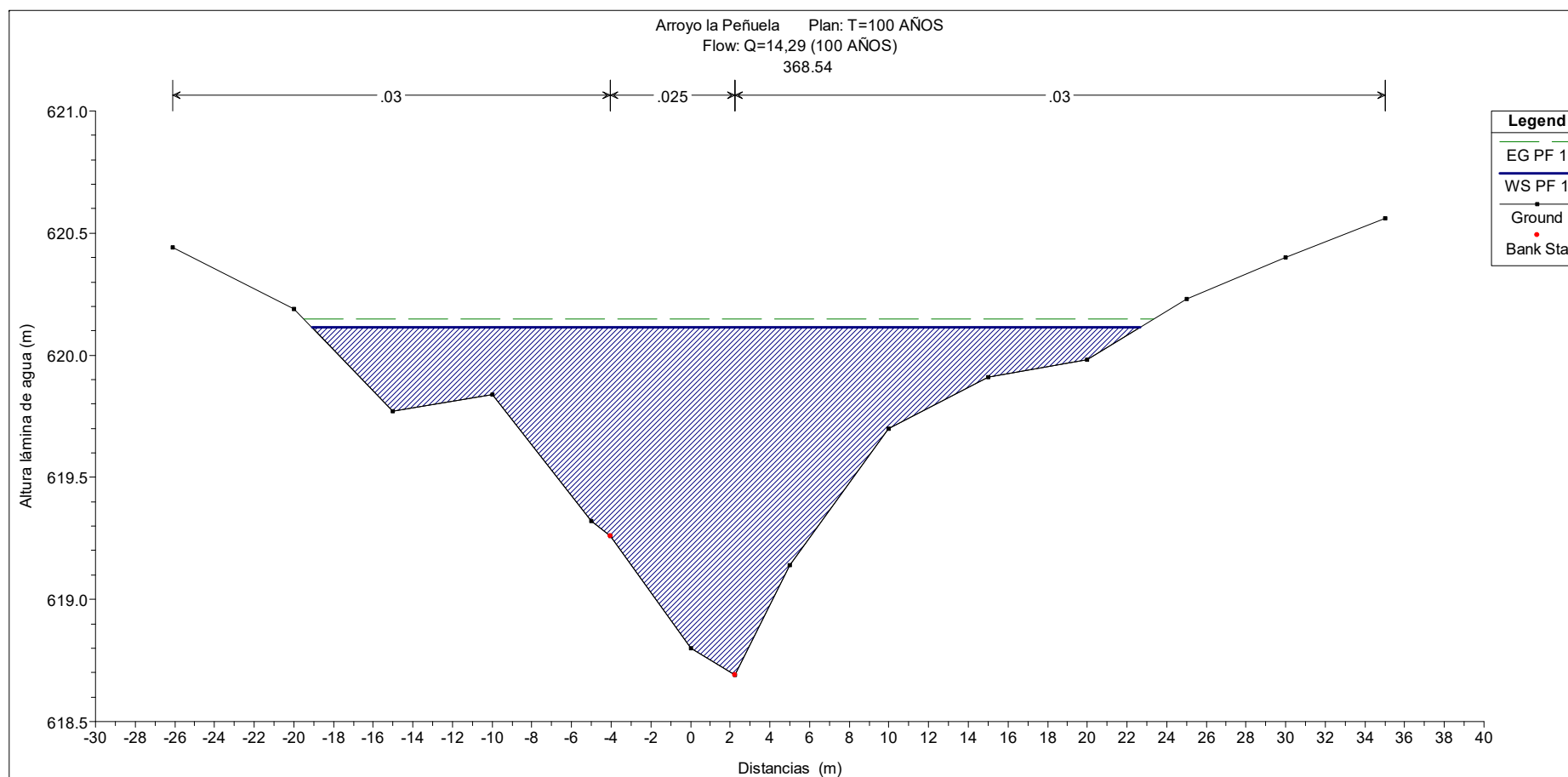


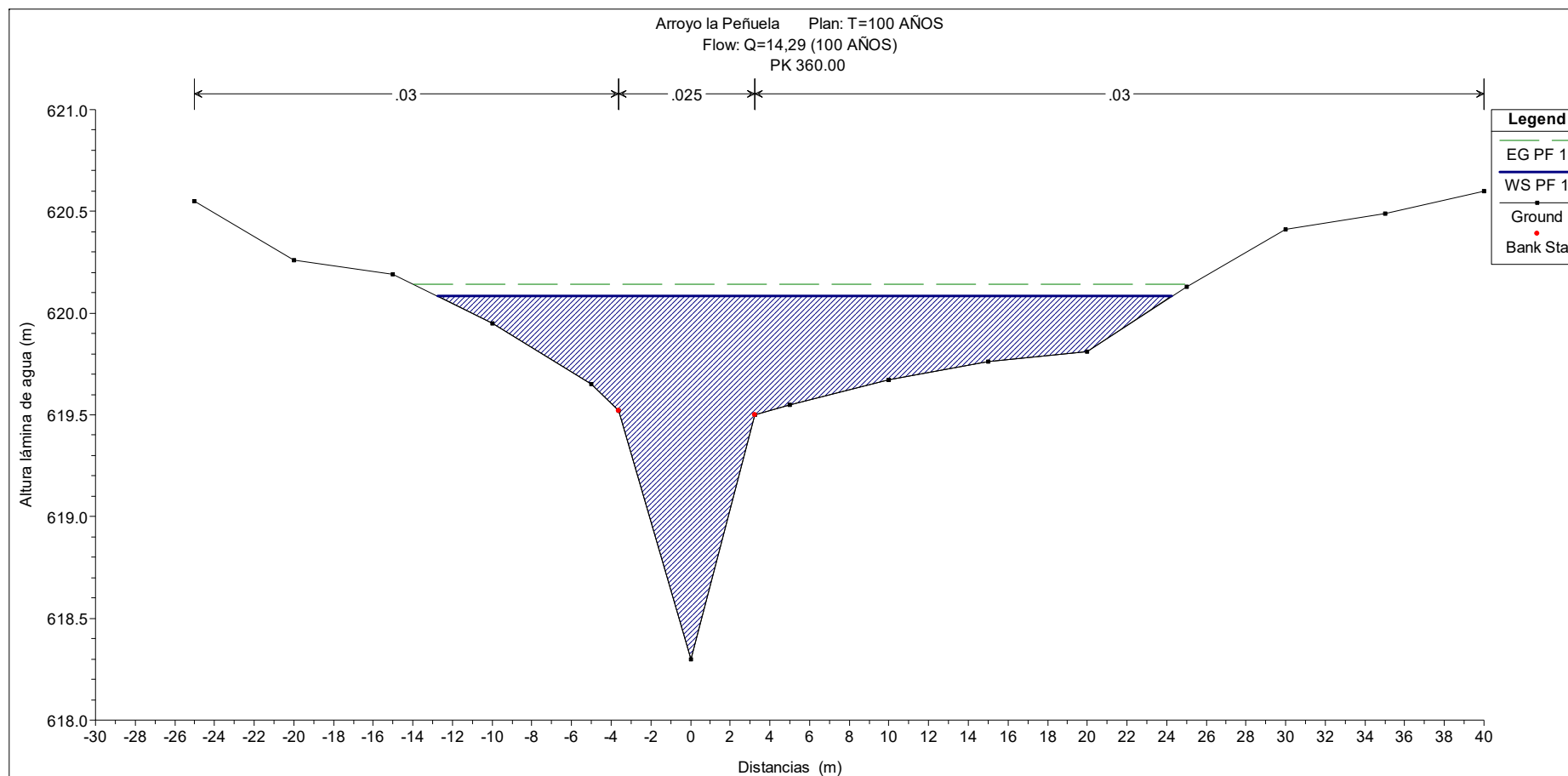


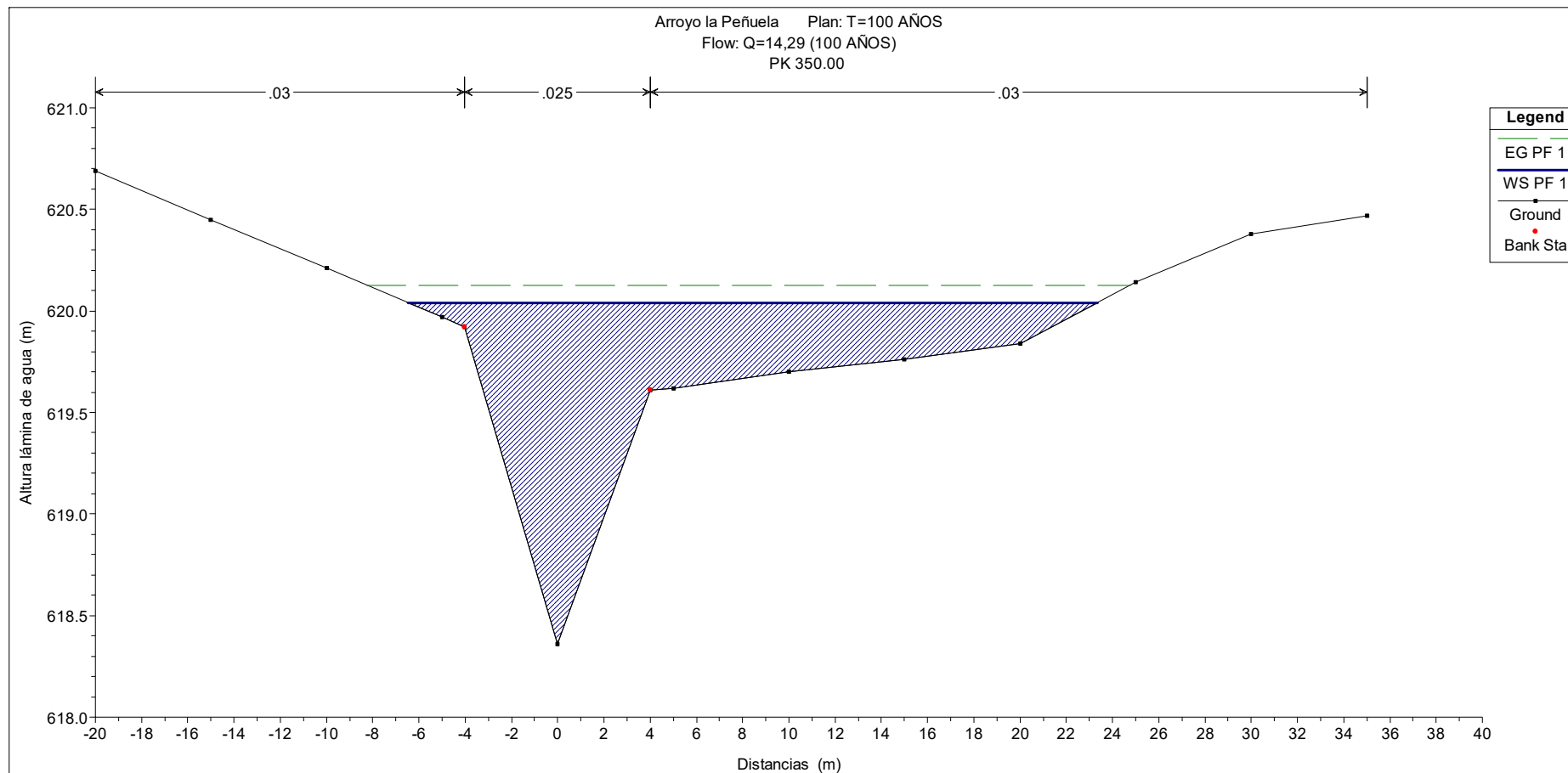


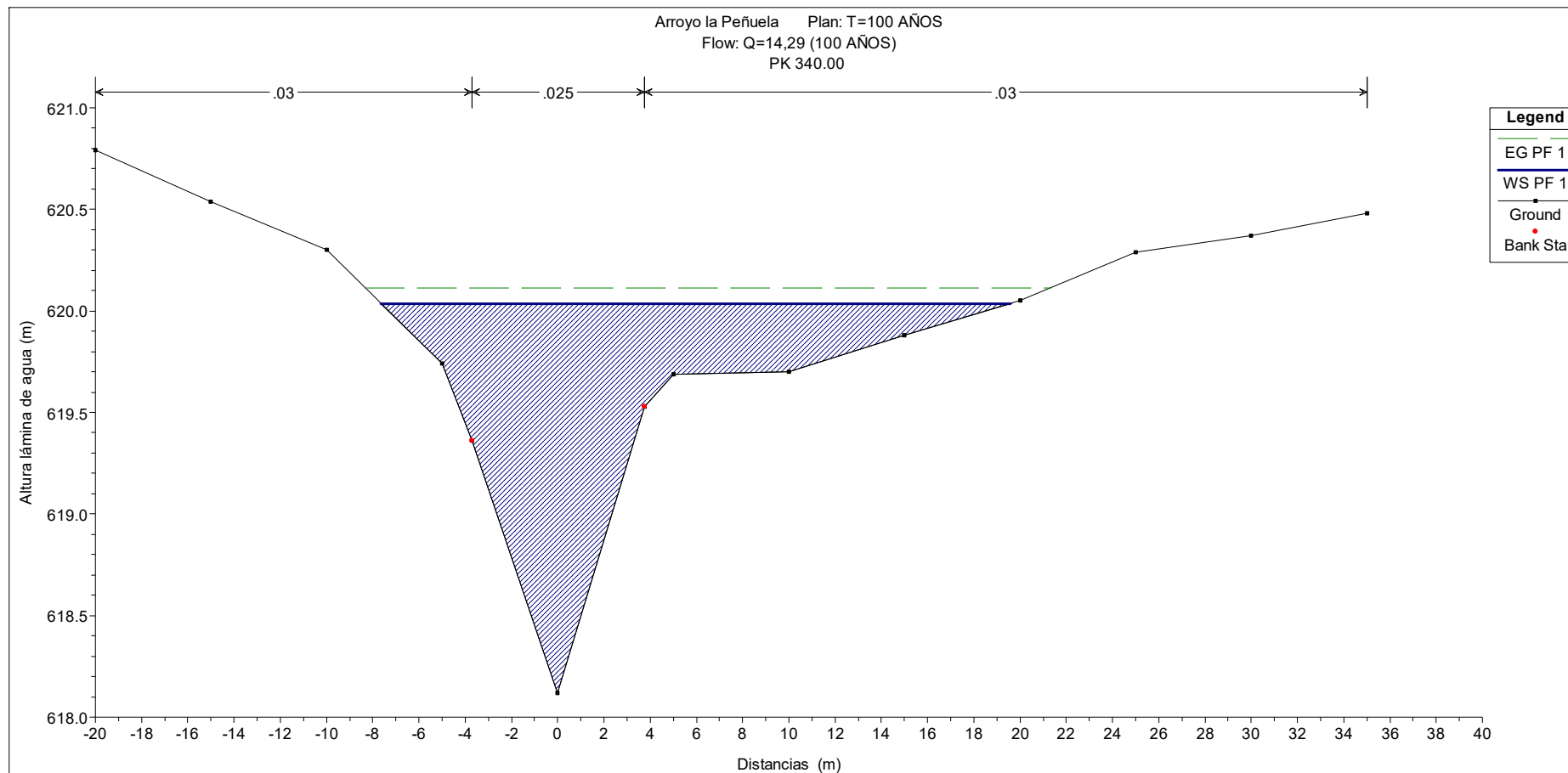
2.2.2_SECCIONES T=100 AÑOS

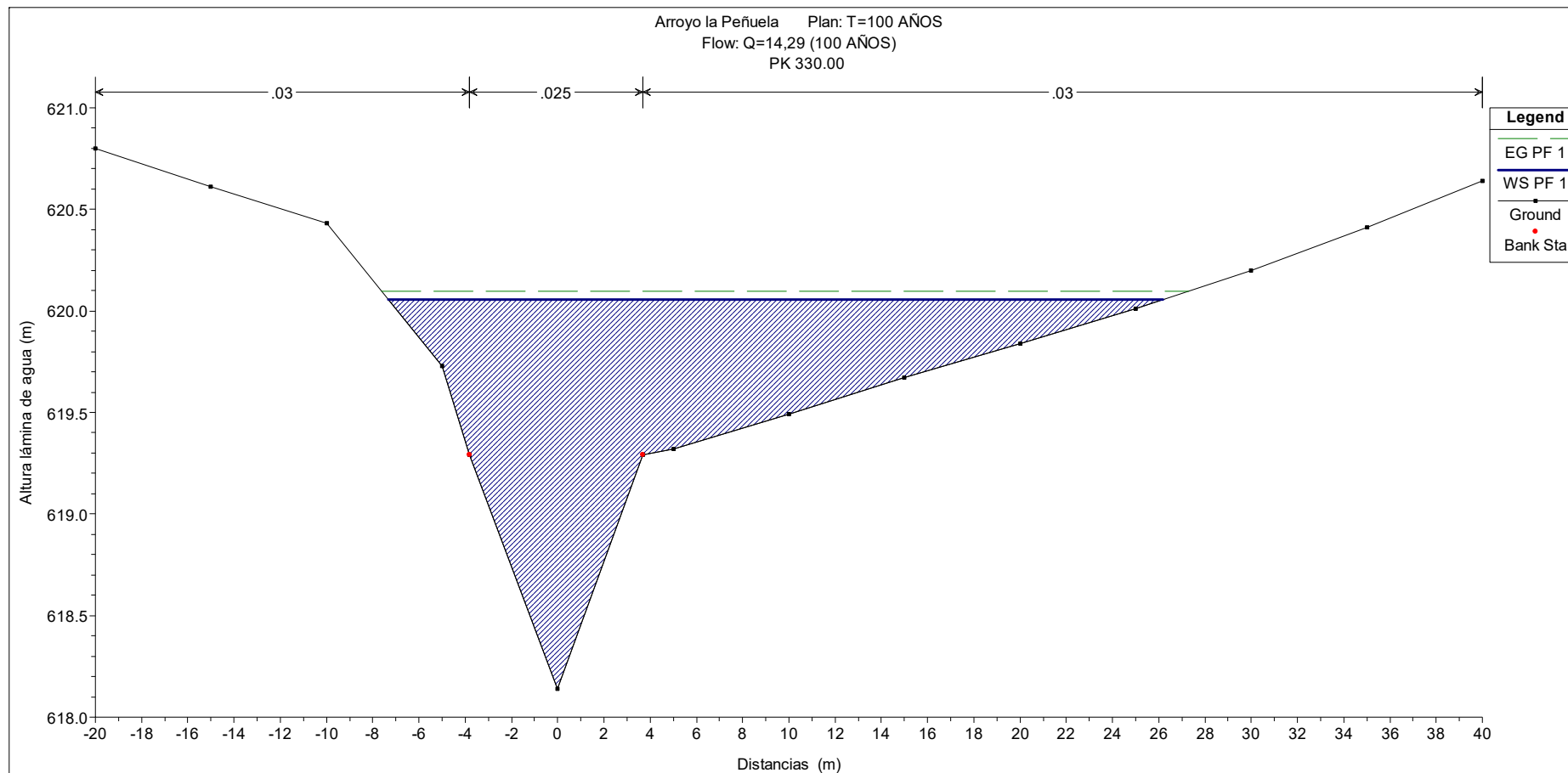
1. SECCIONES PERIODO DE RETORNO T=100 AÑOS

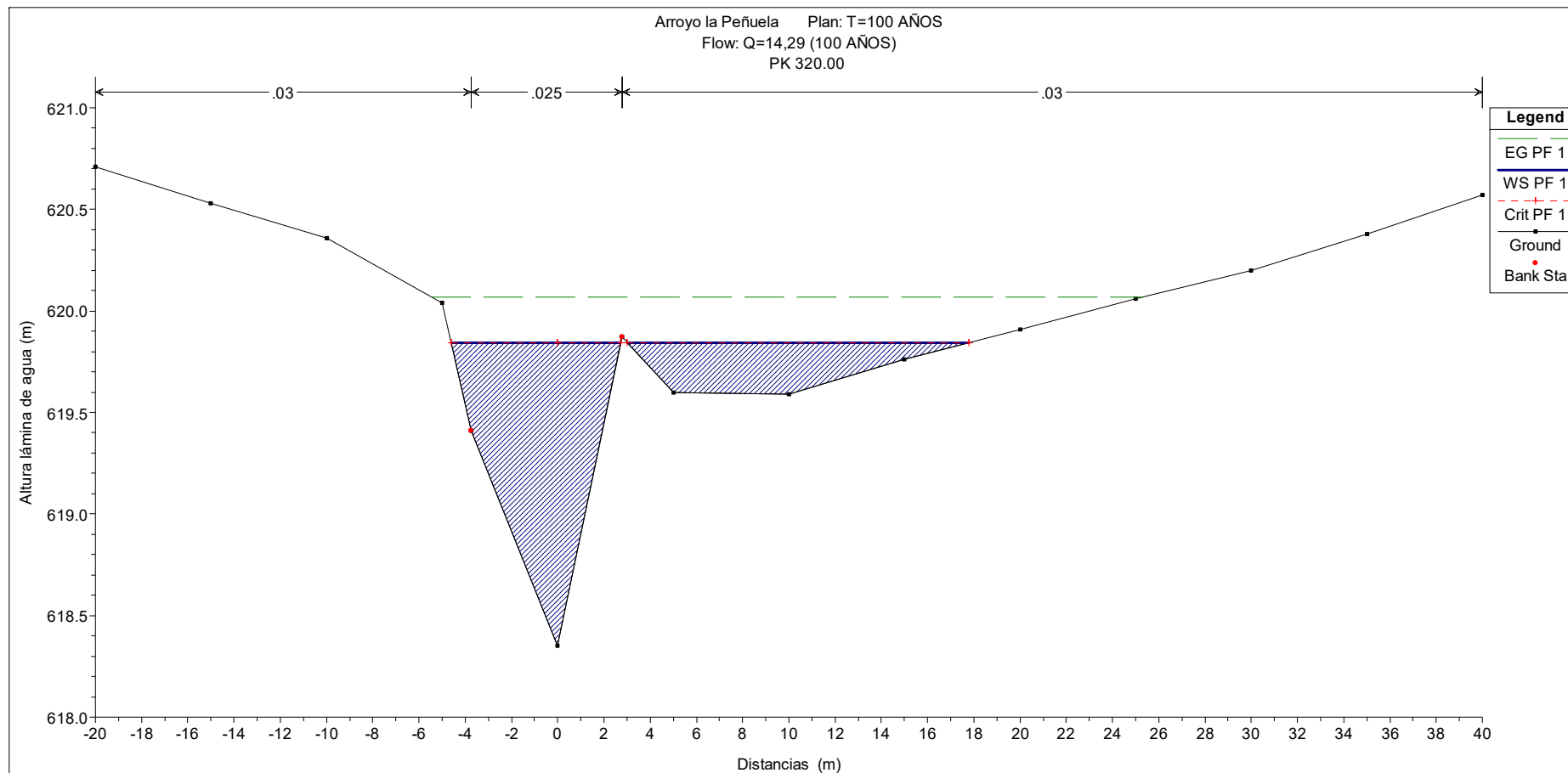


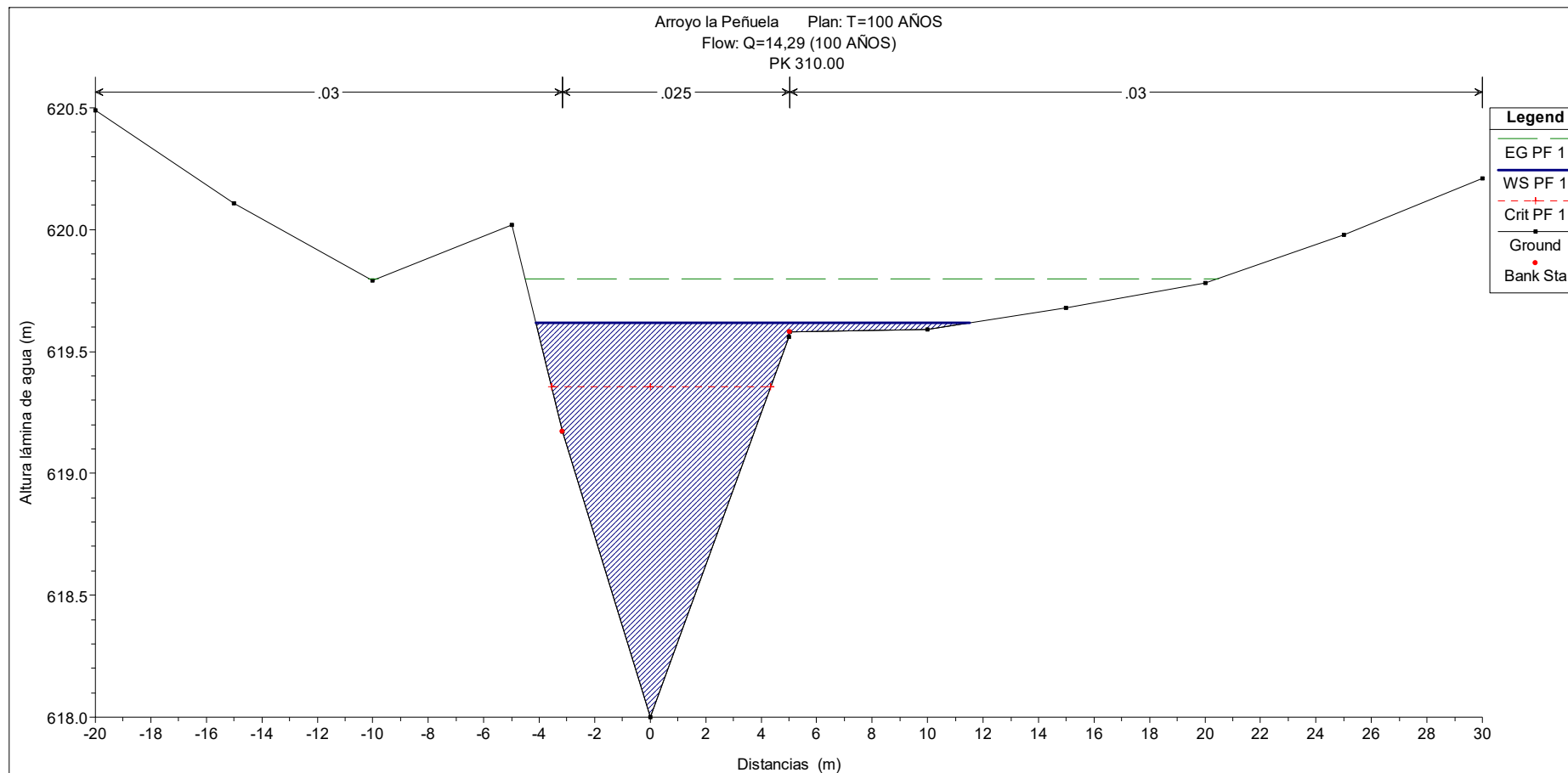


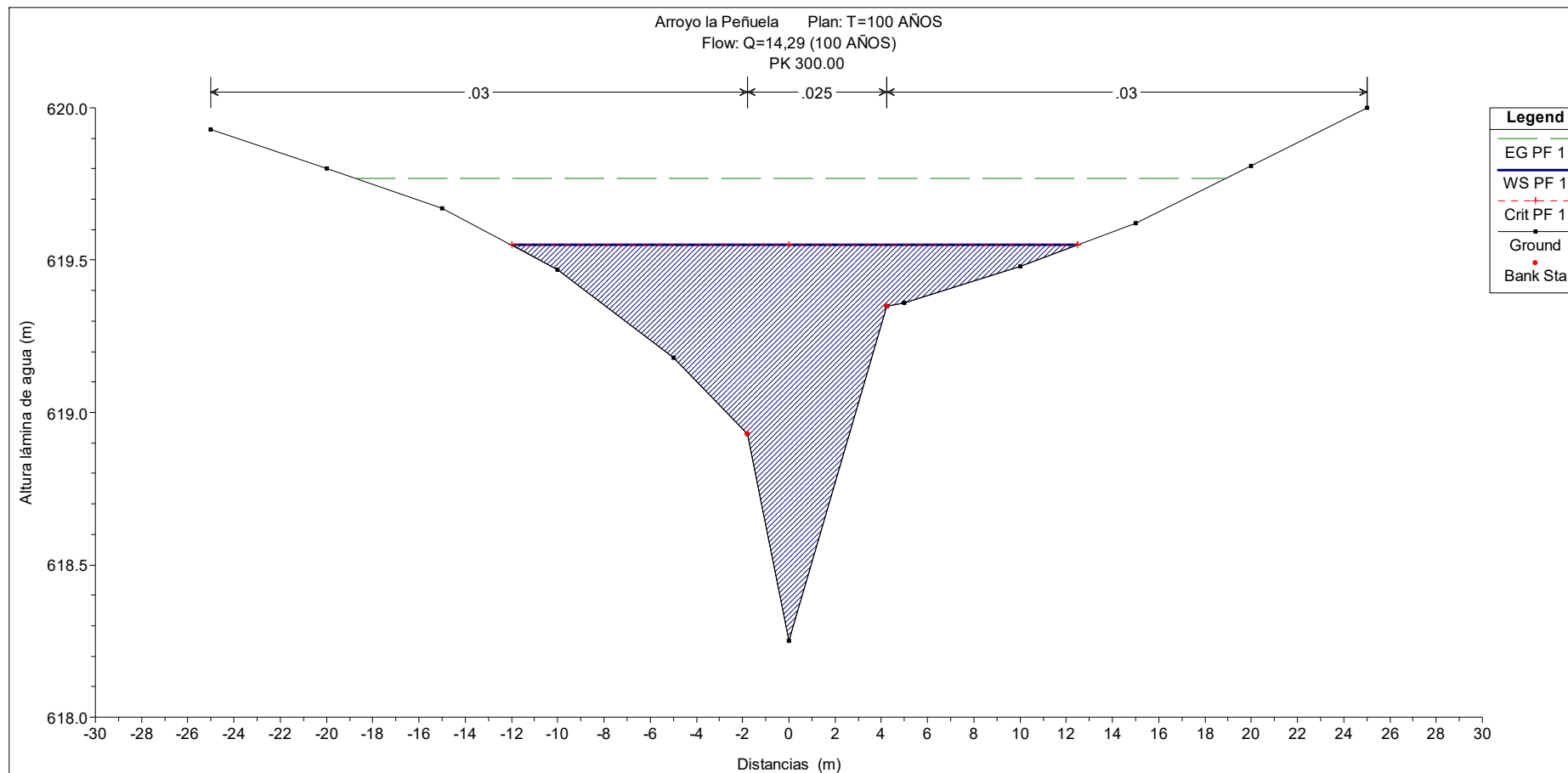


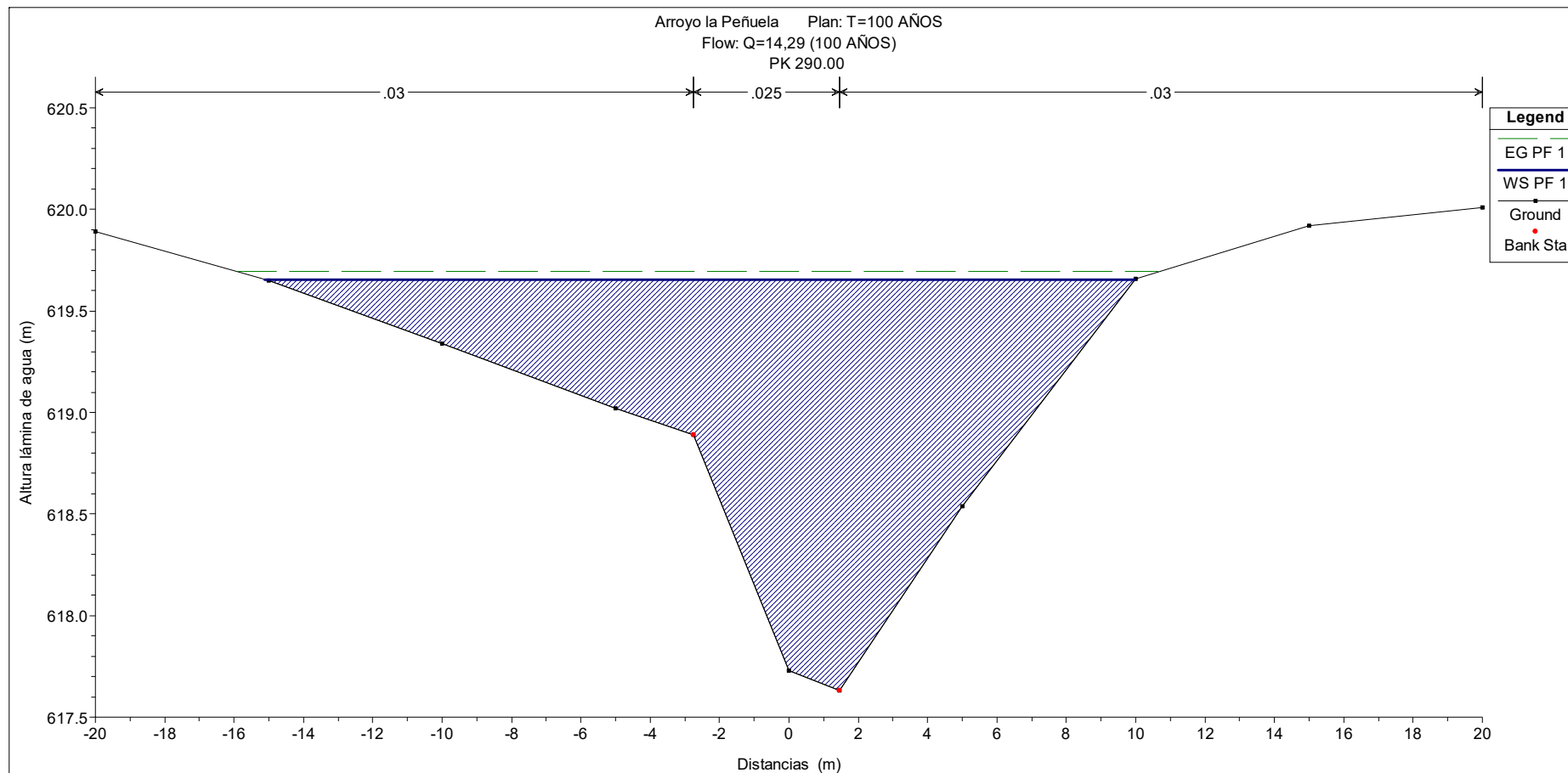


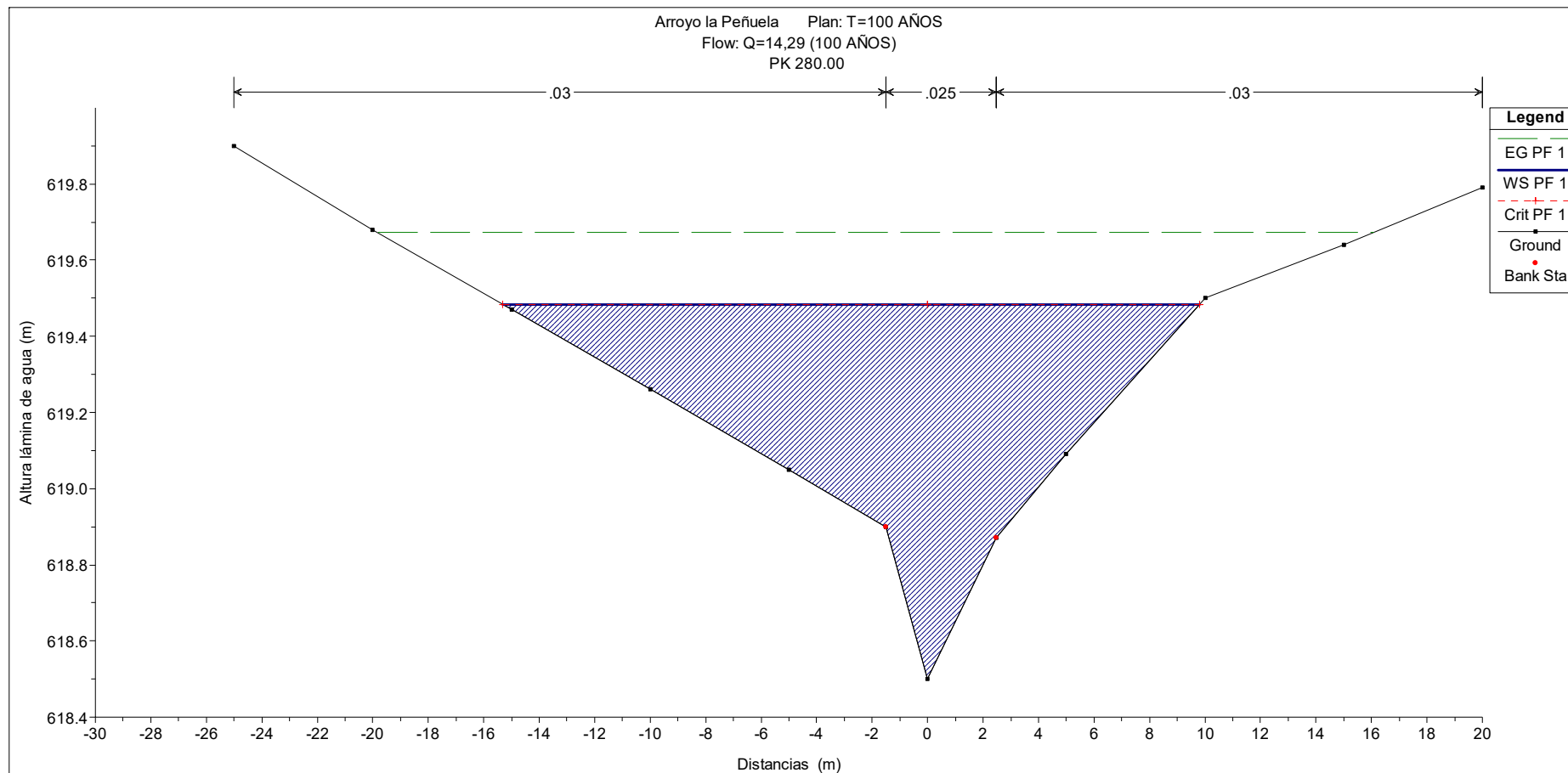


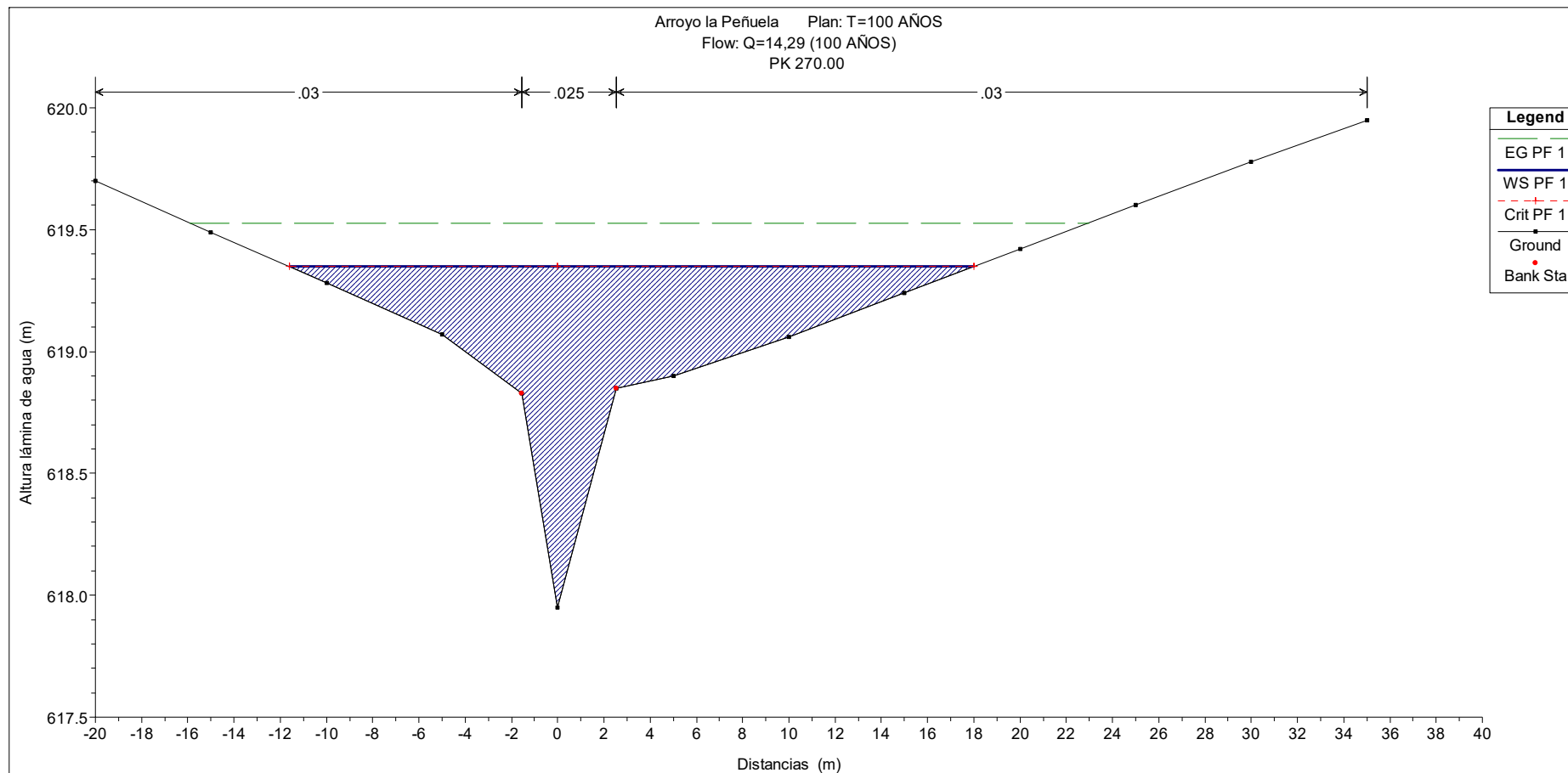


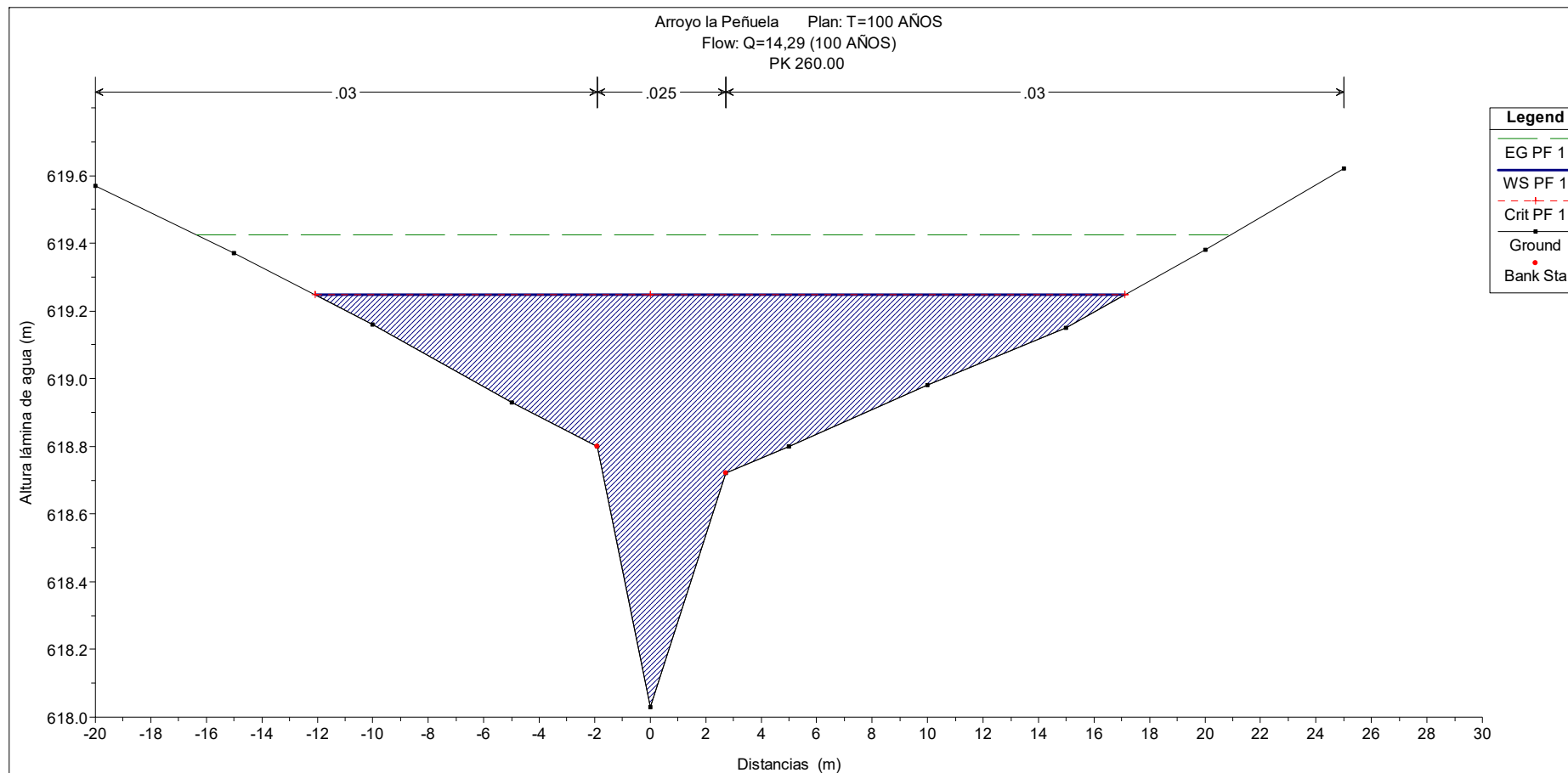


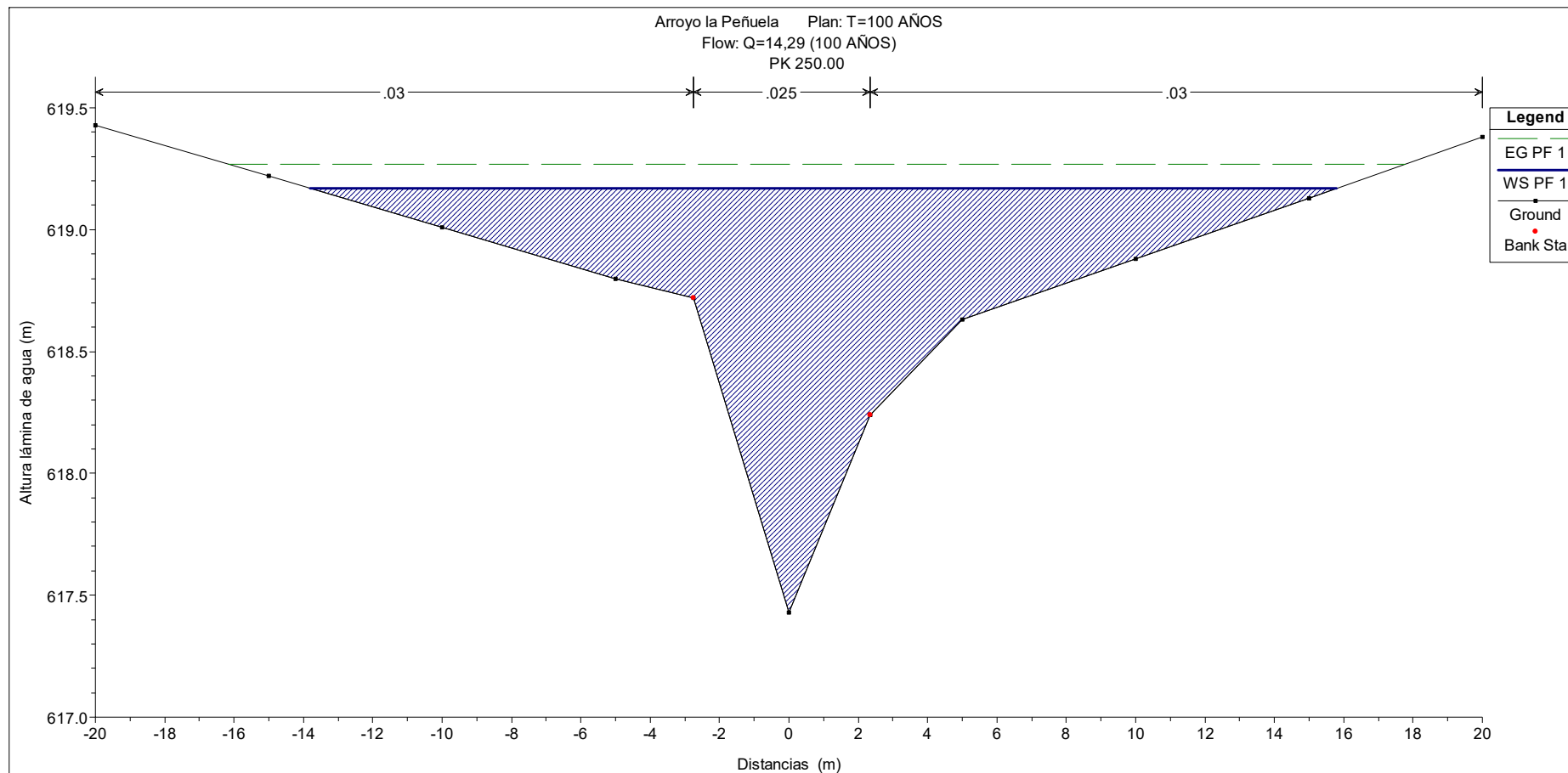


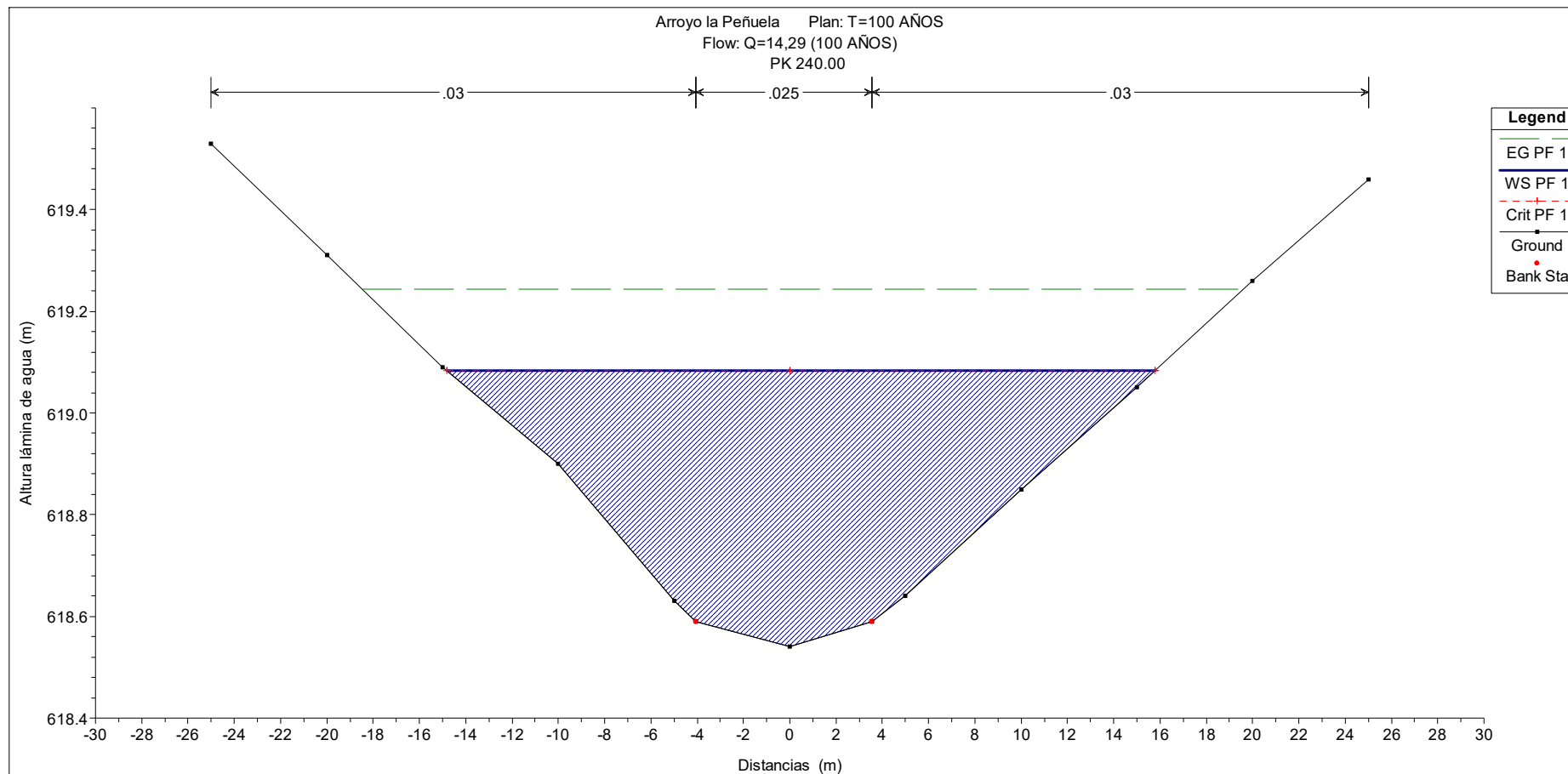


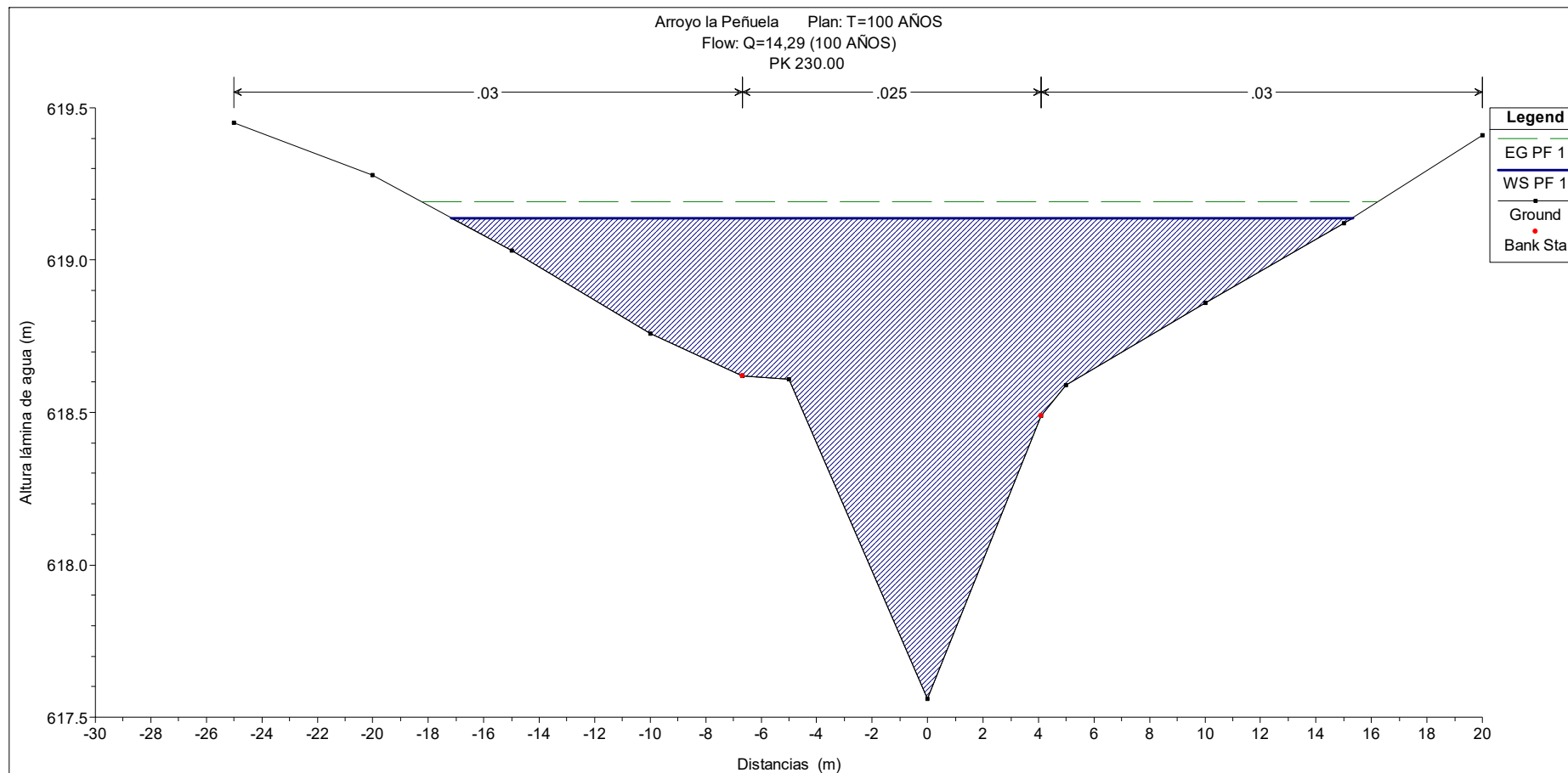


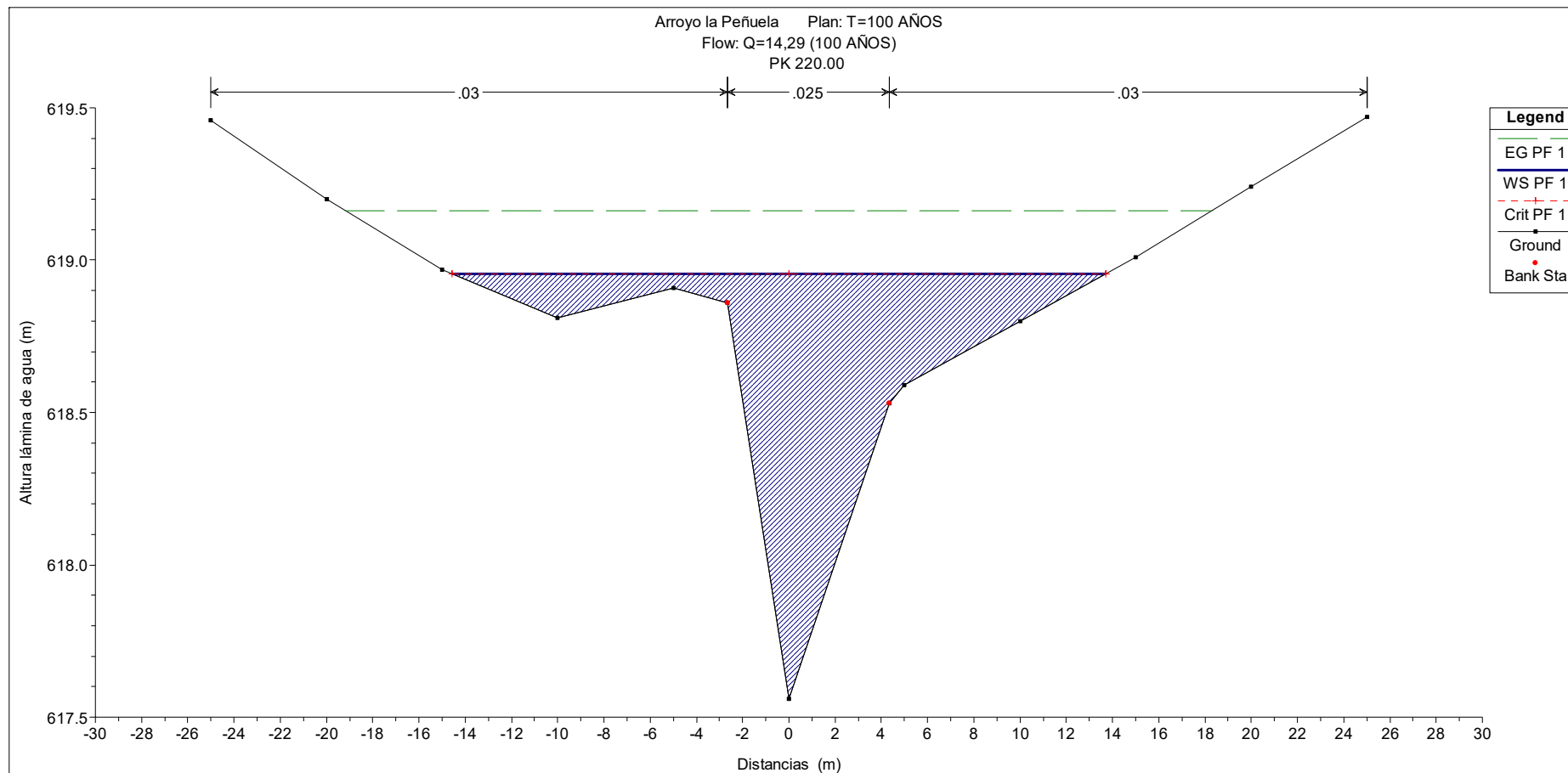


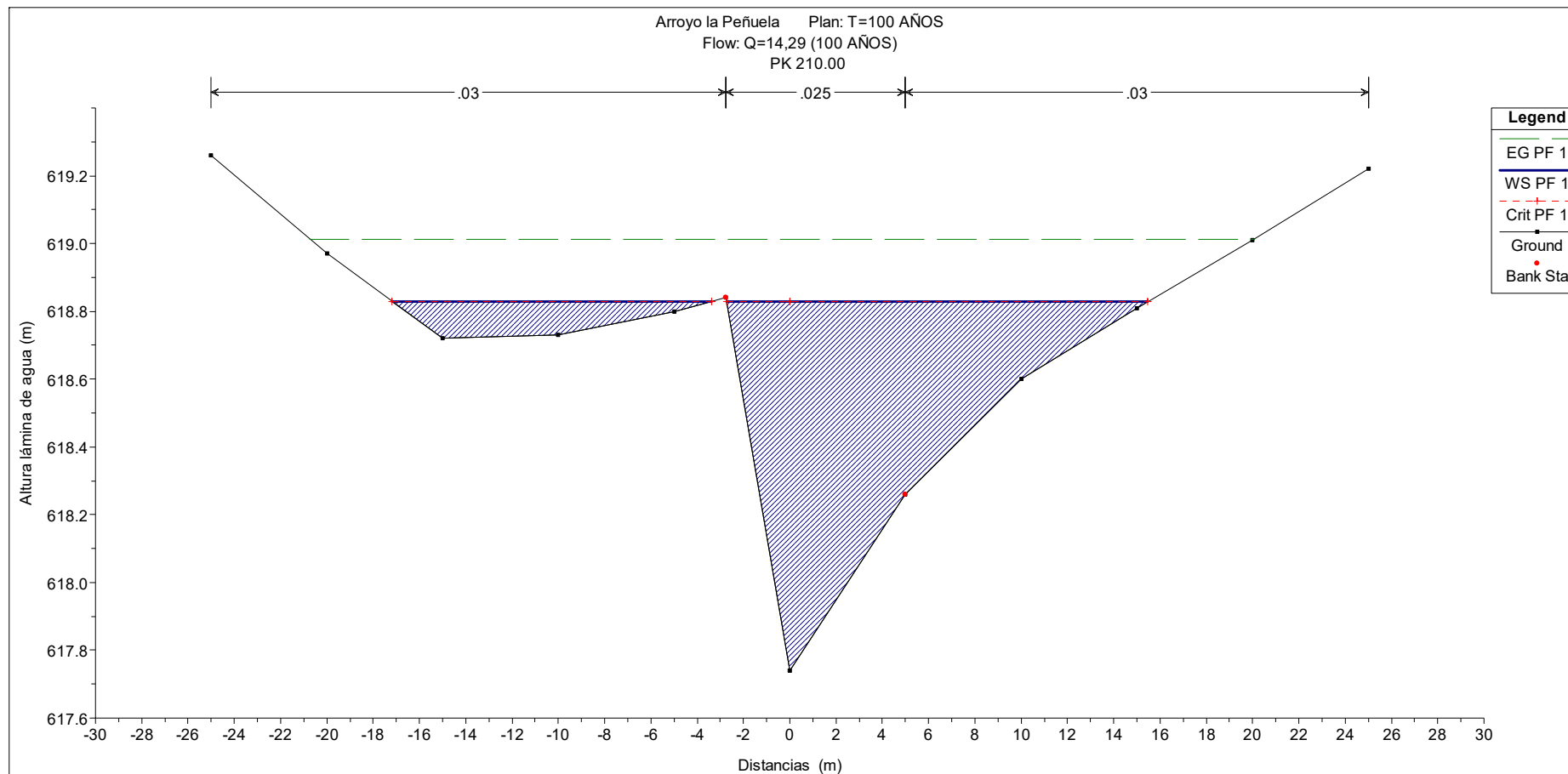


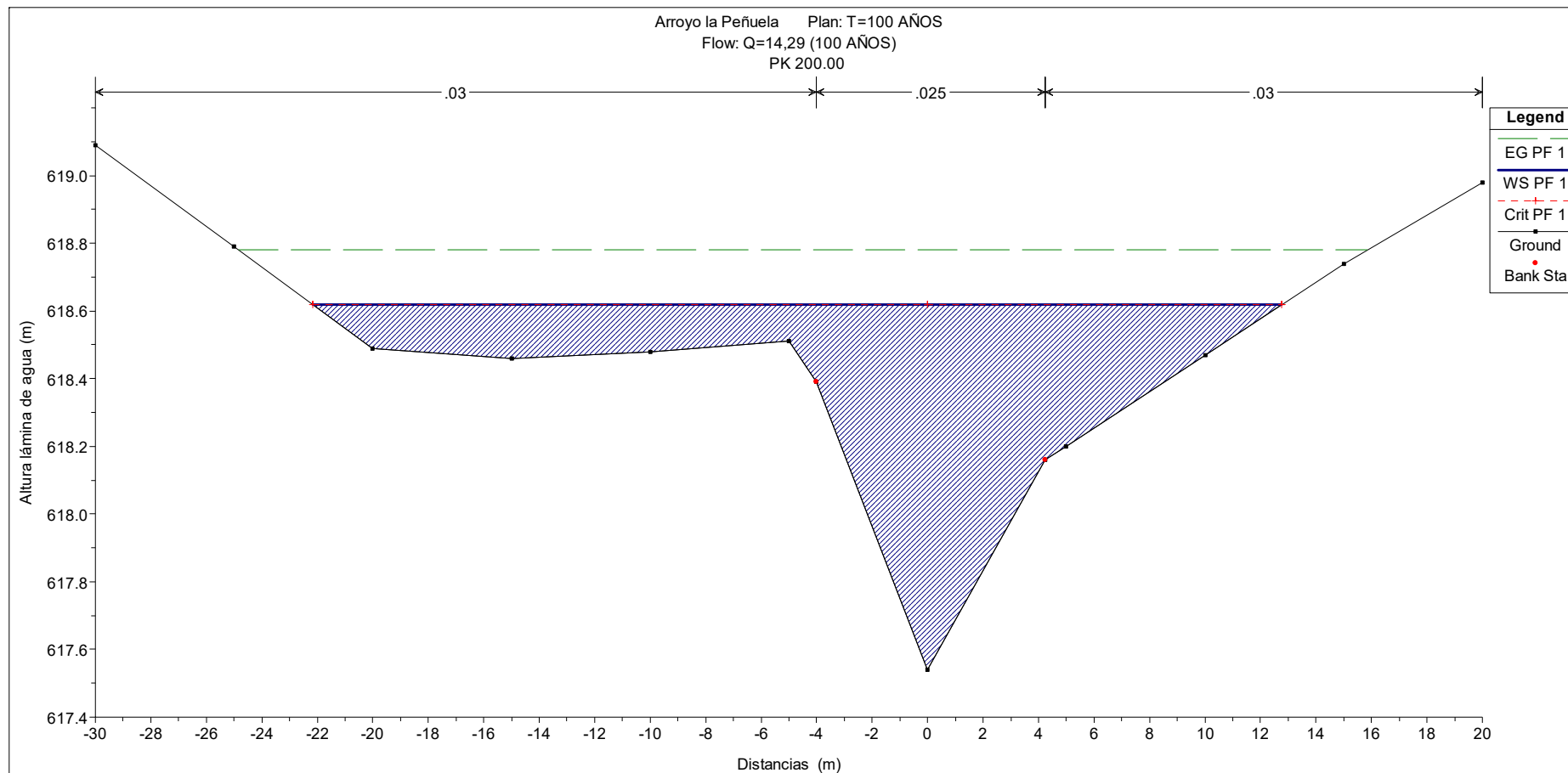


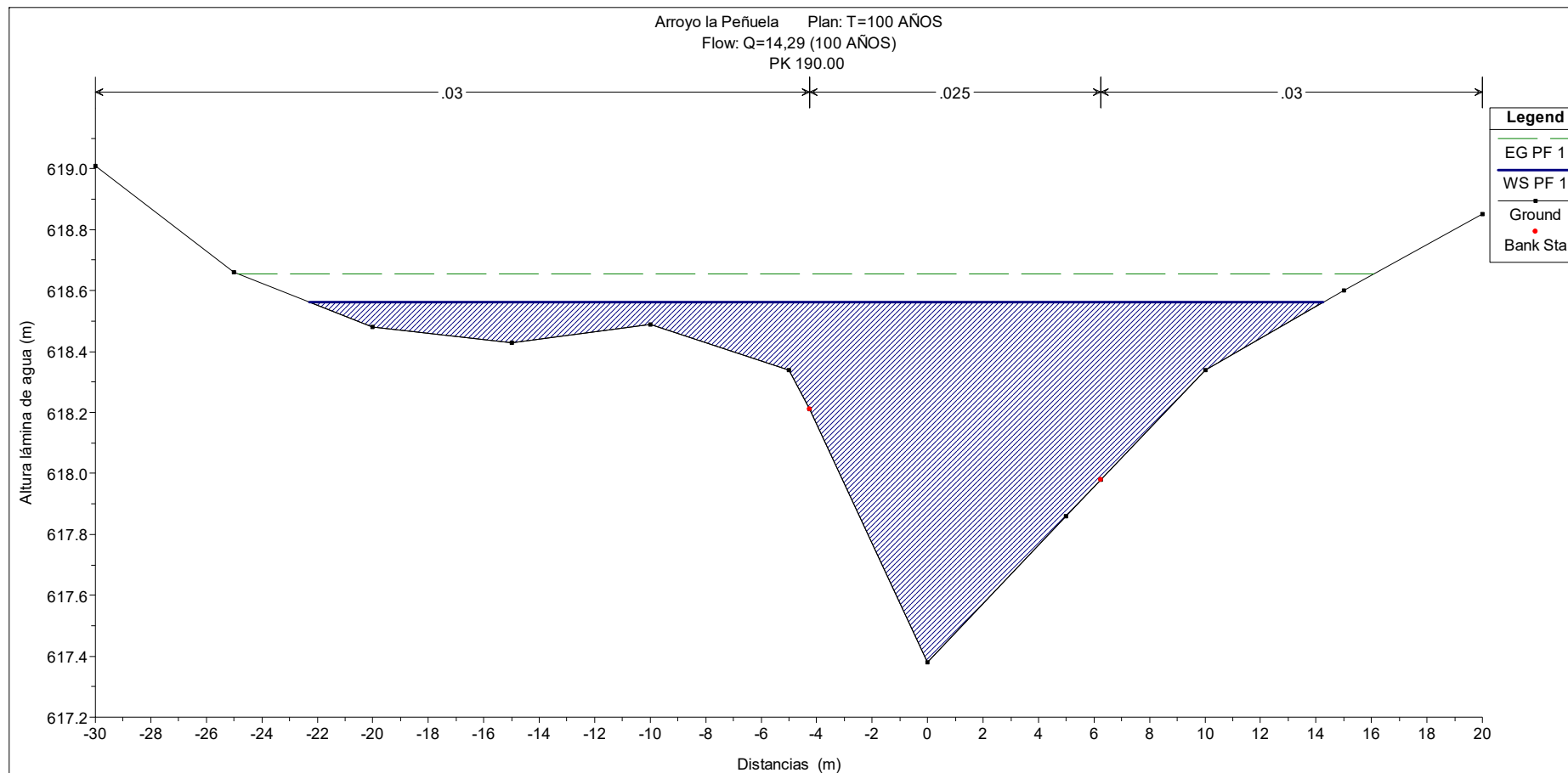


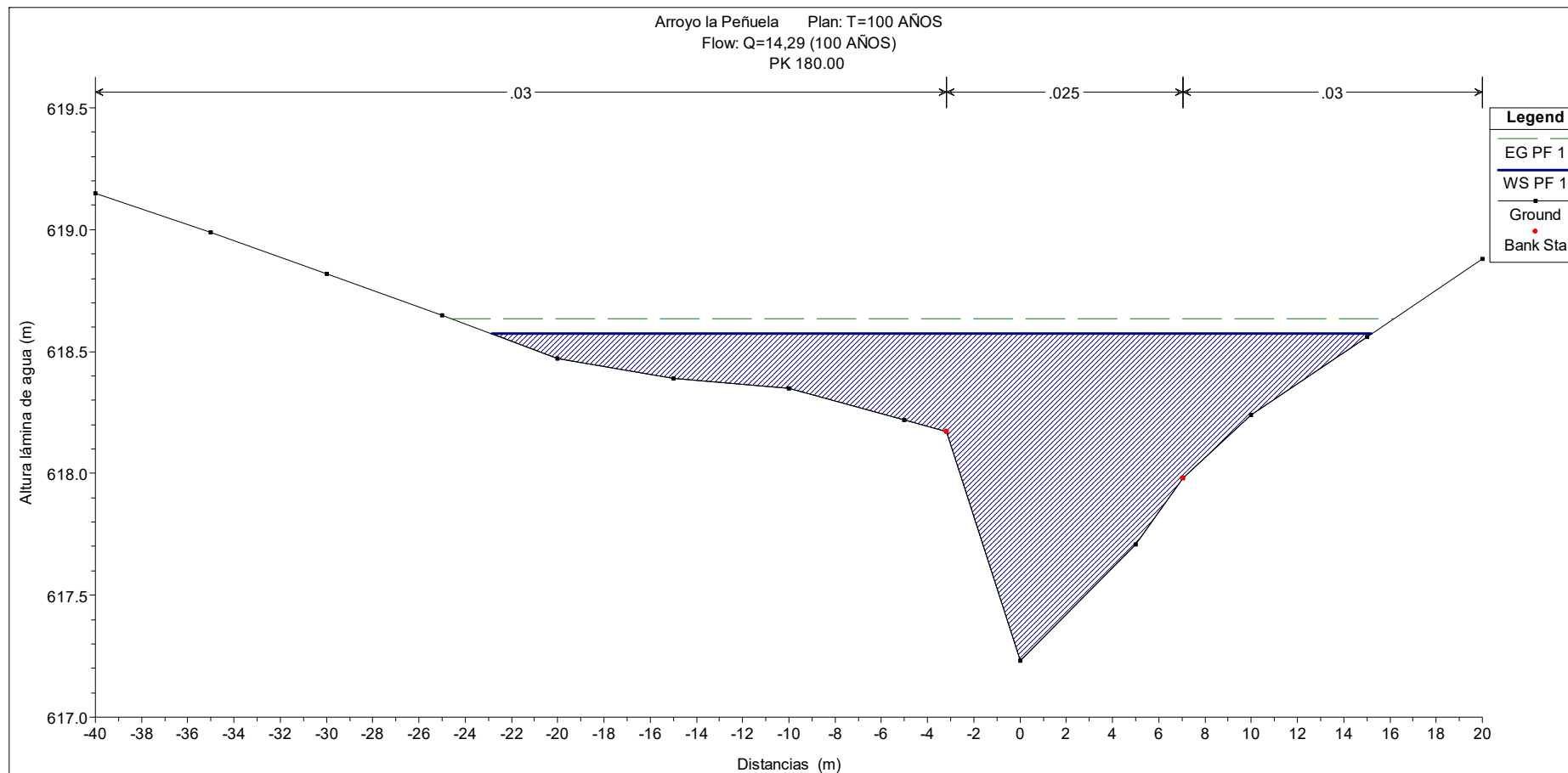


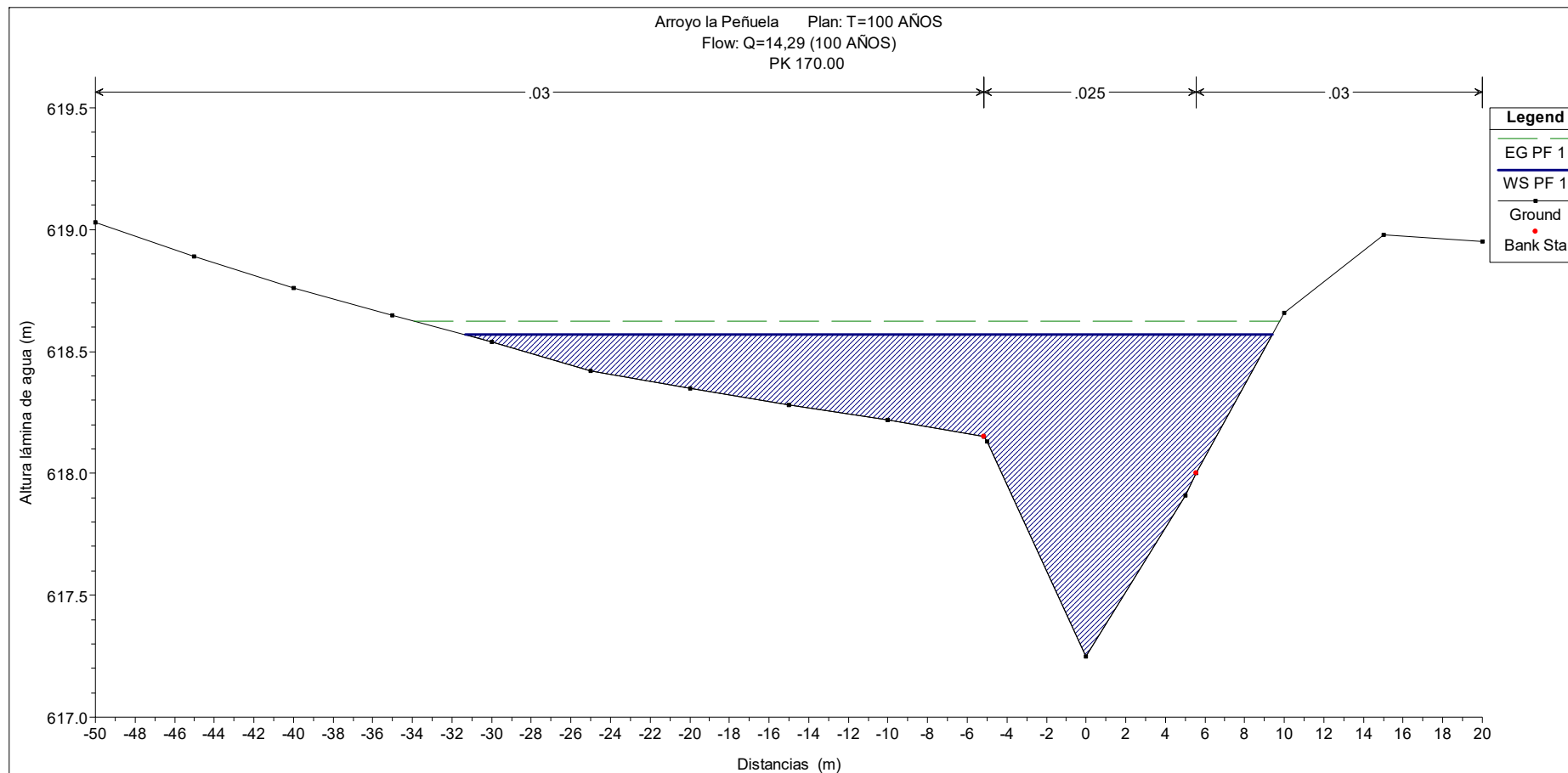


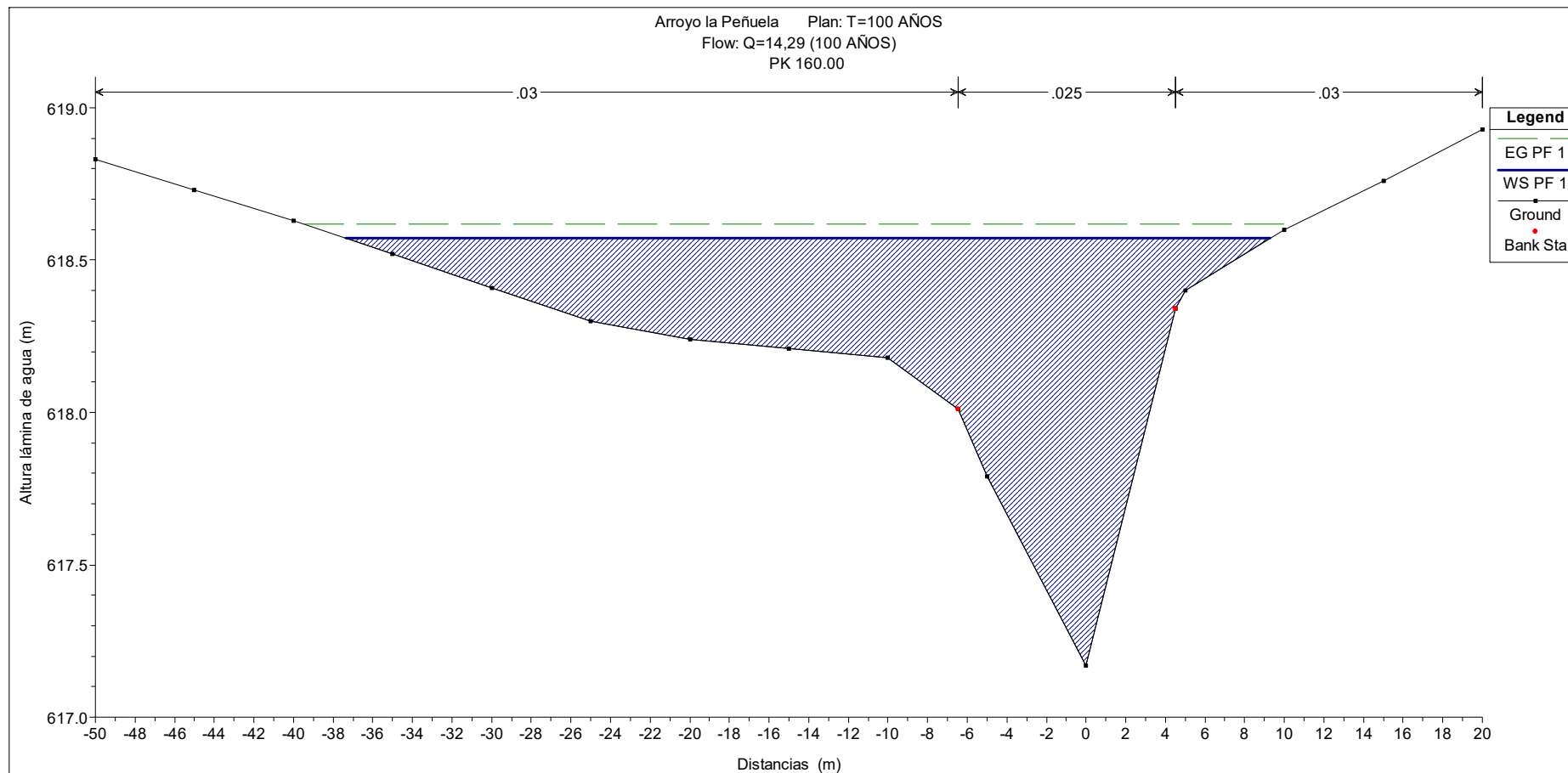


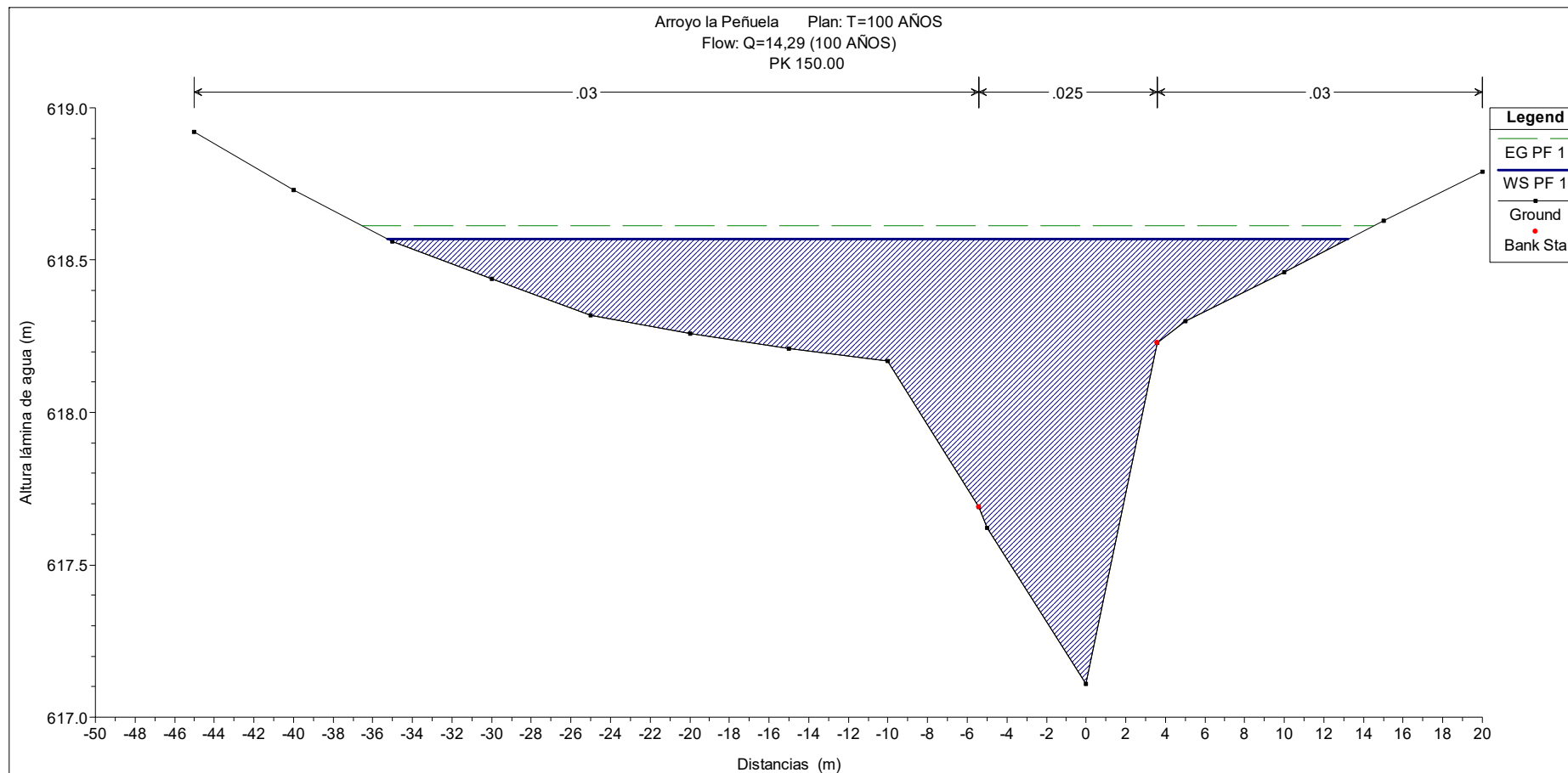


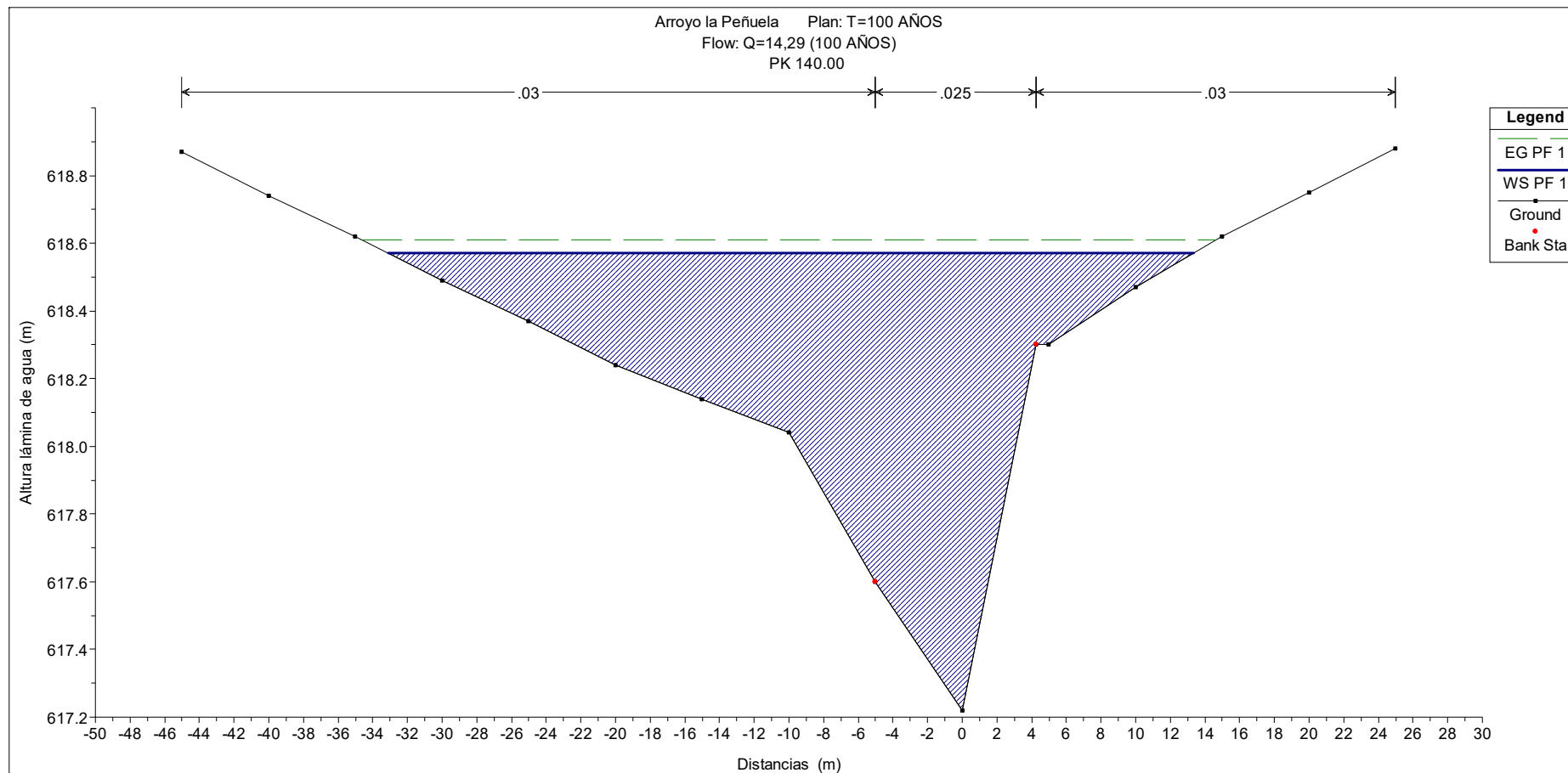


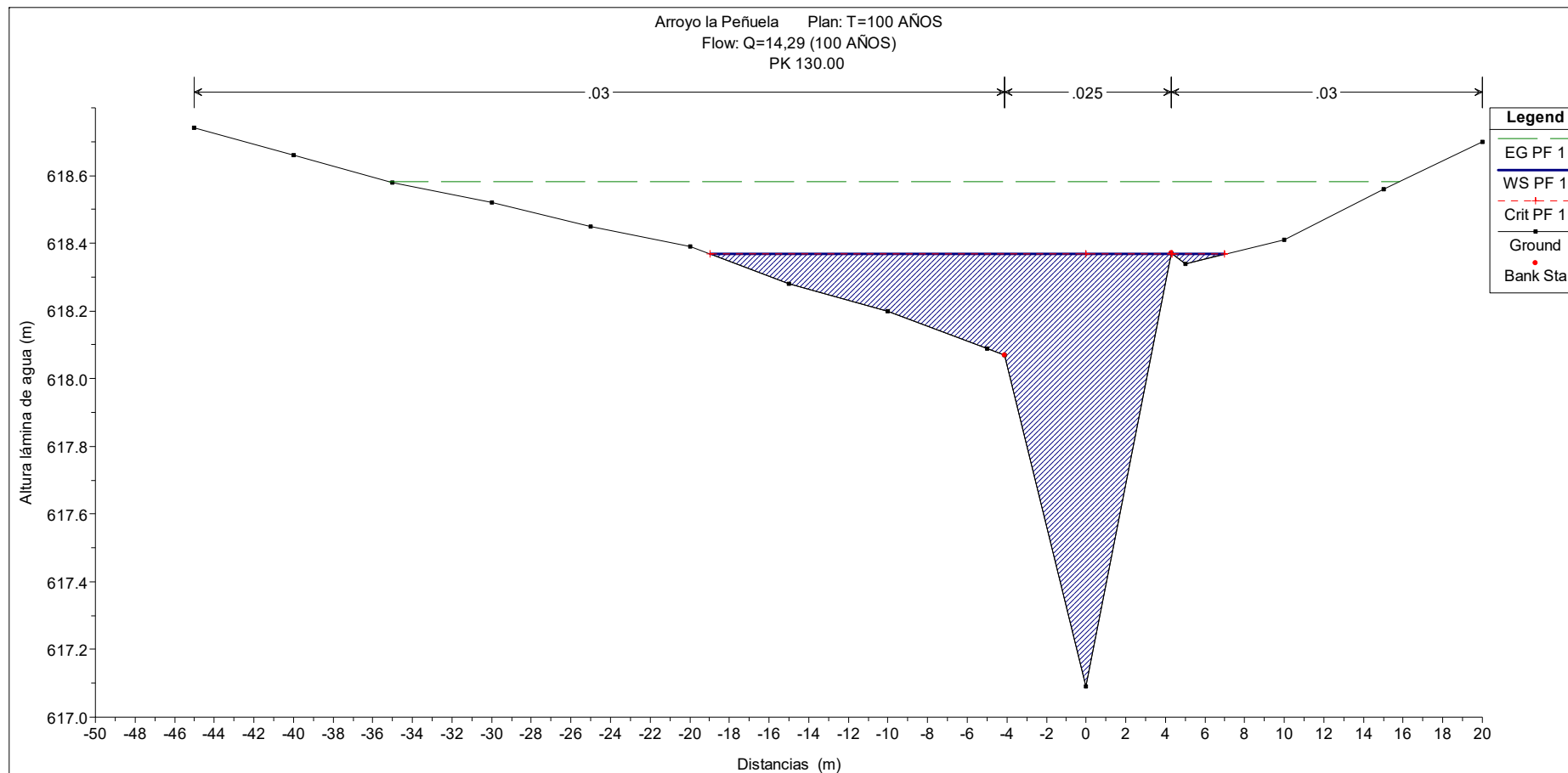


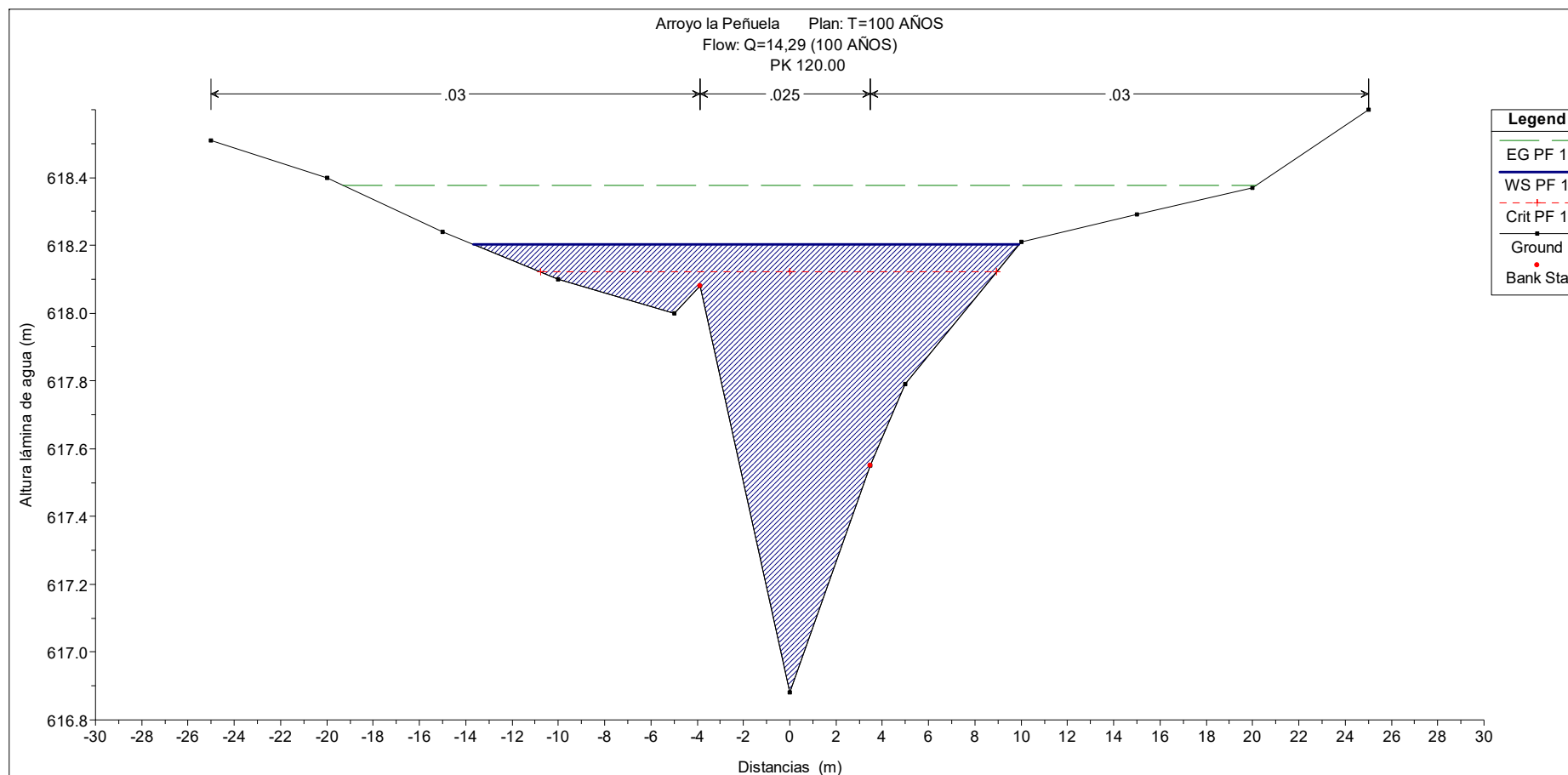


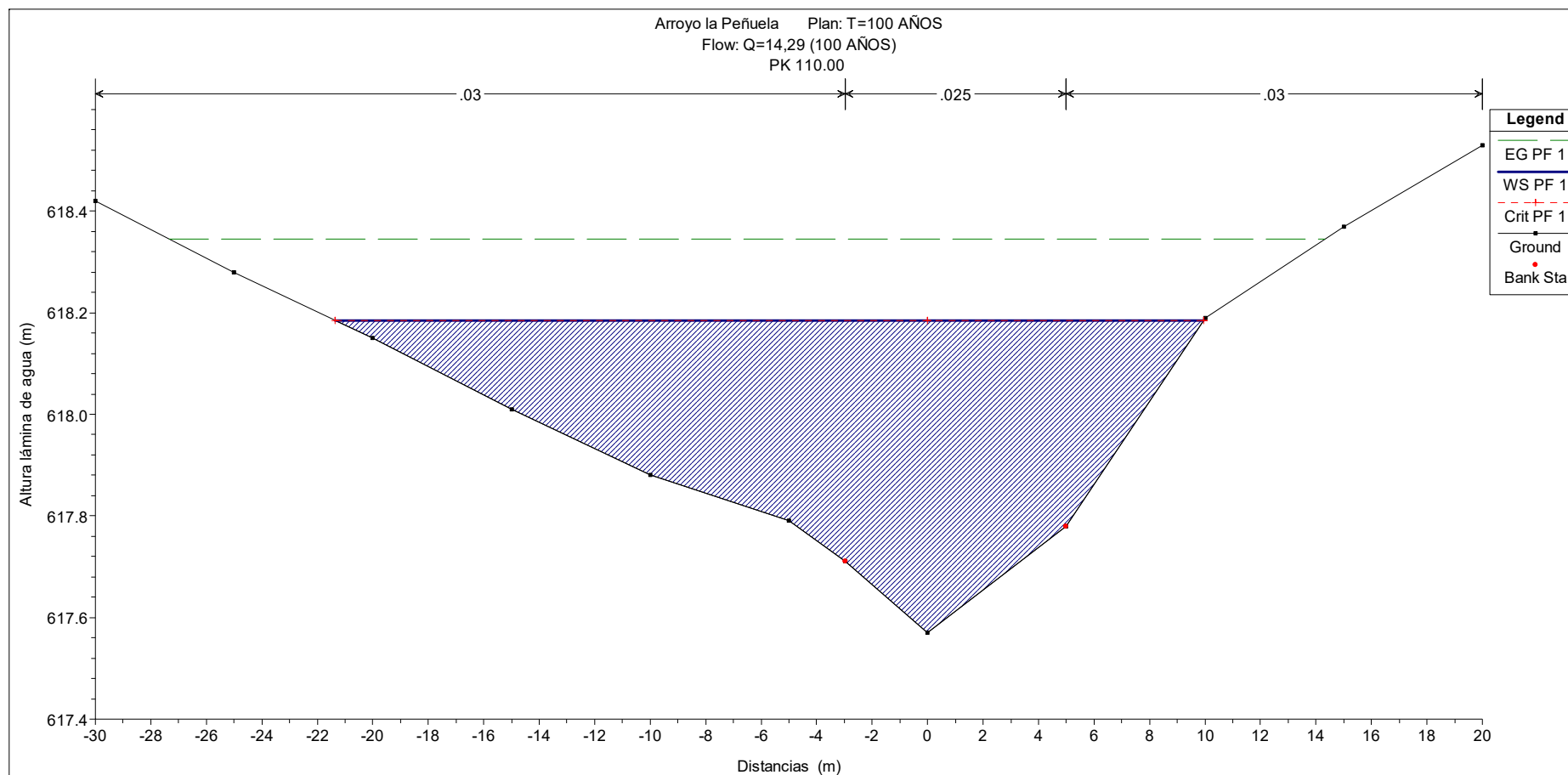


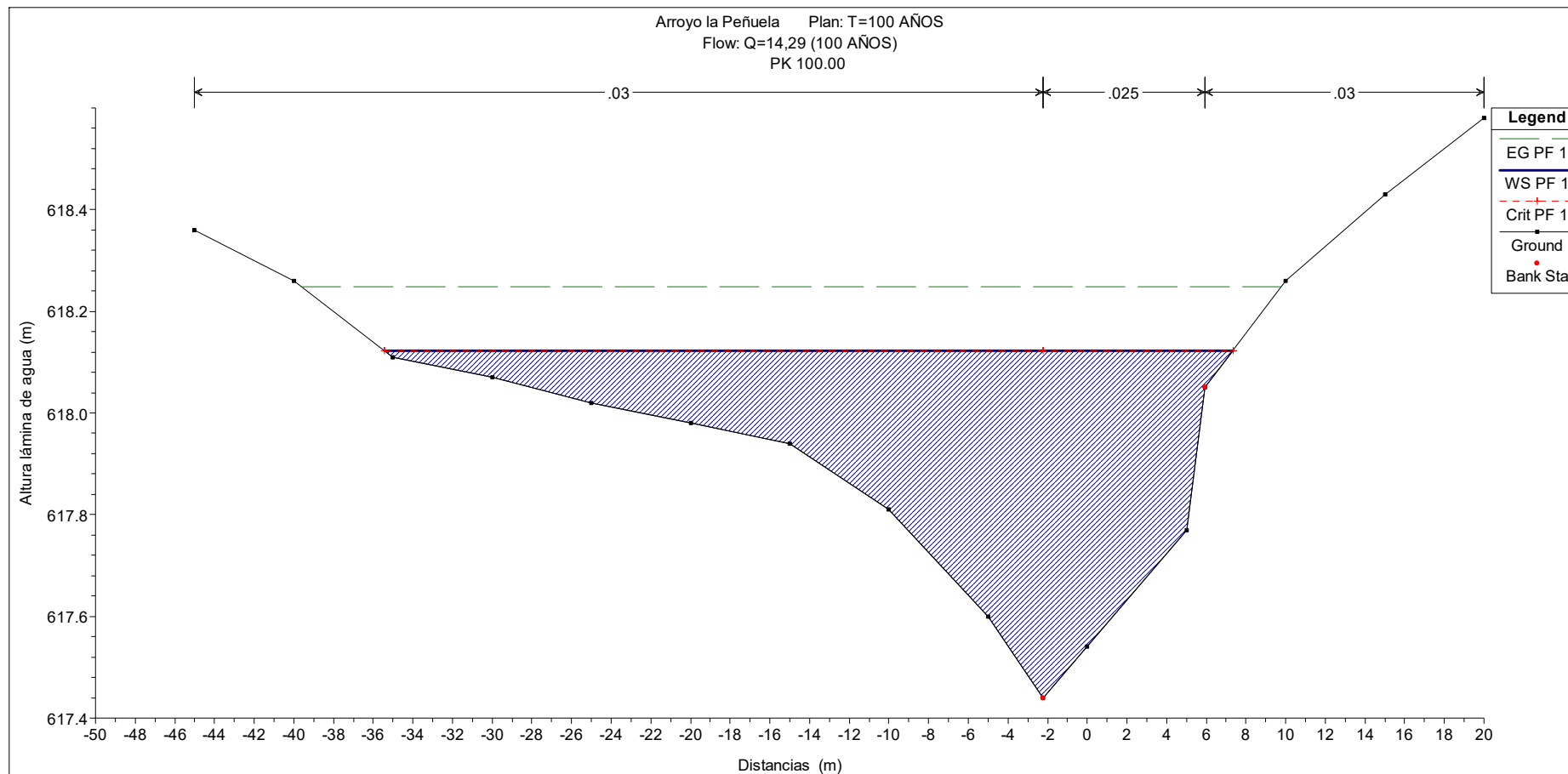


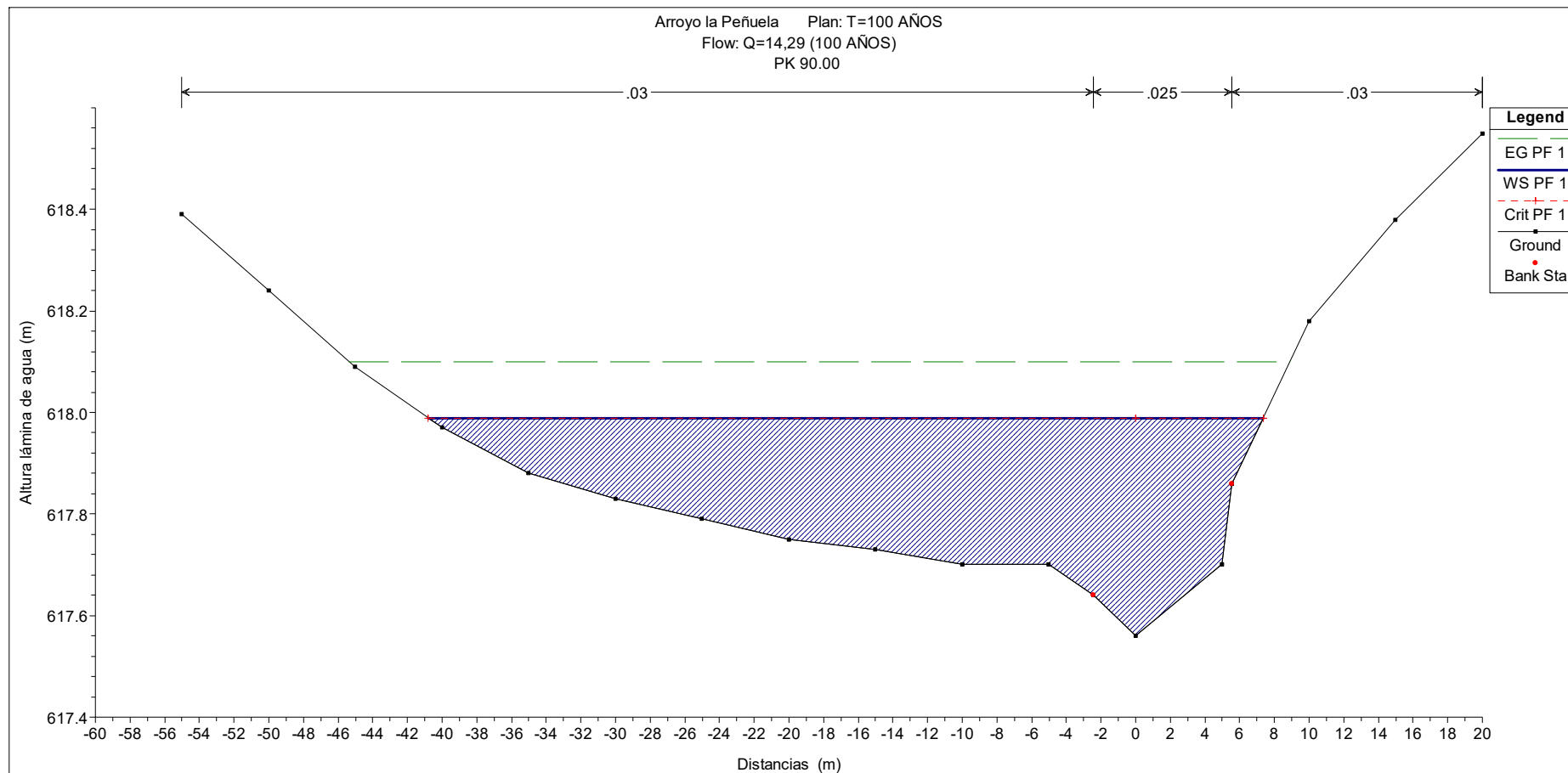


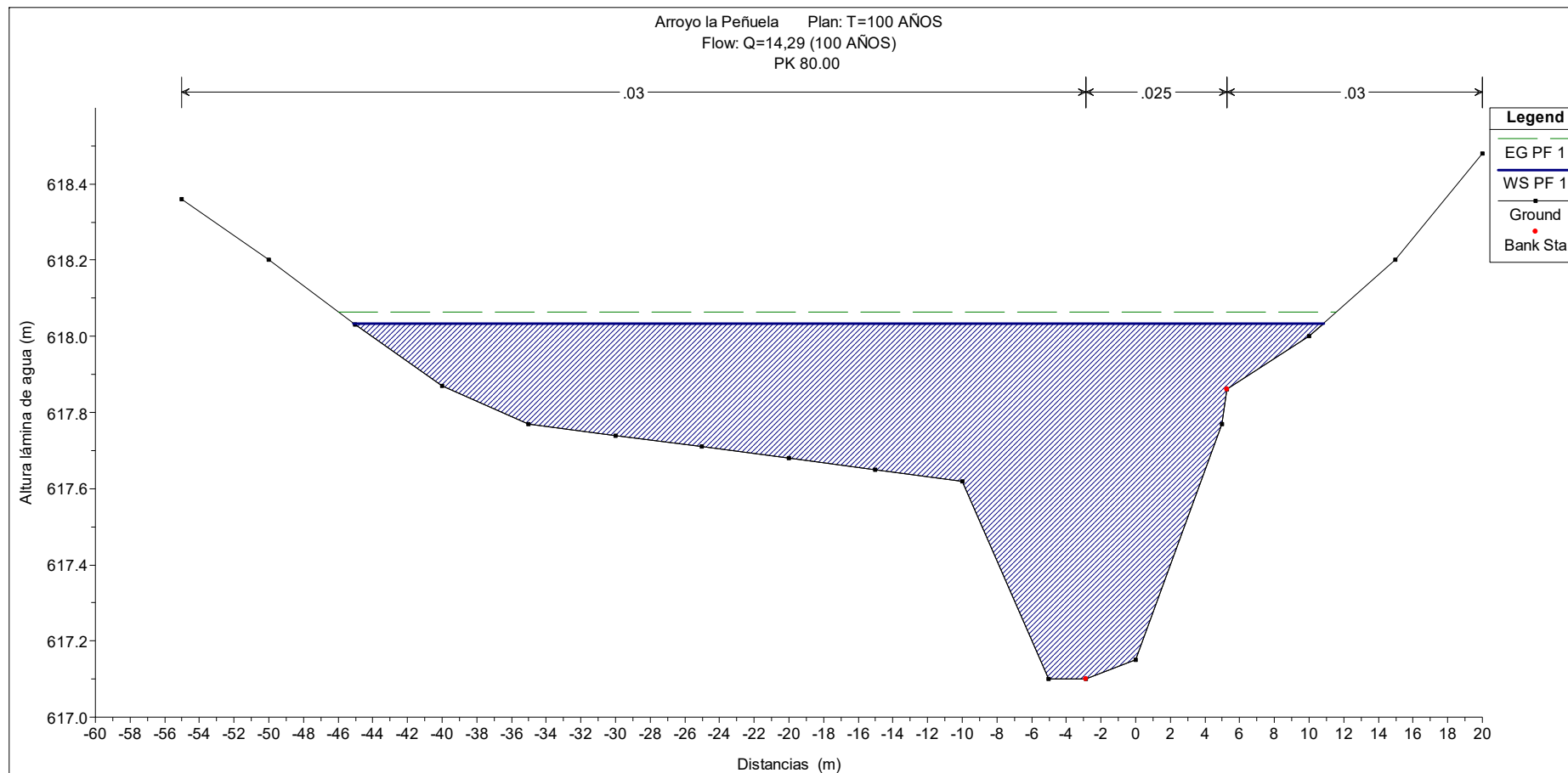


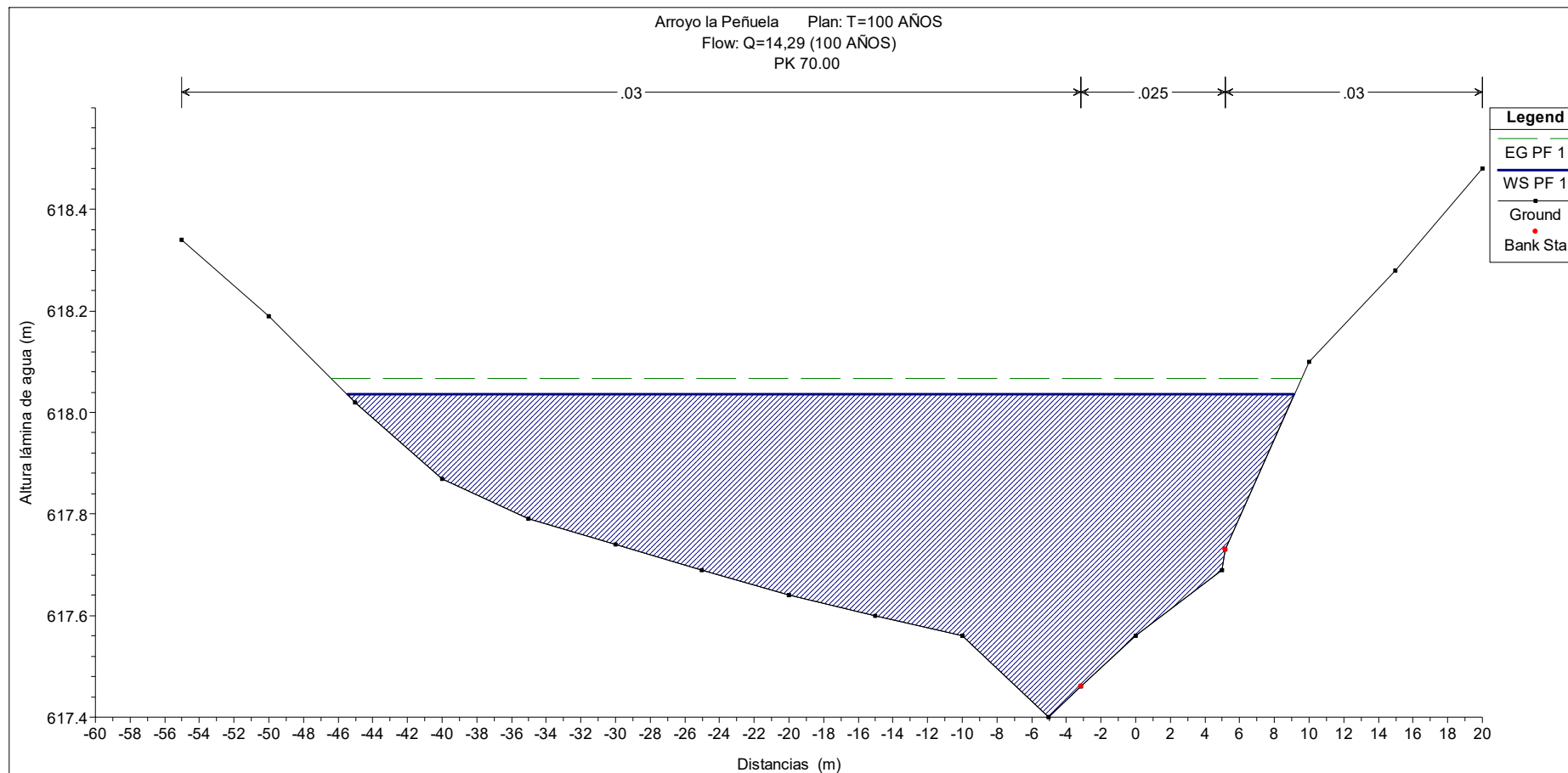


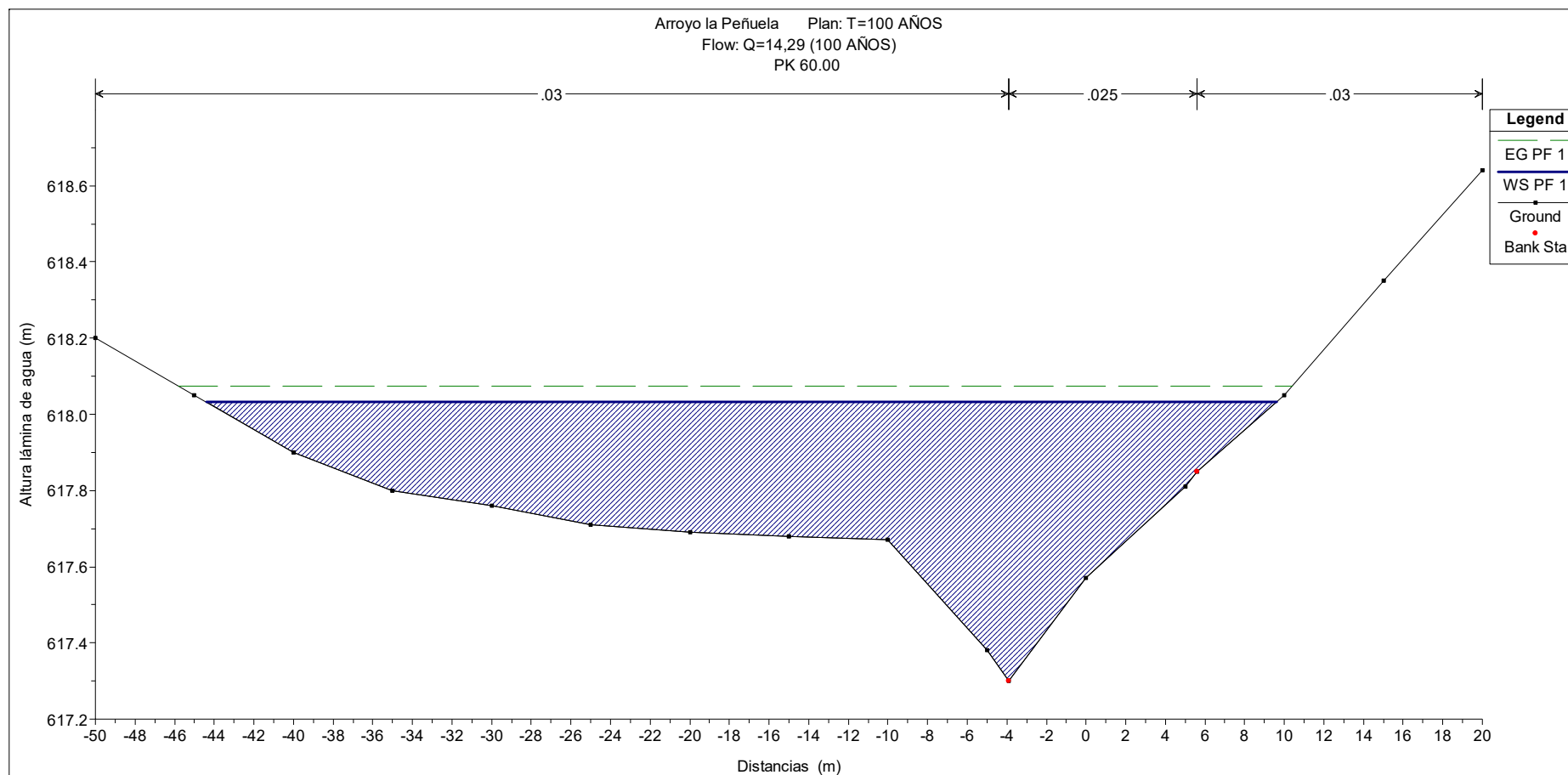


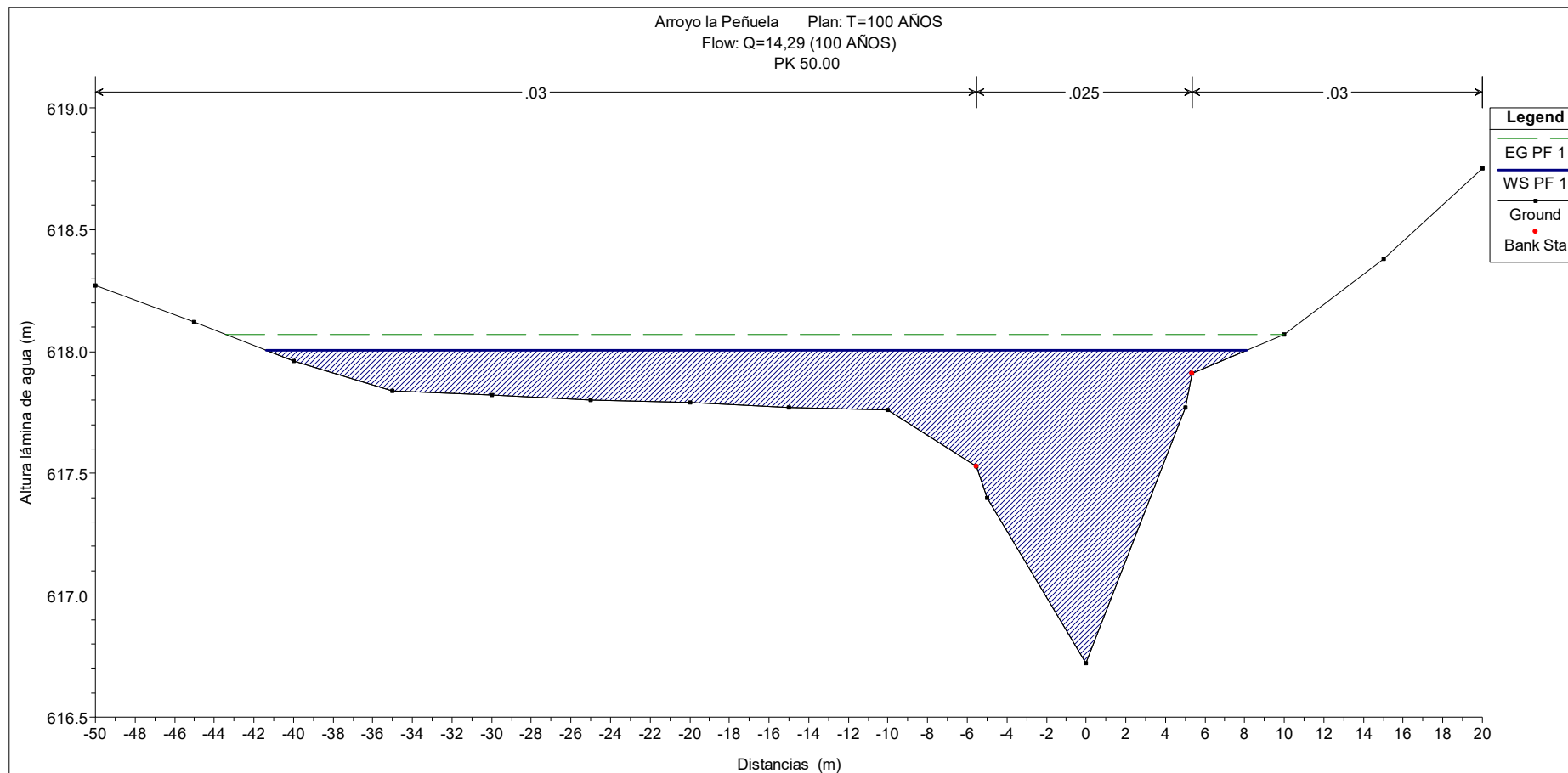


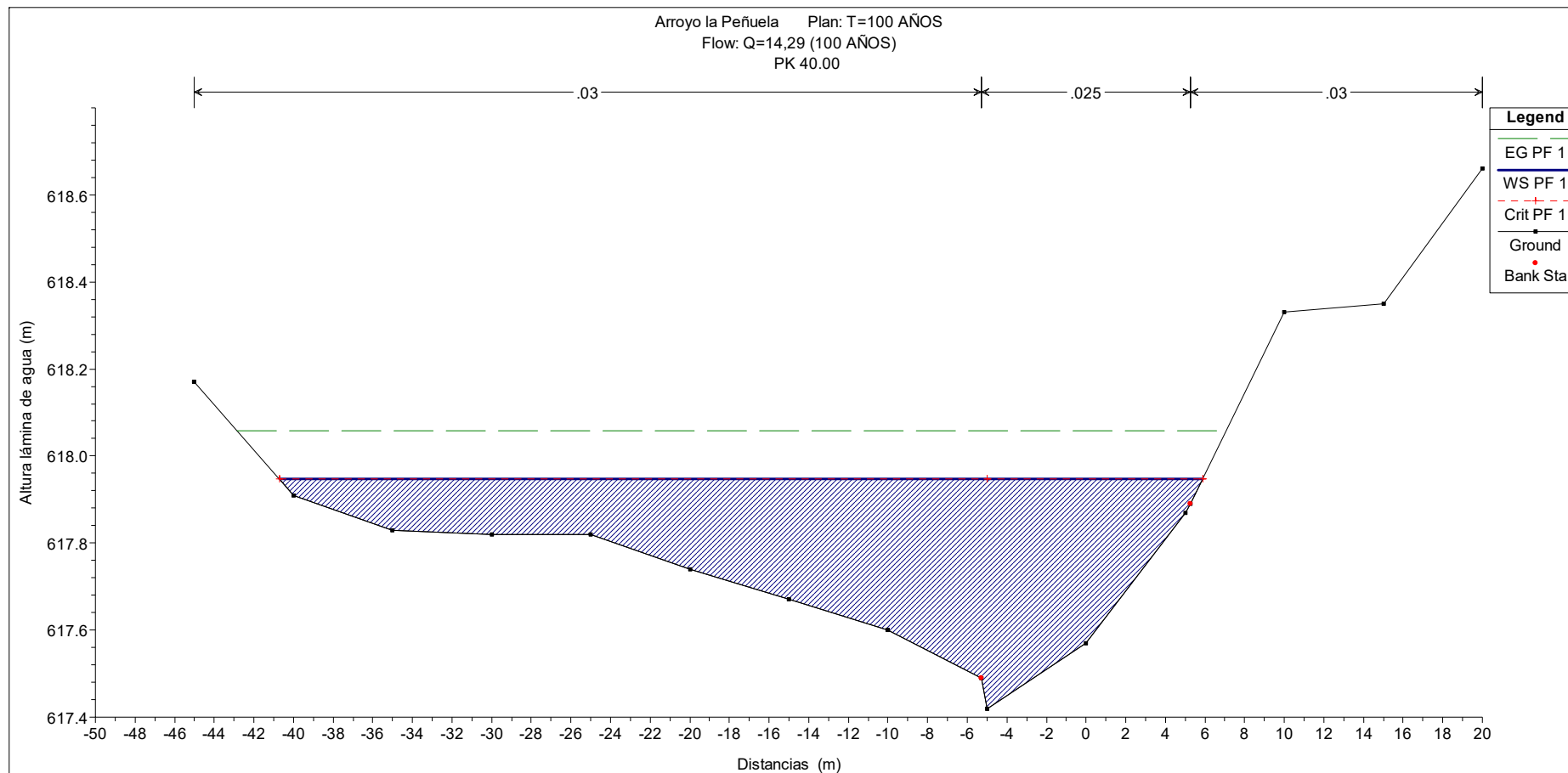


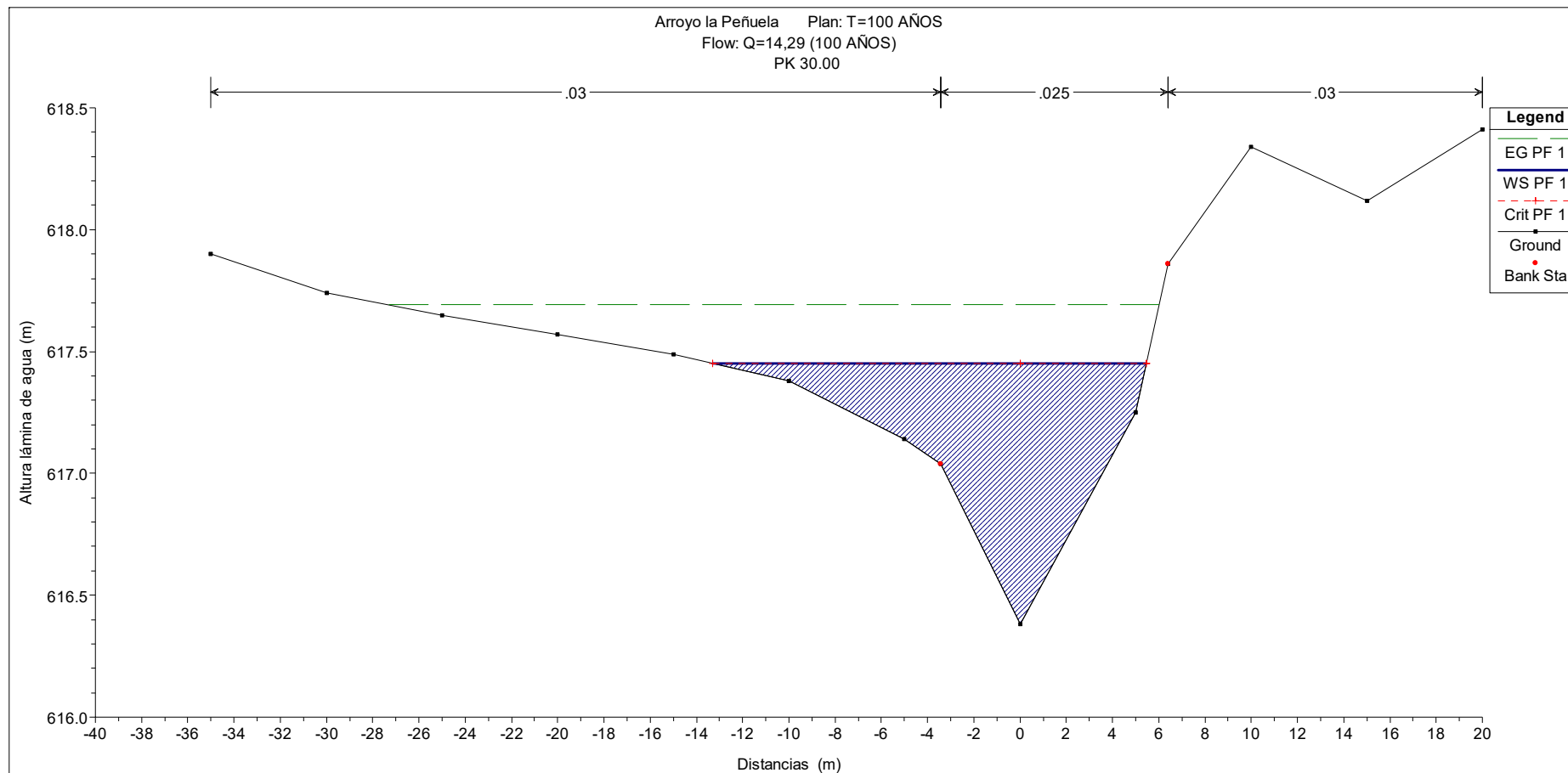


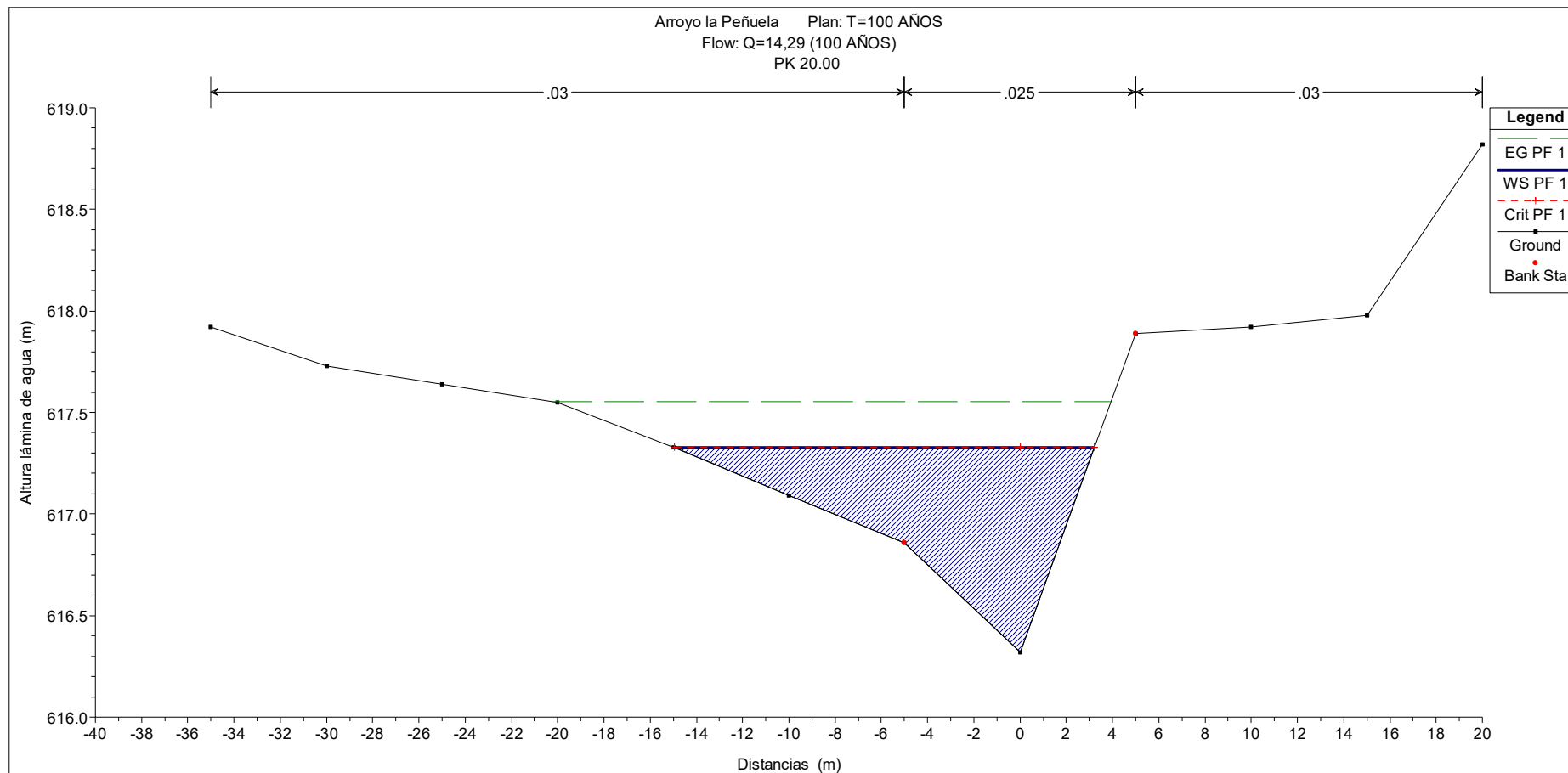


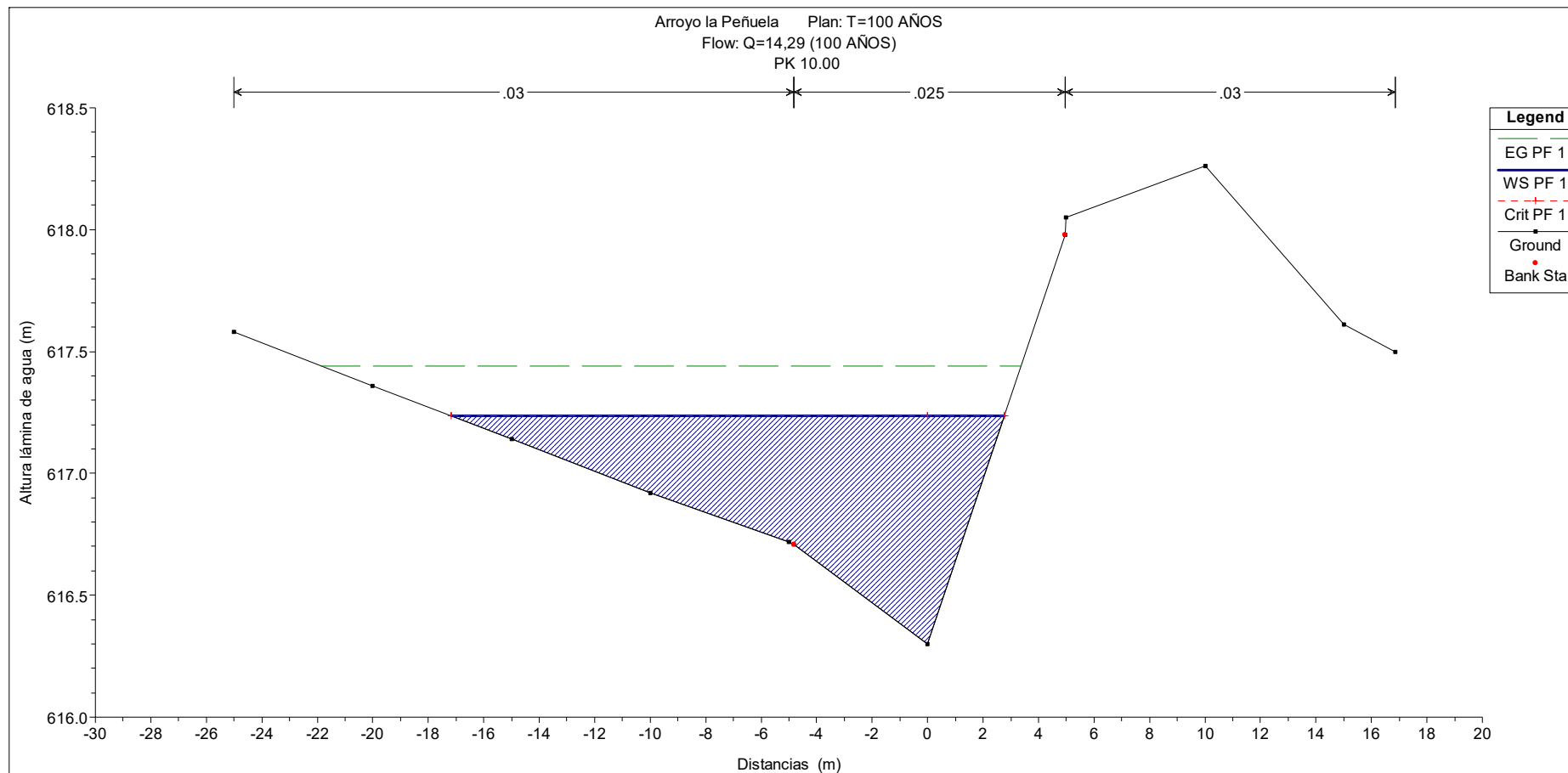


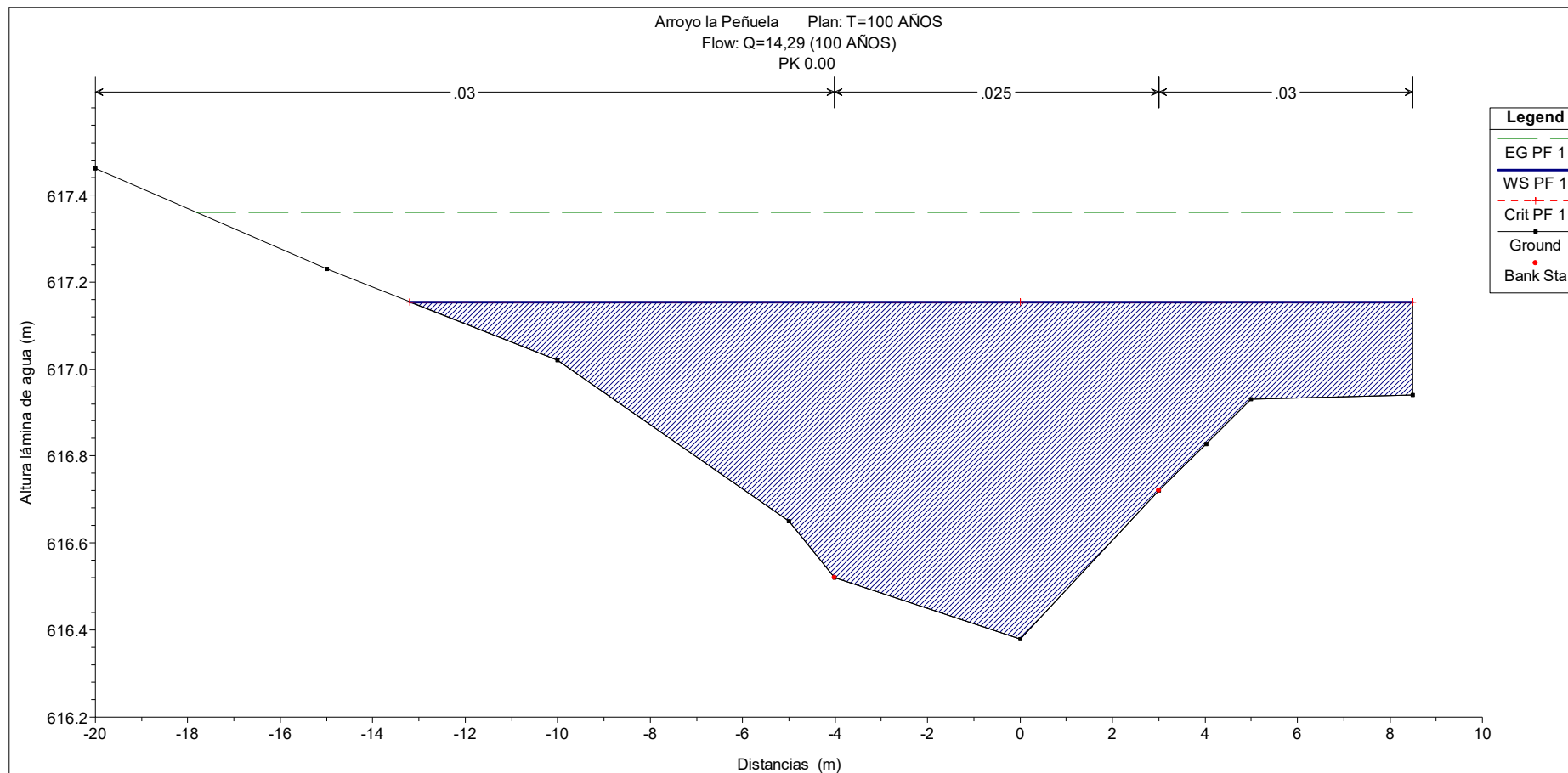






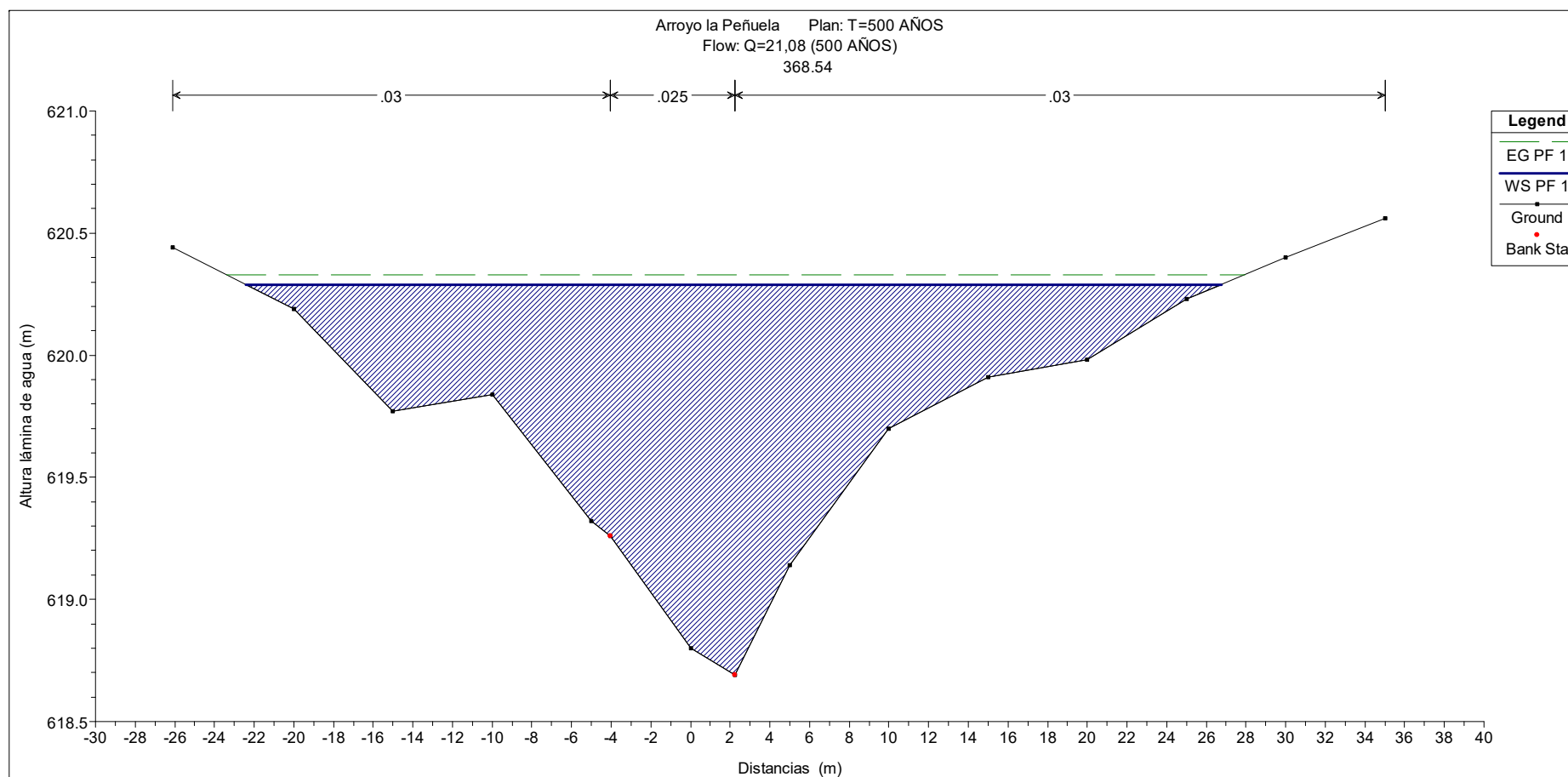


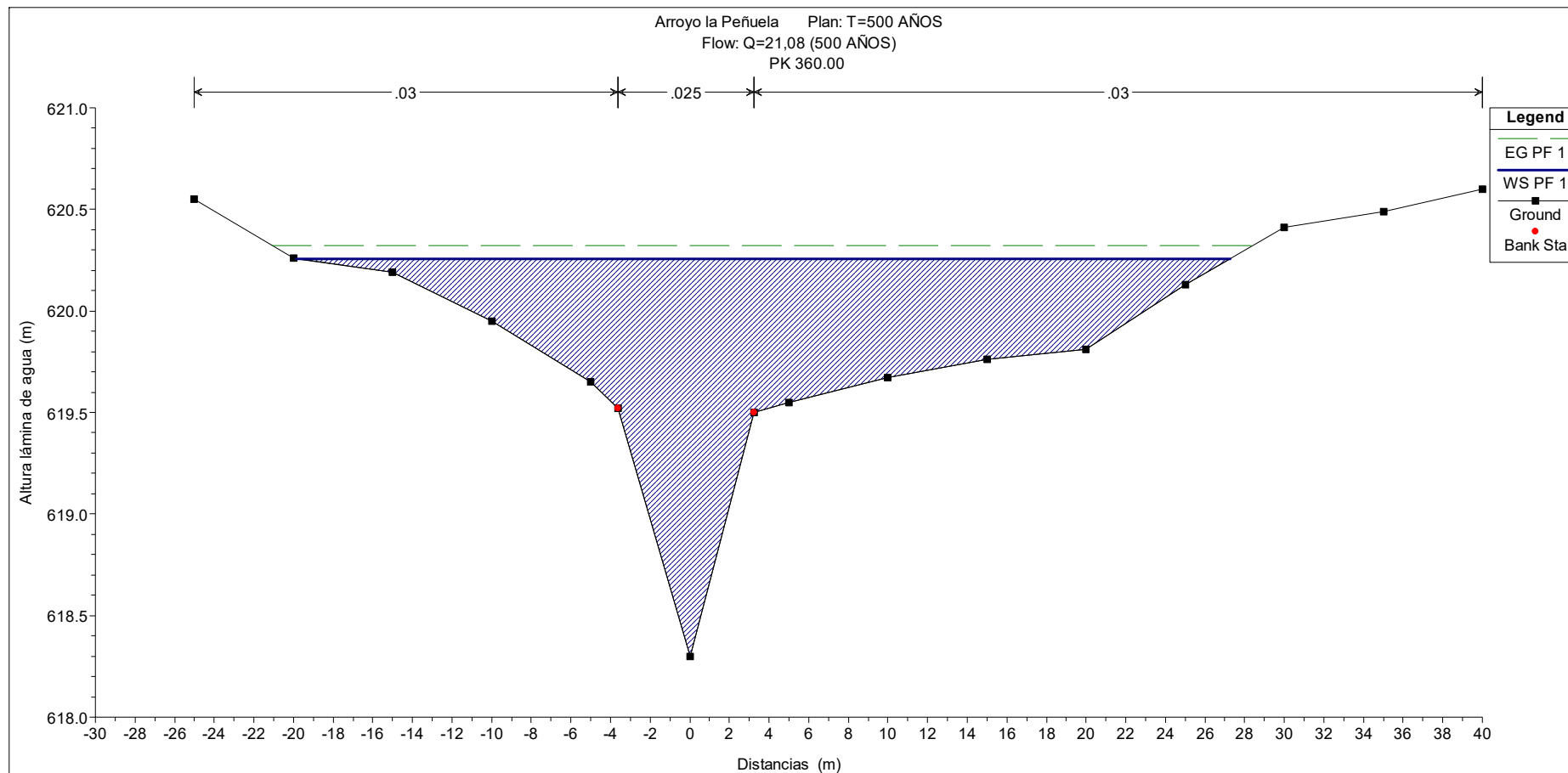


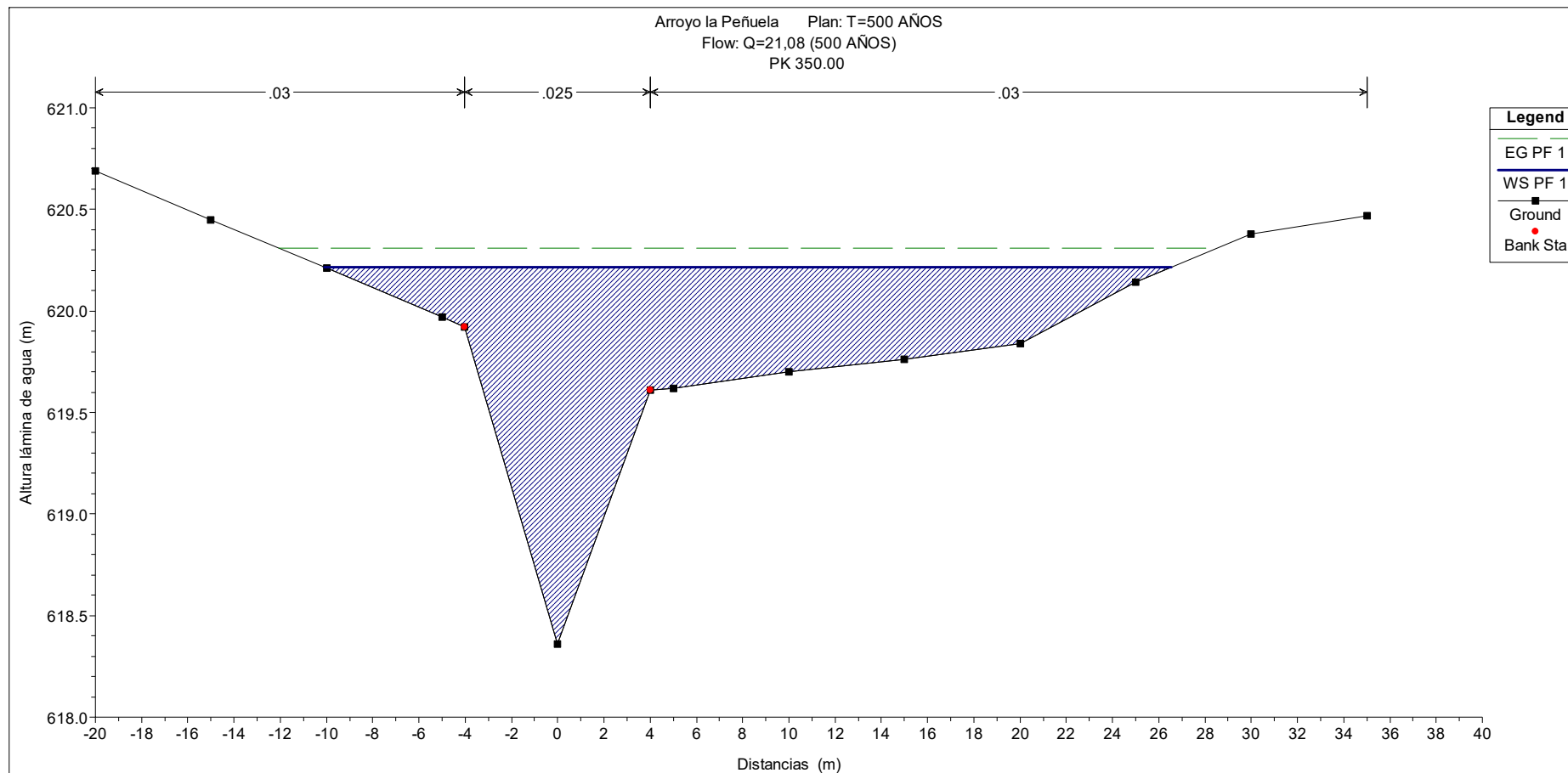


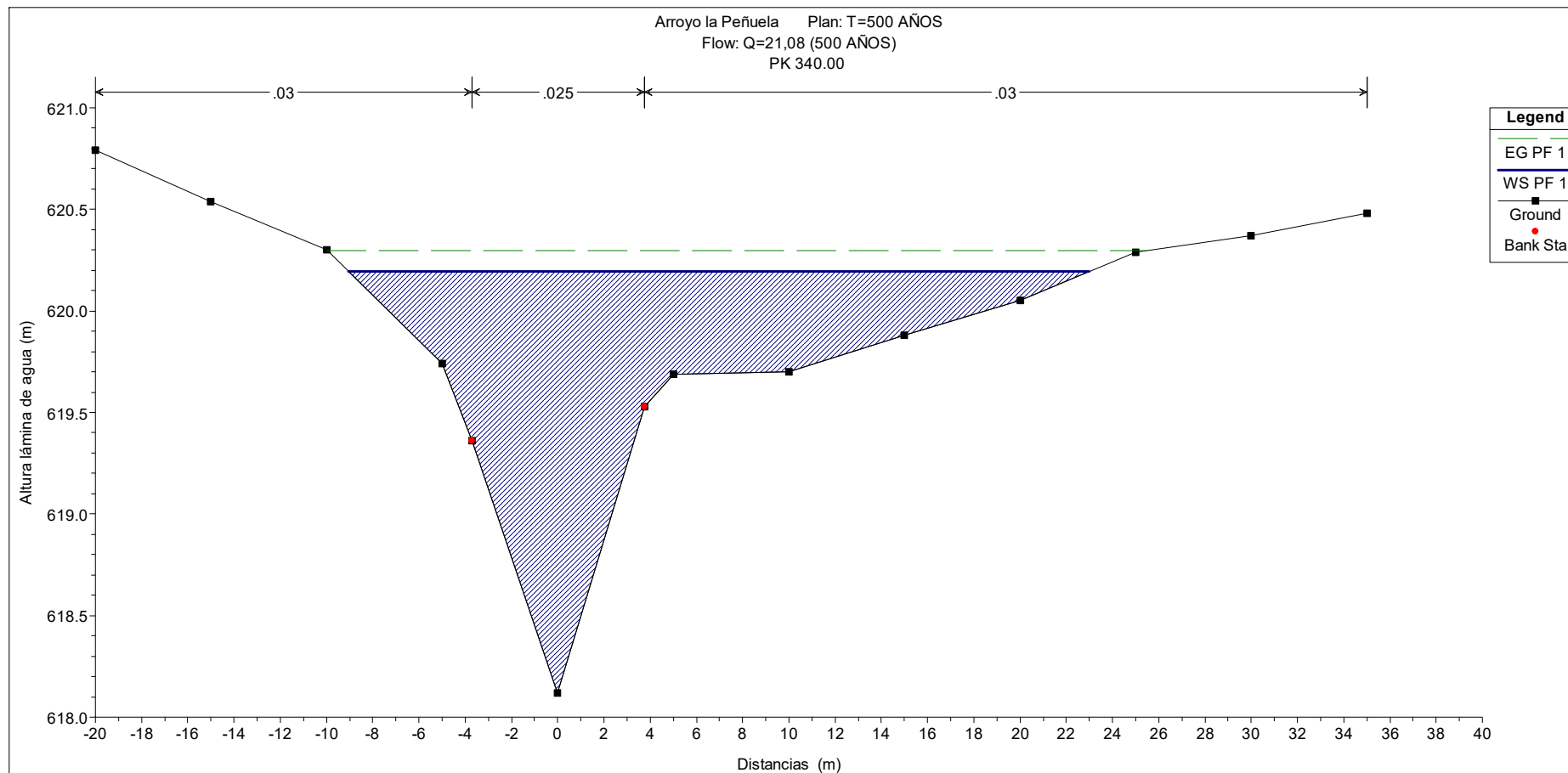
2.2.3_SECCIONES T=500 AÑOS

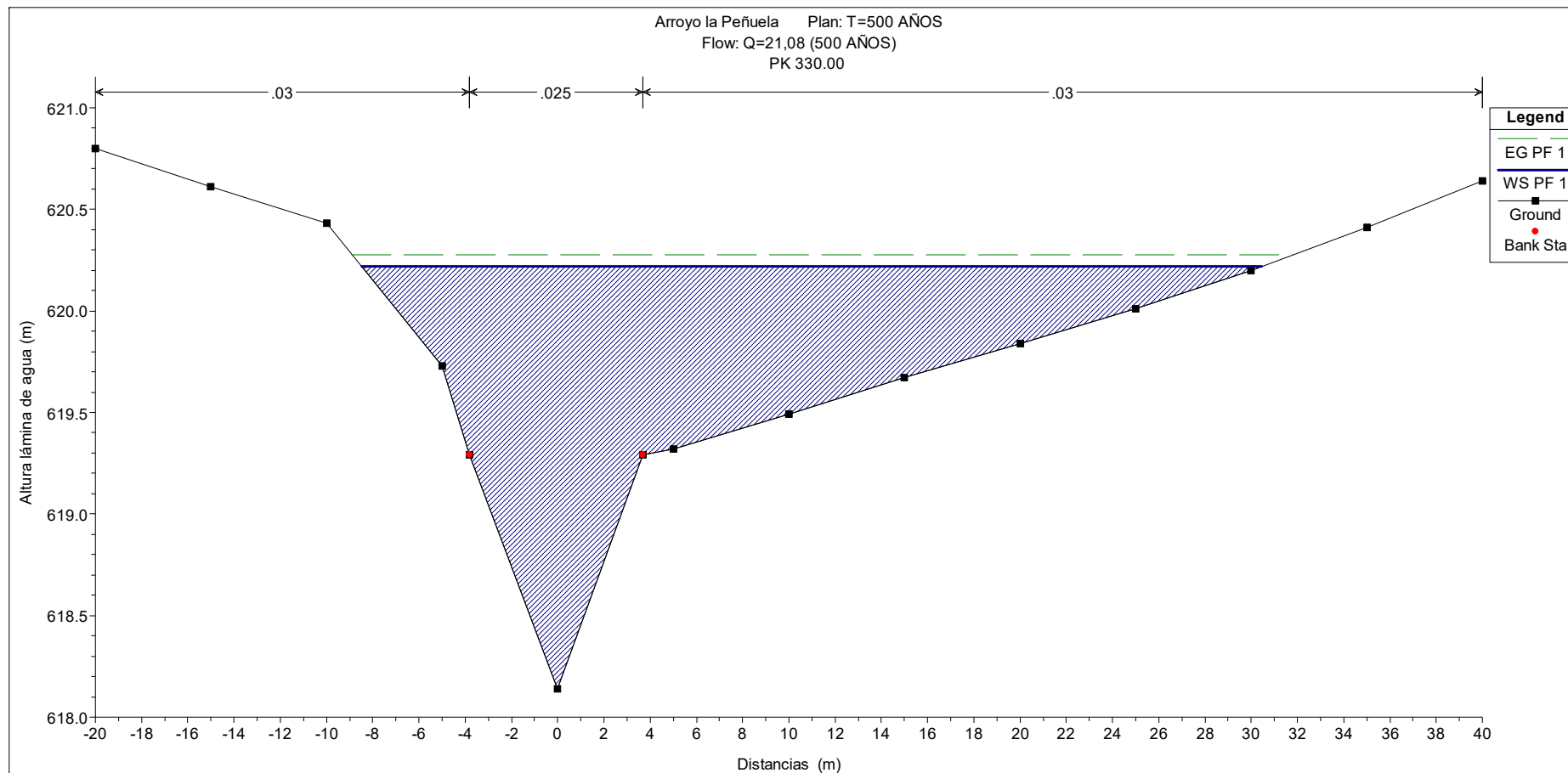
1. SECCIONES PERIODO DE RETORNO T=500 AÑOS

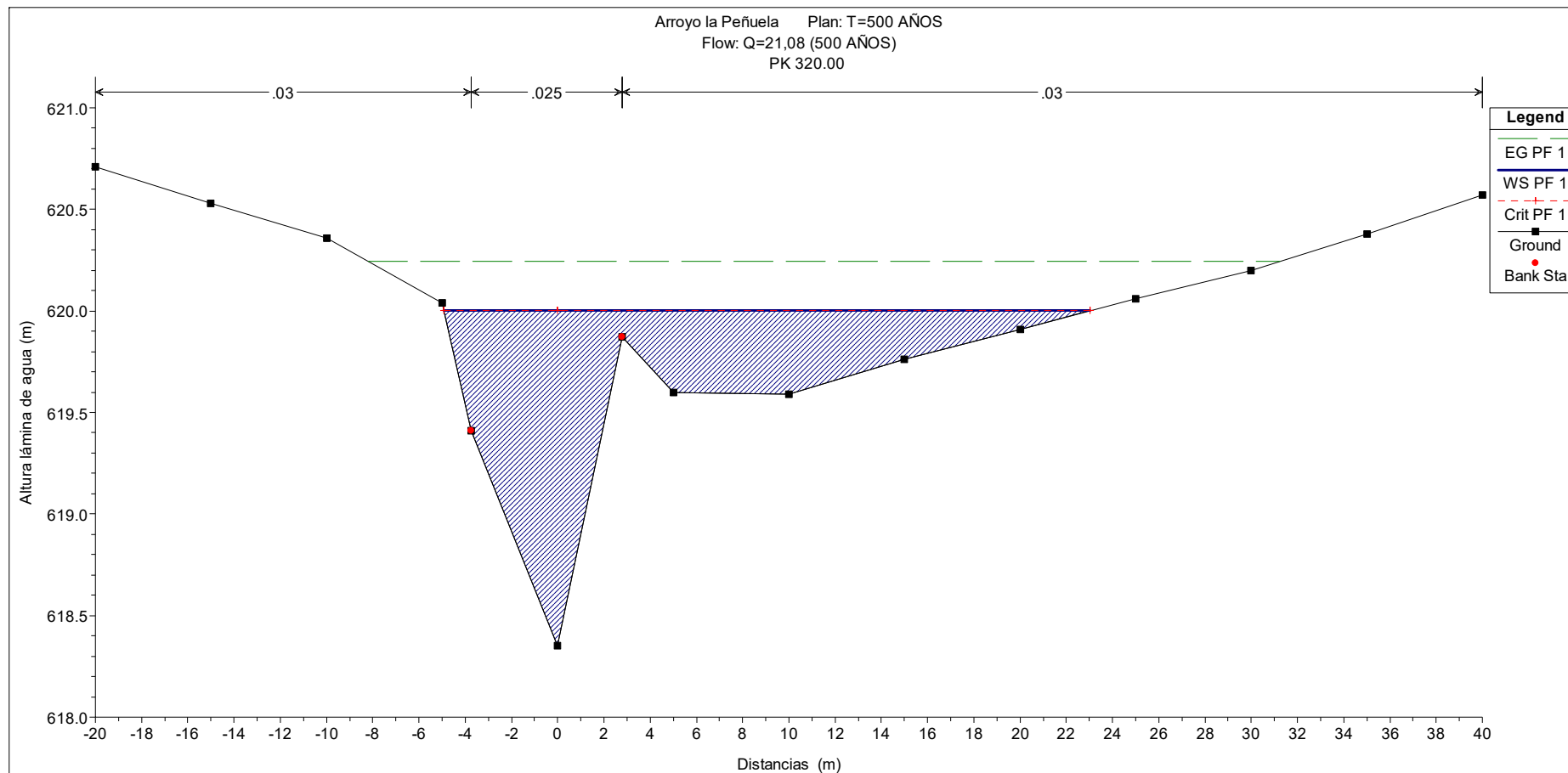


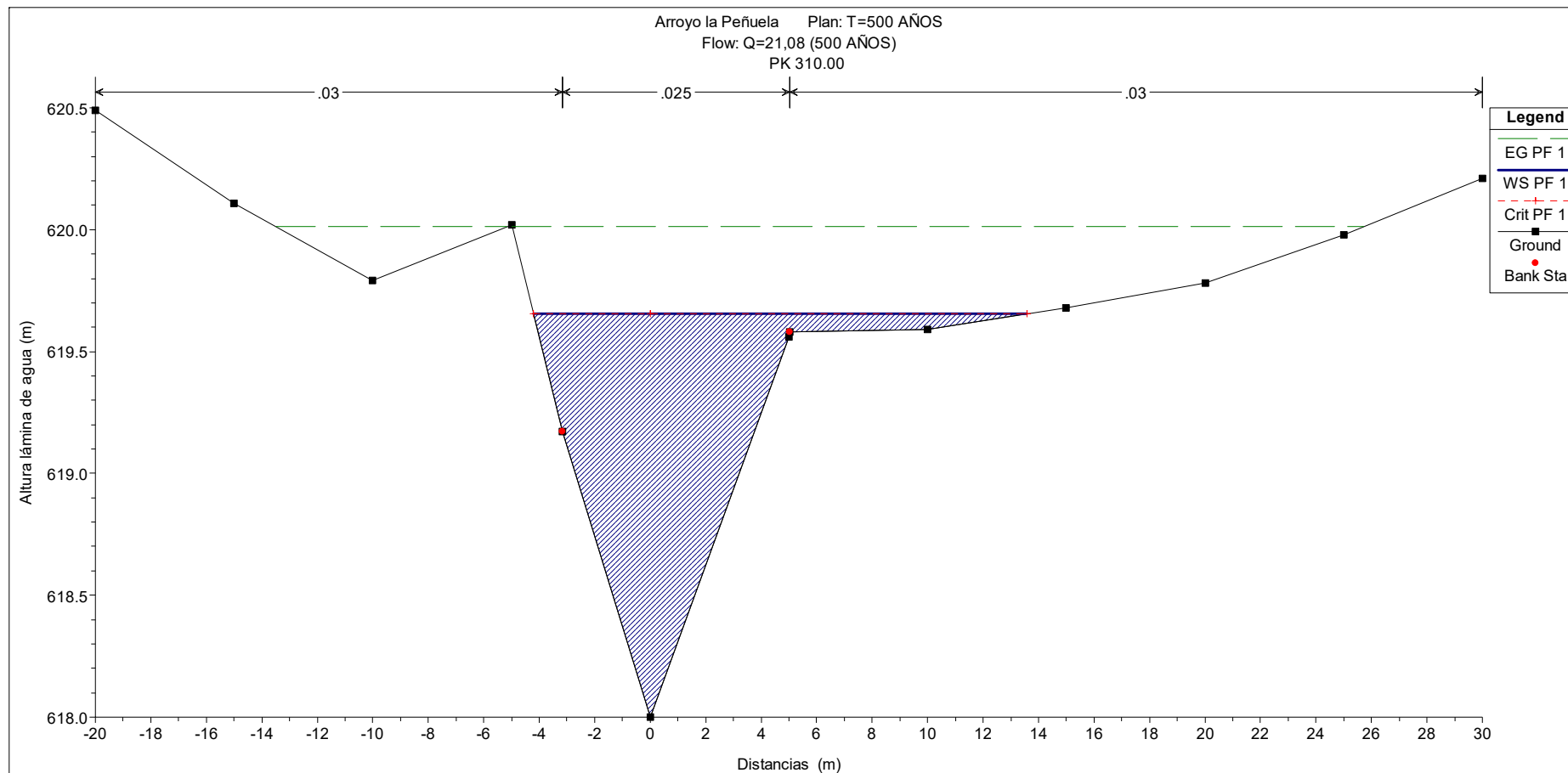


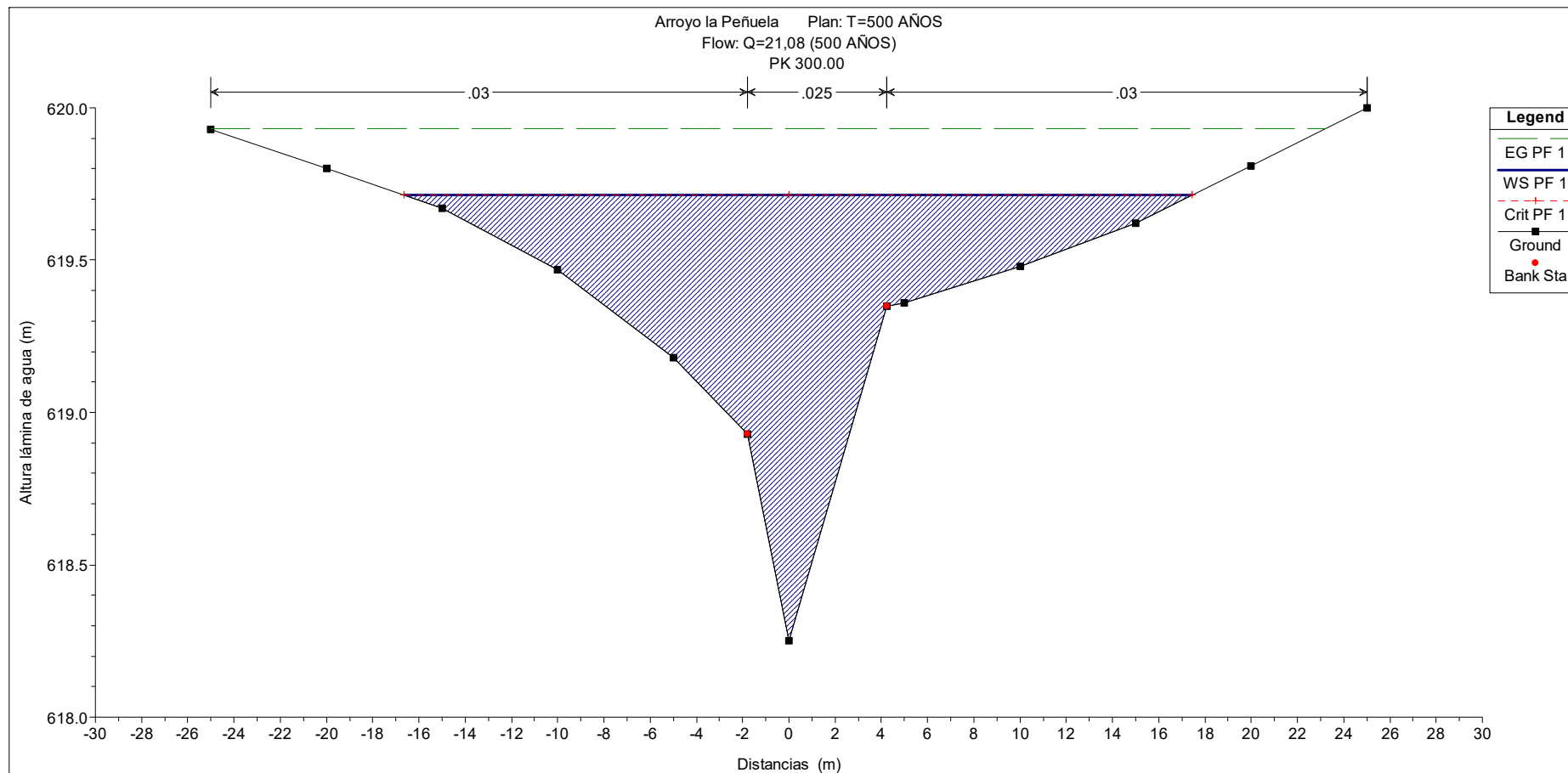


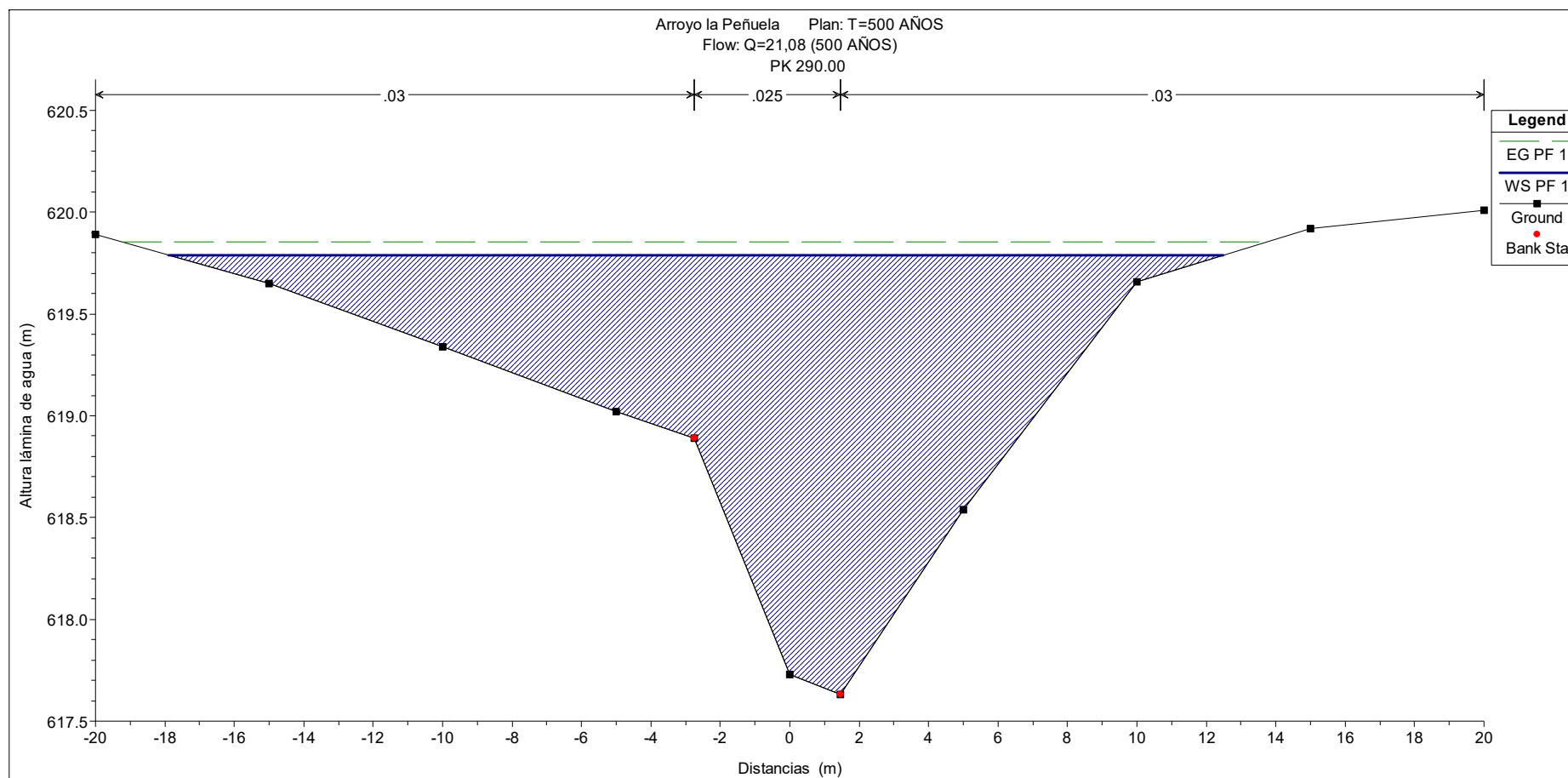


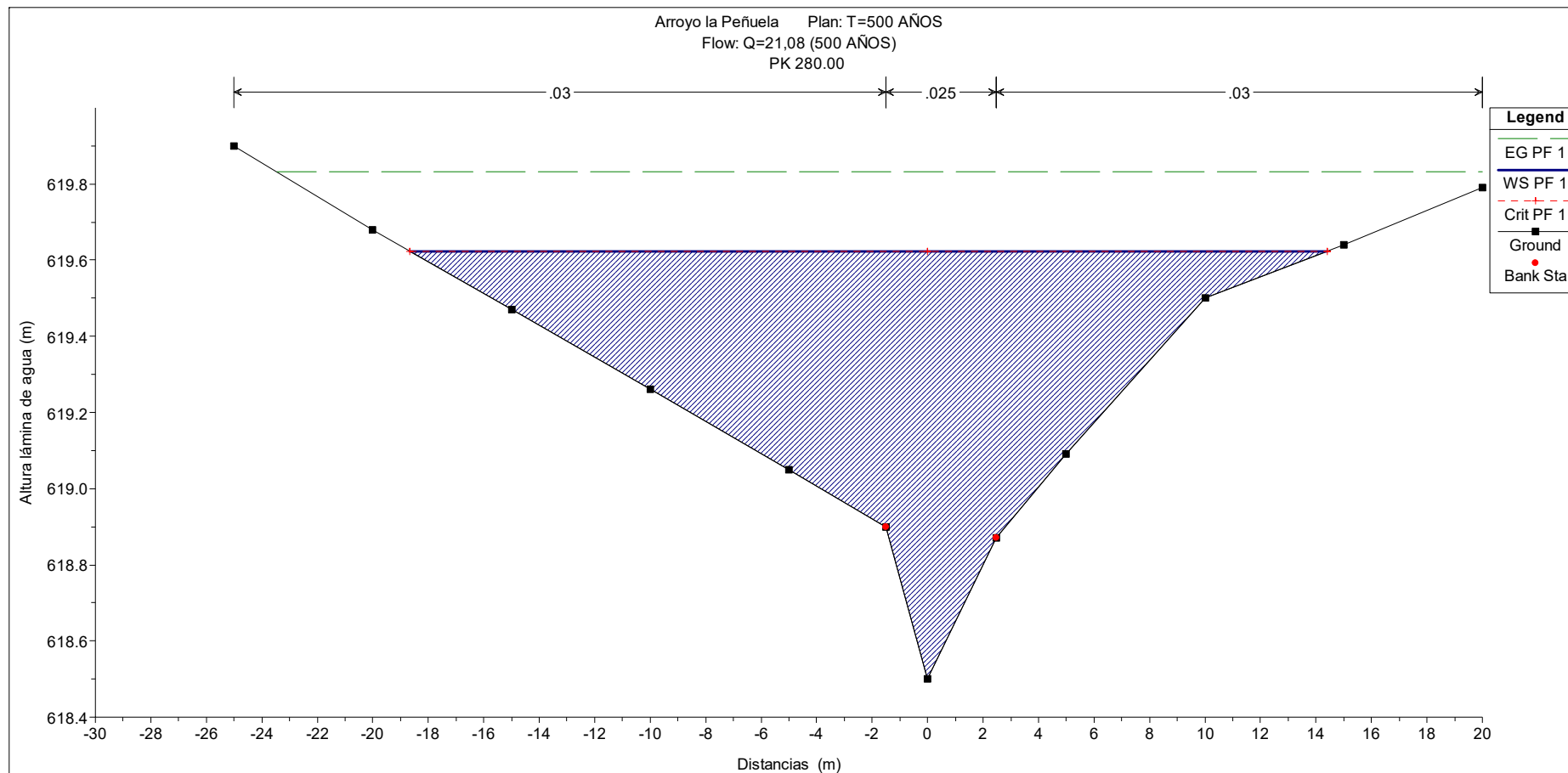


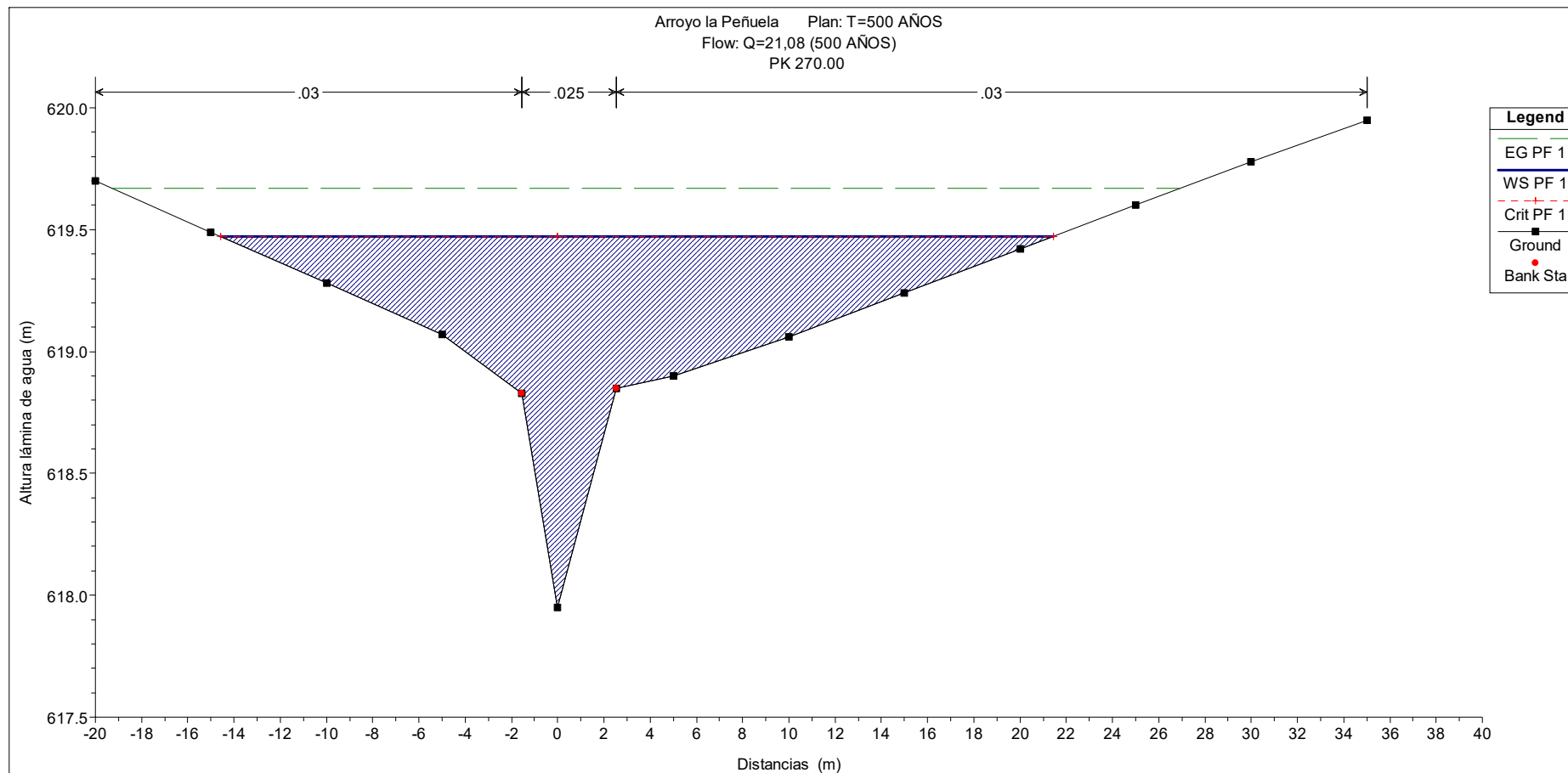


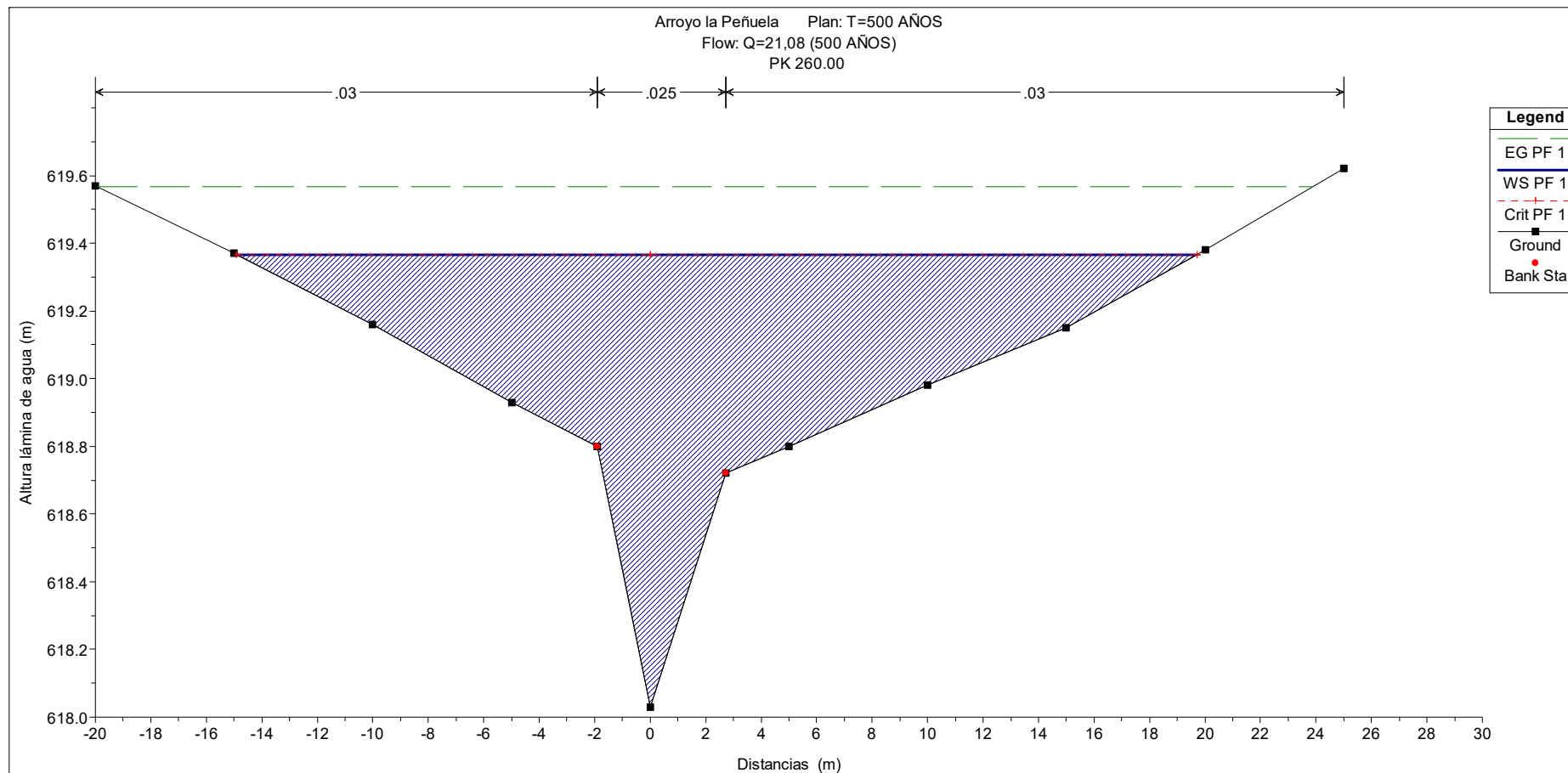


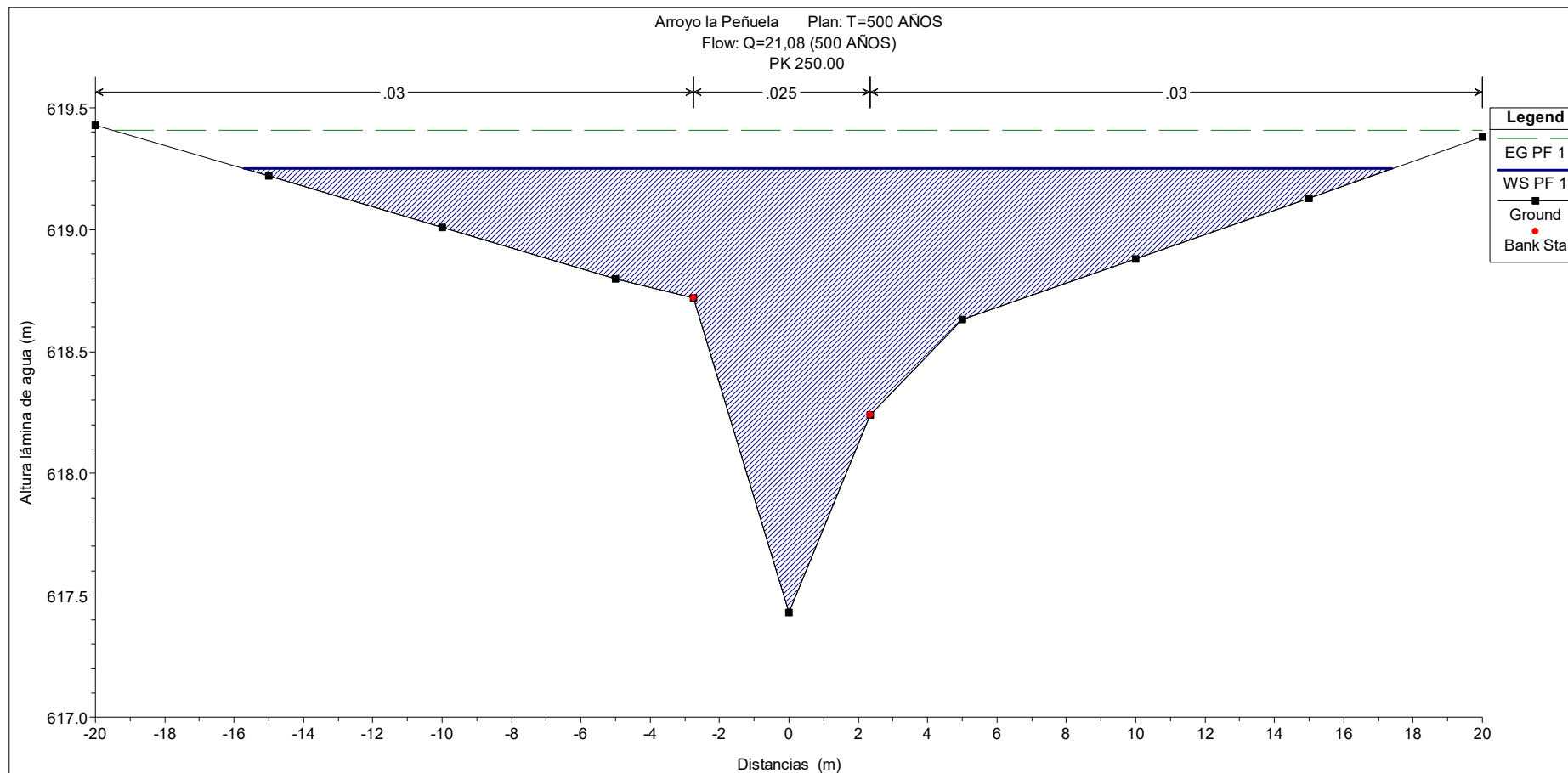


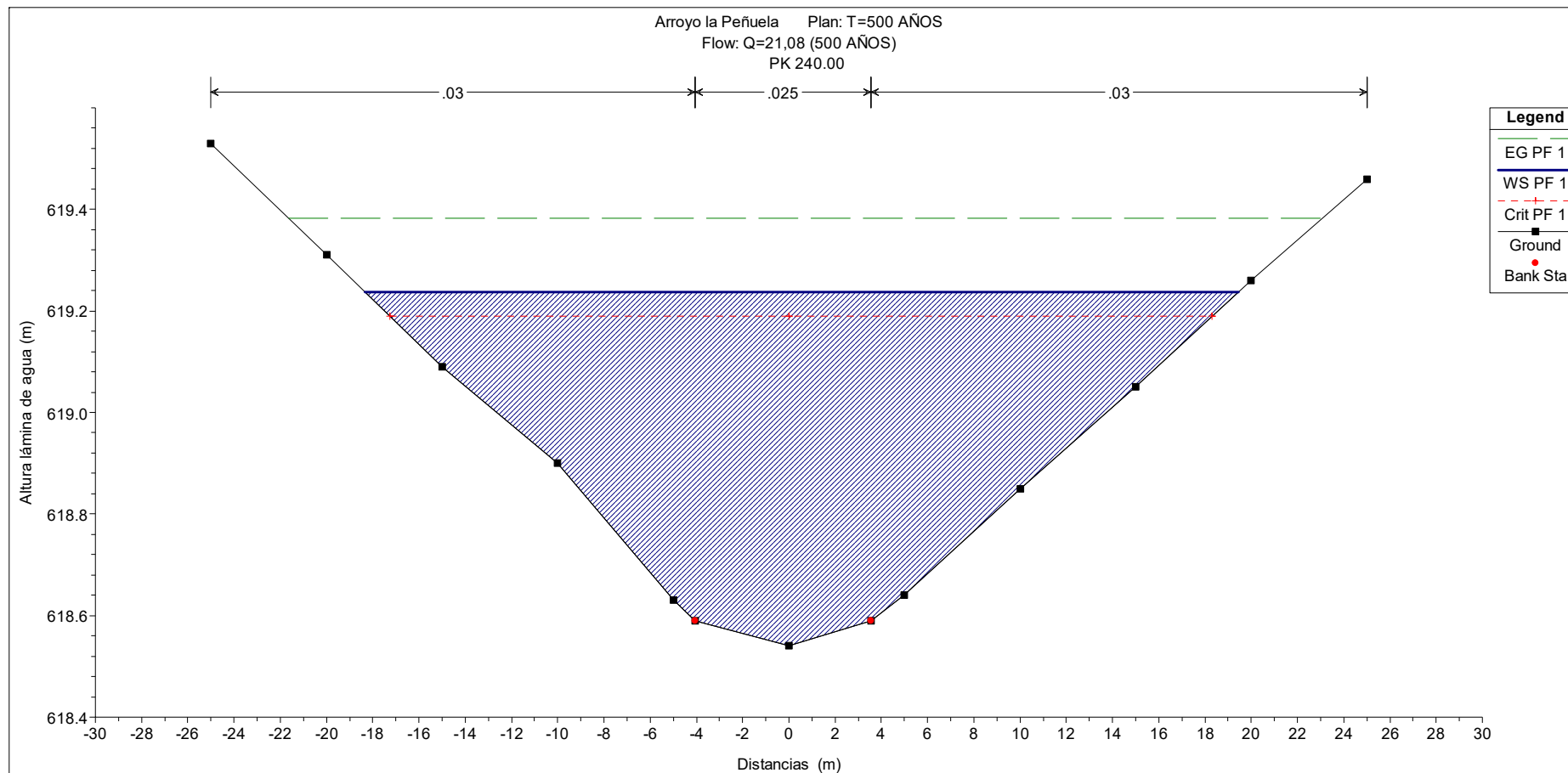


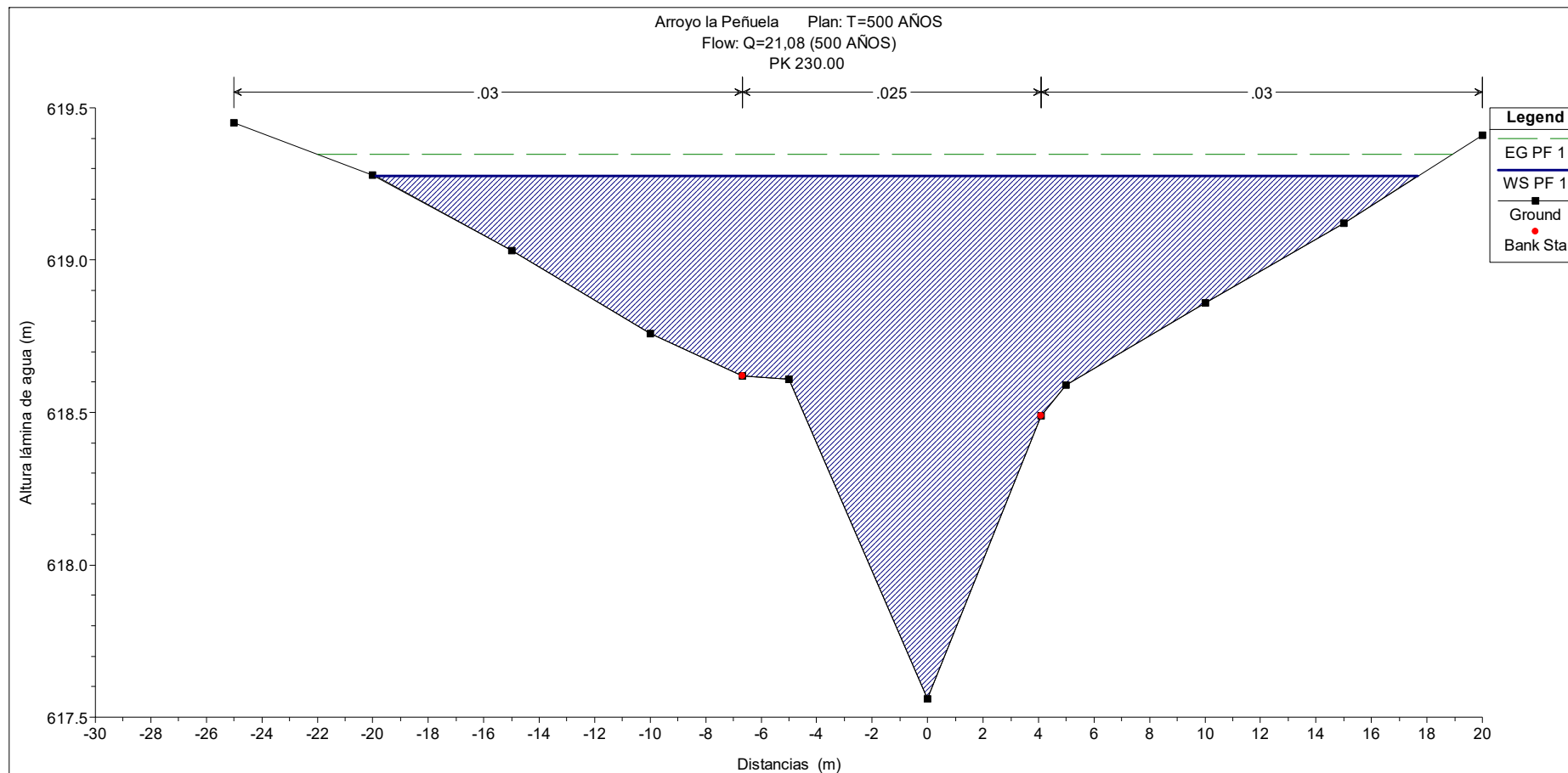


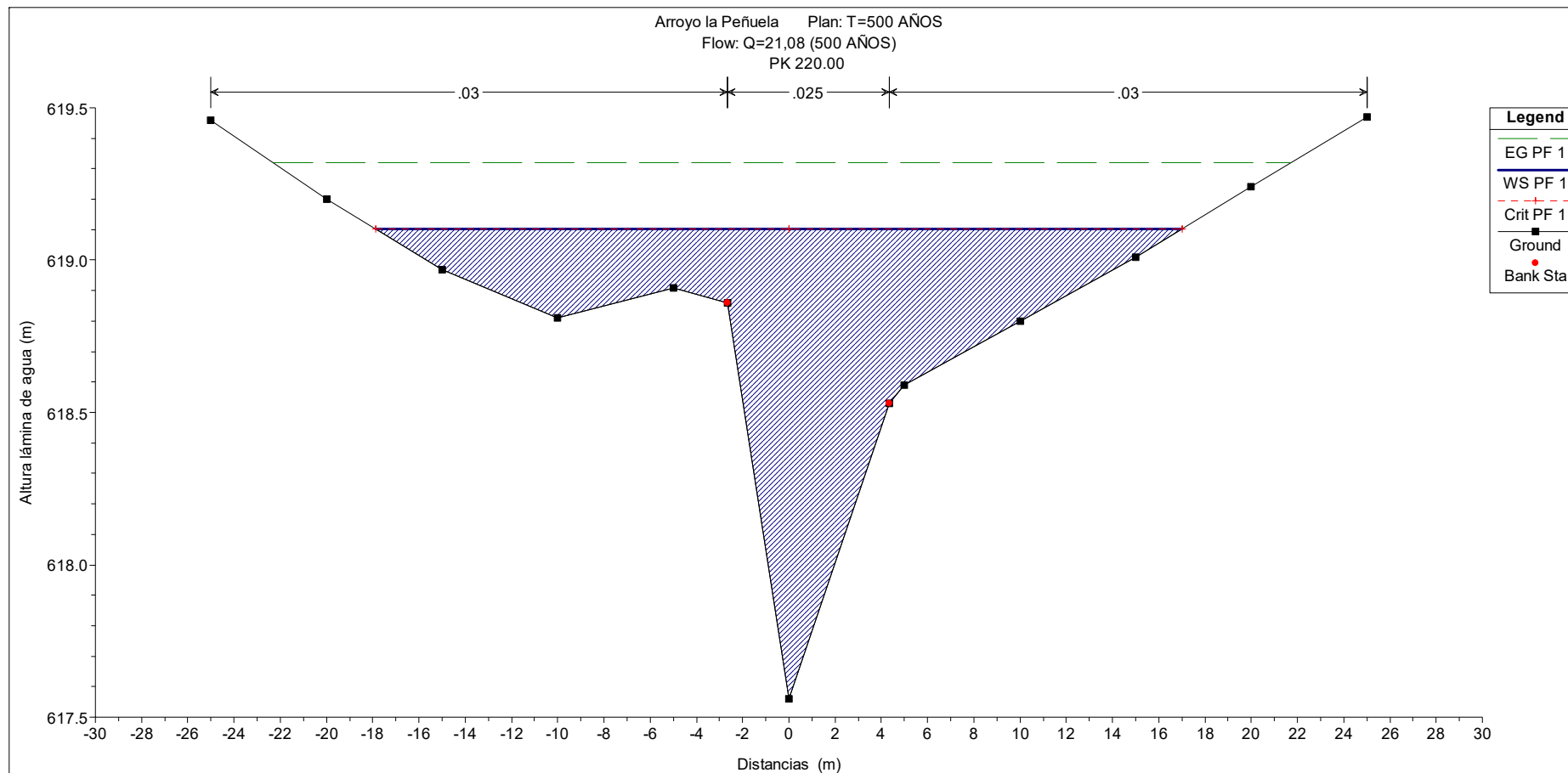


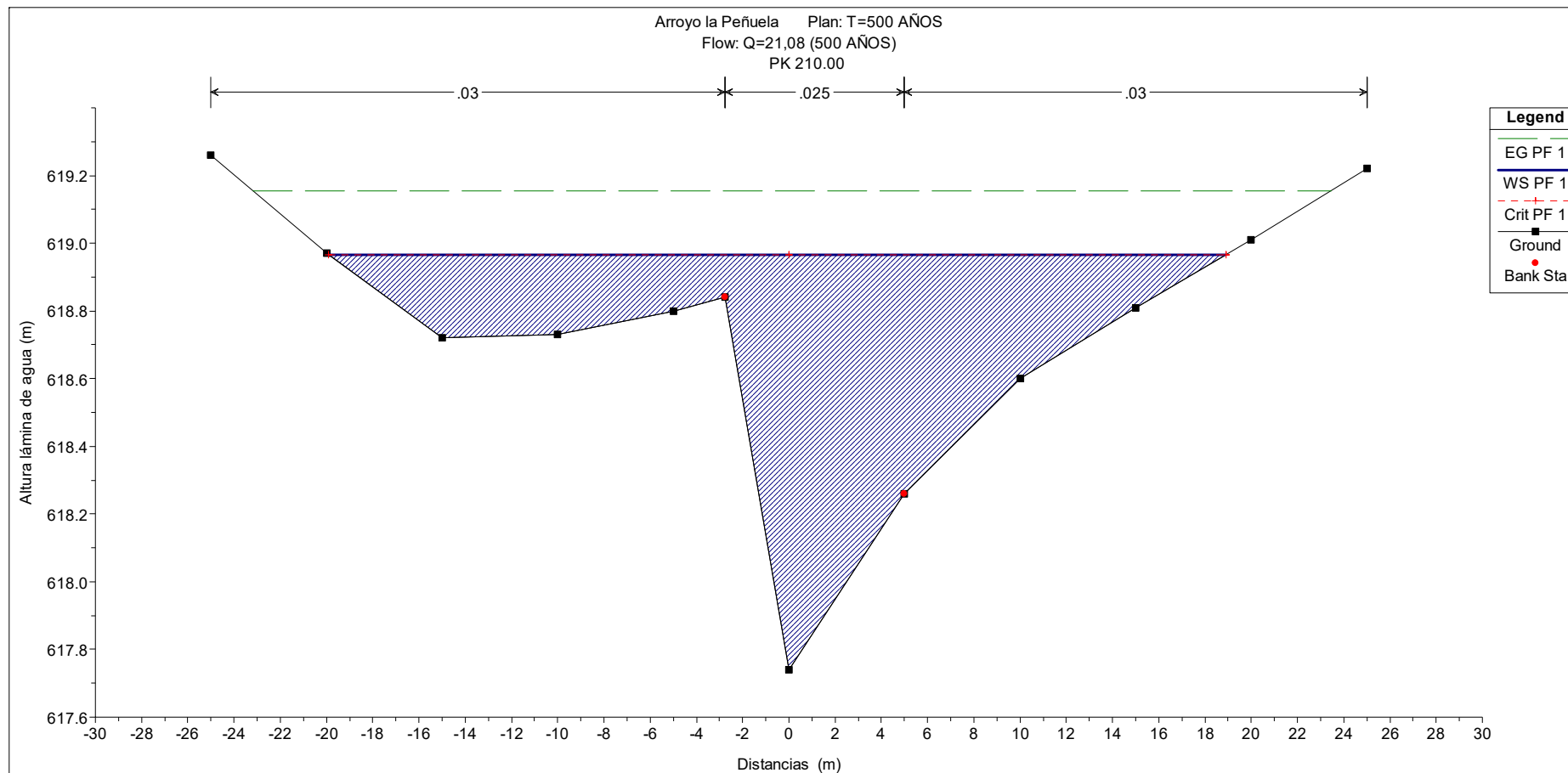


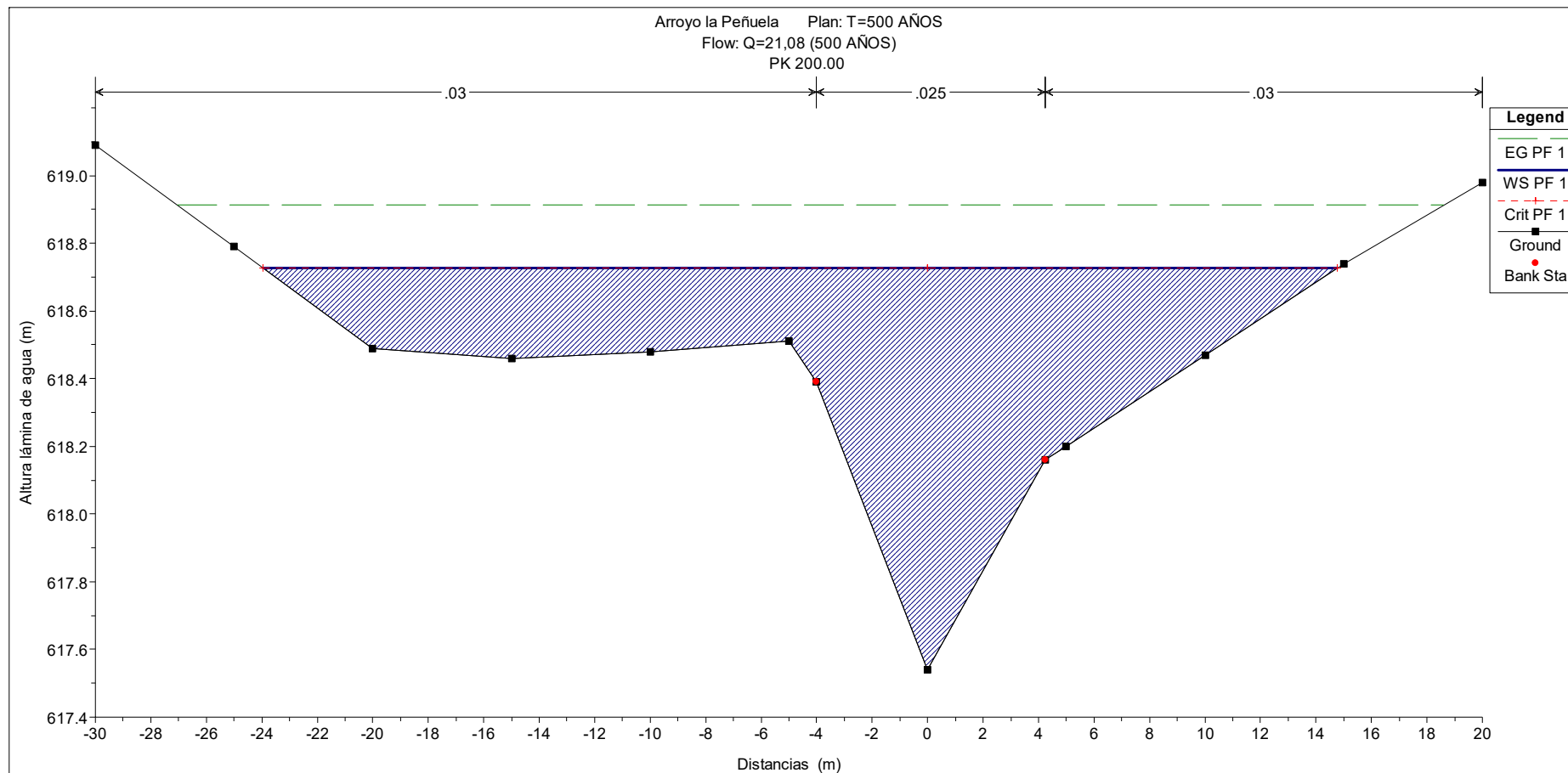


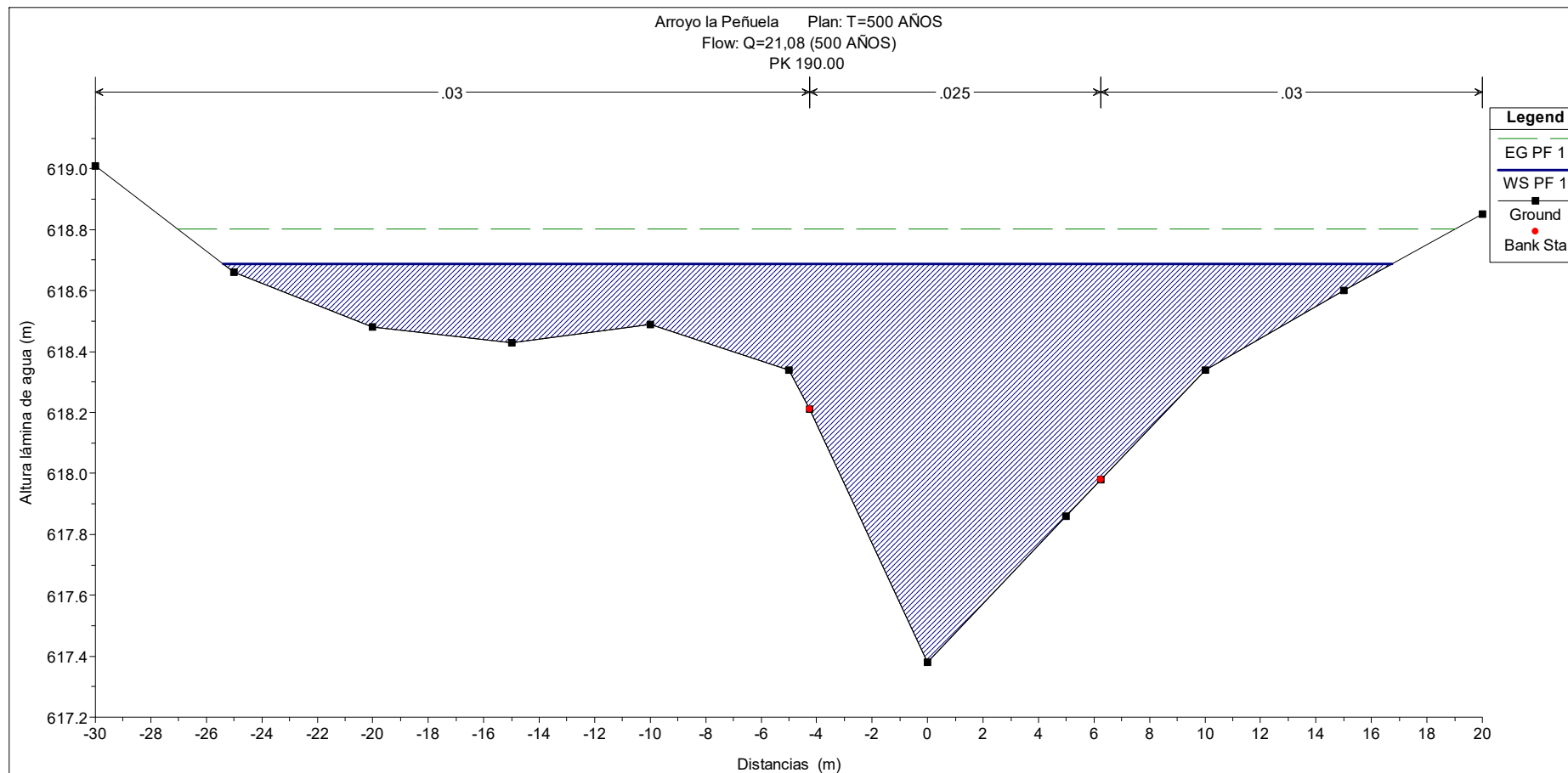


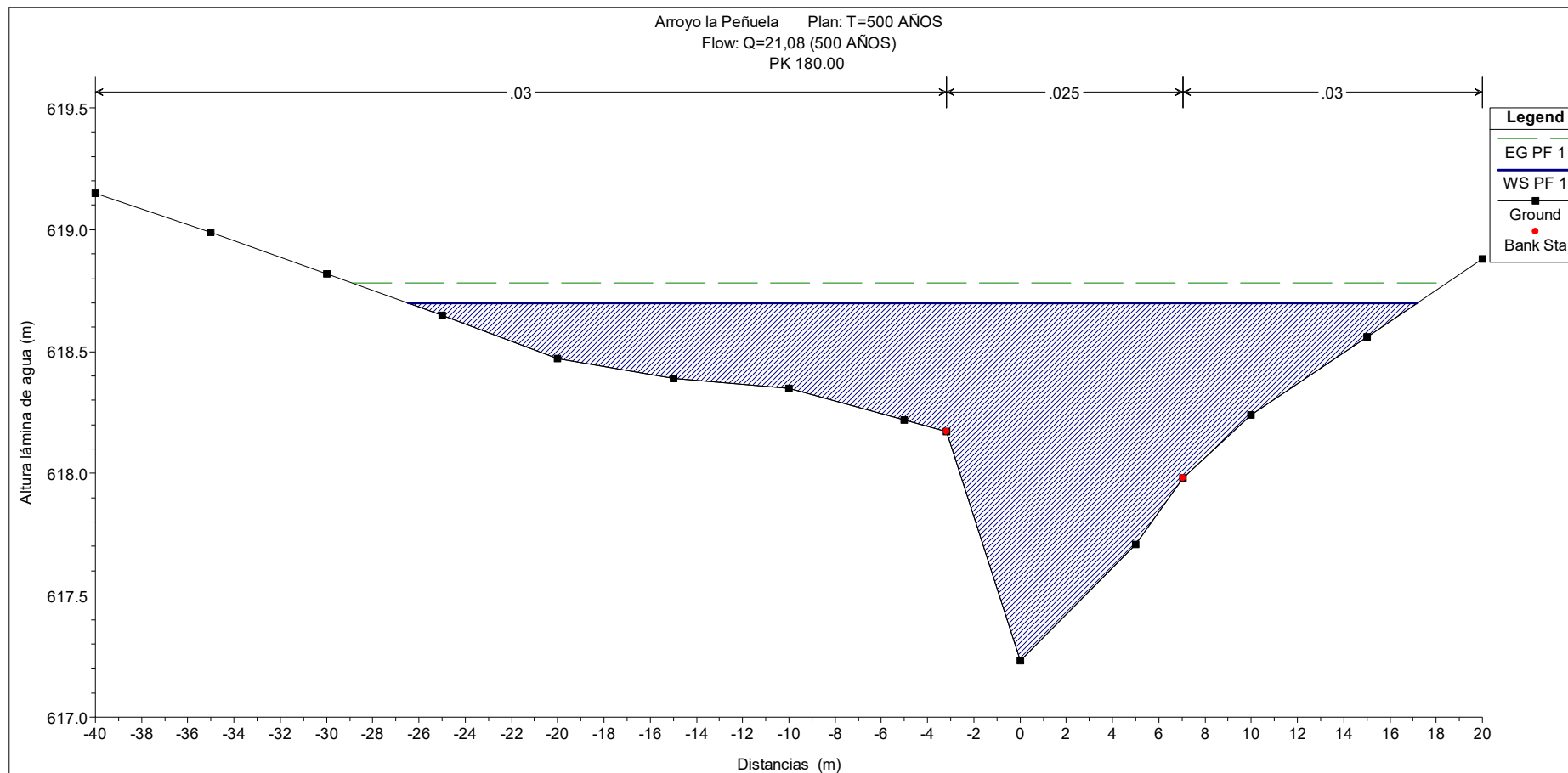


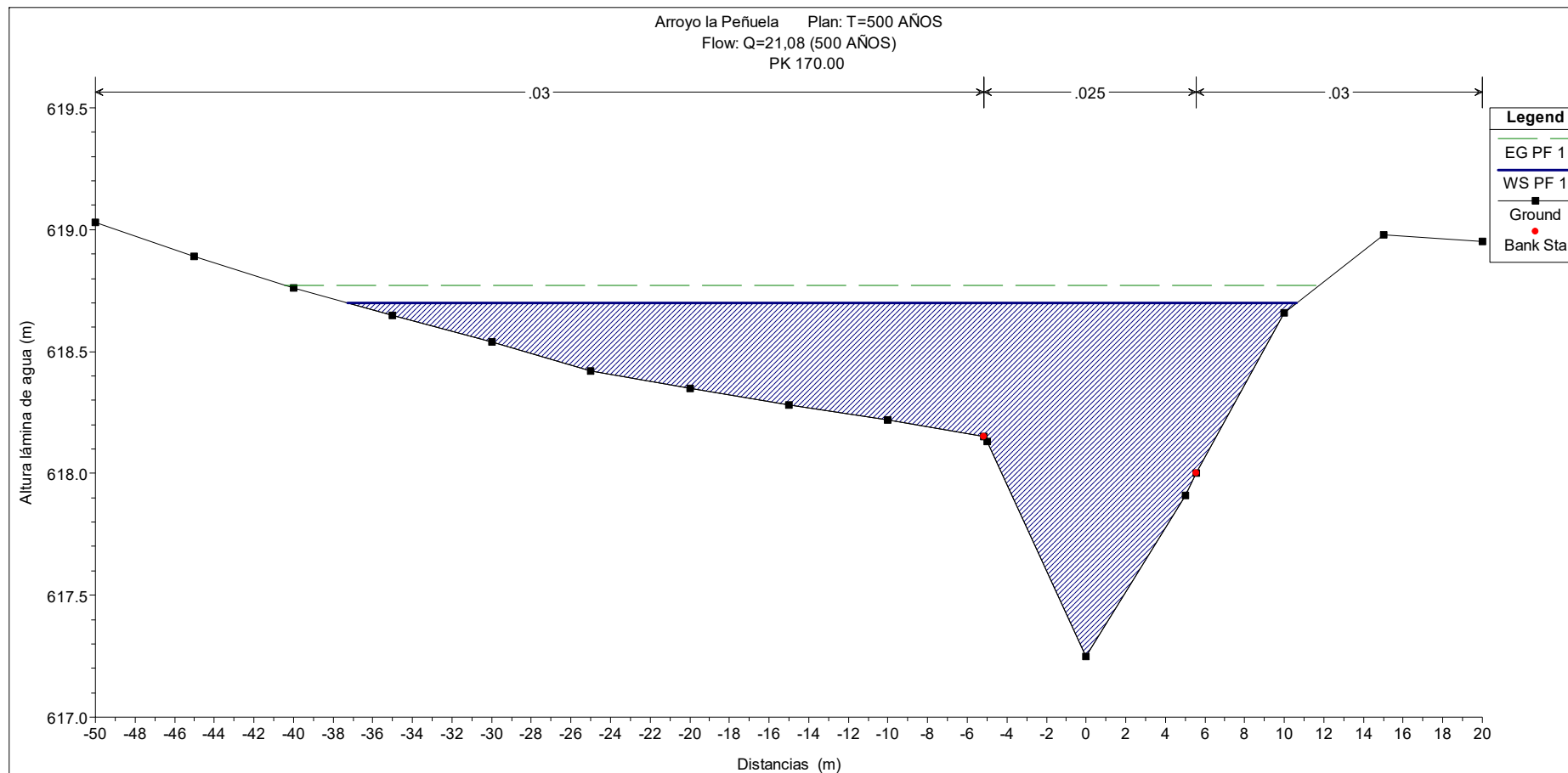


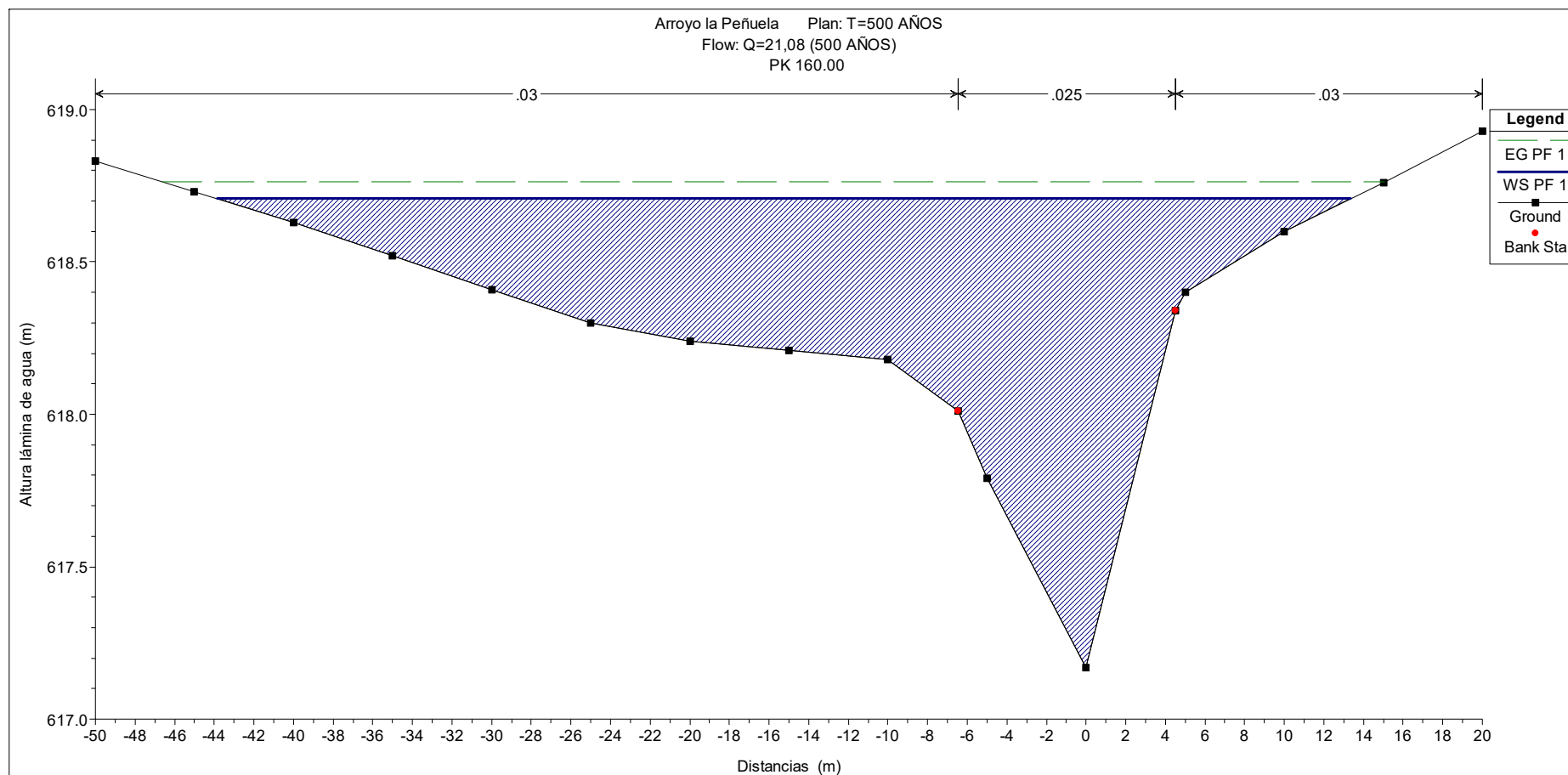


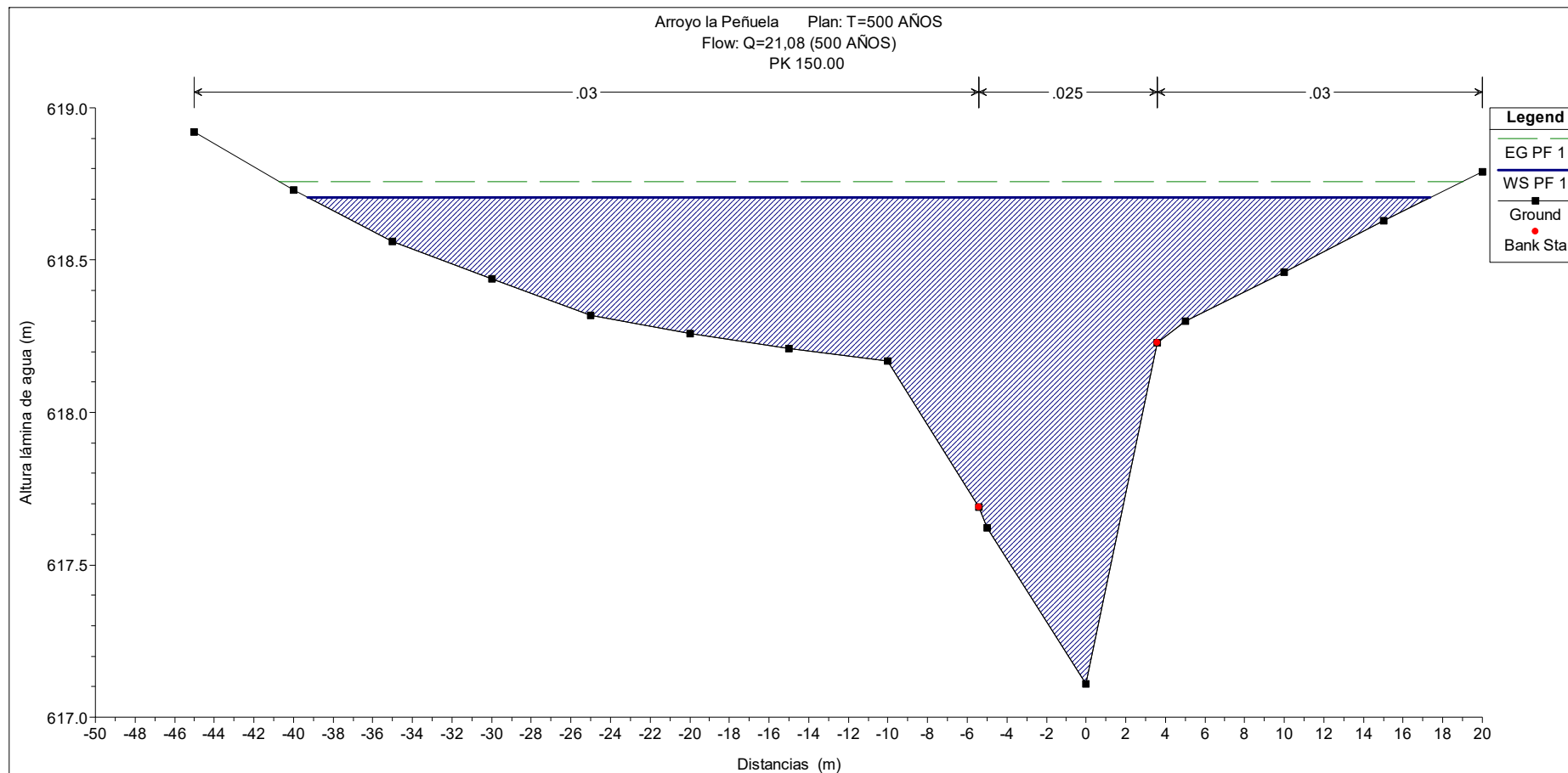


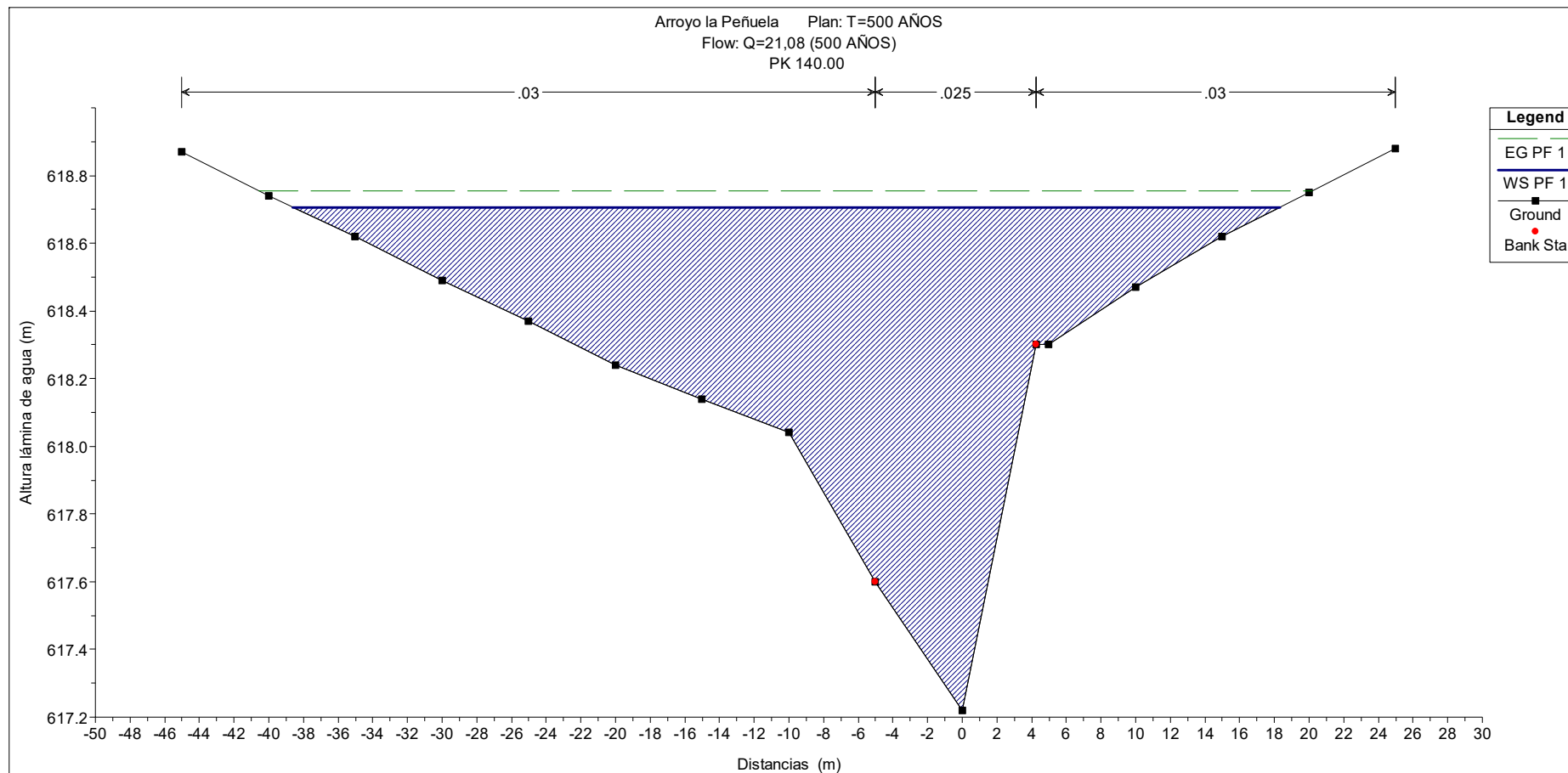


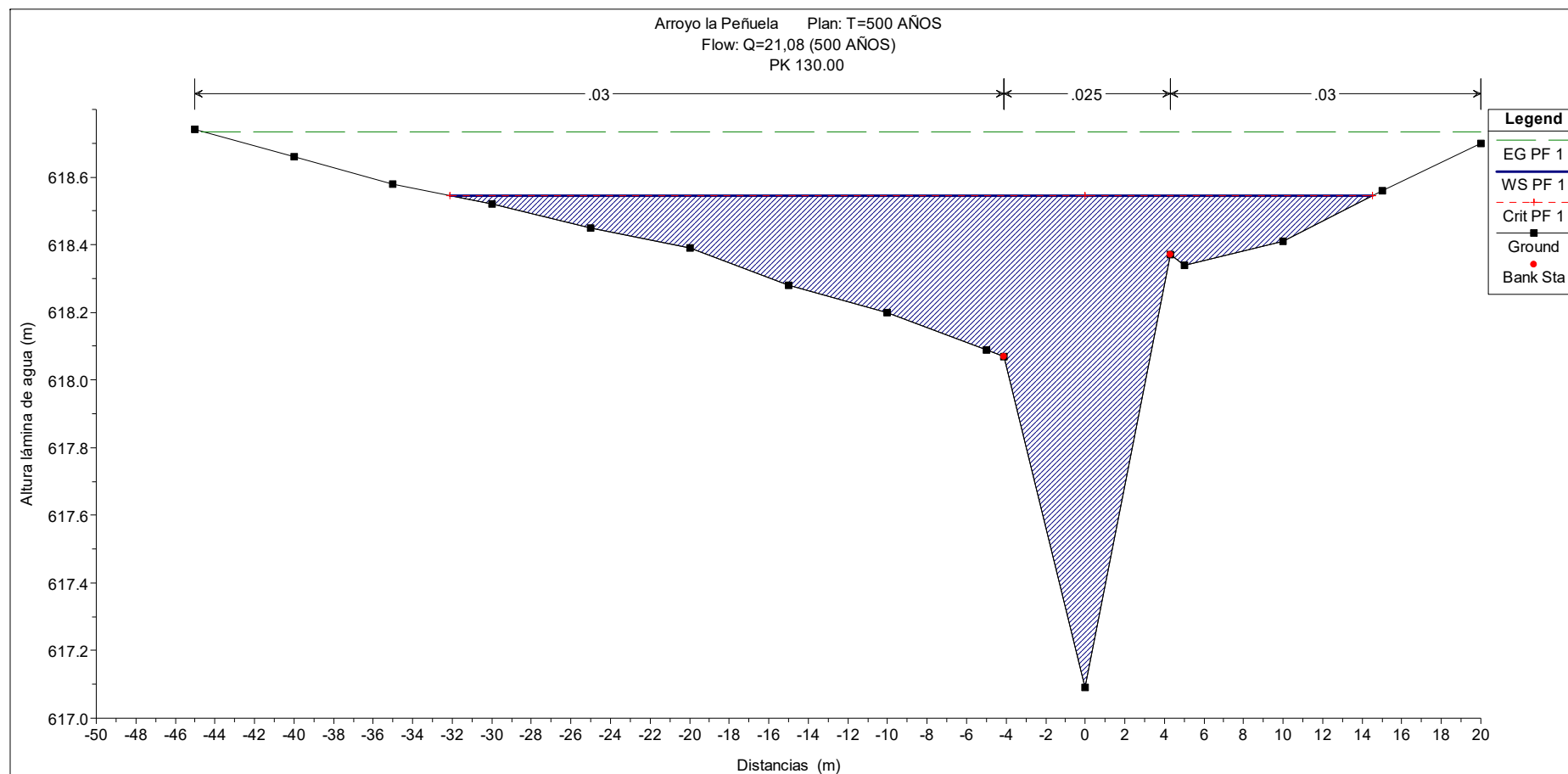


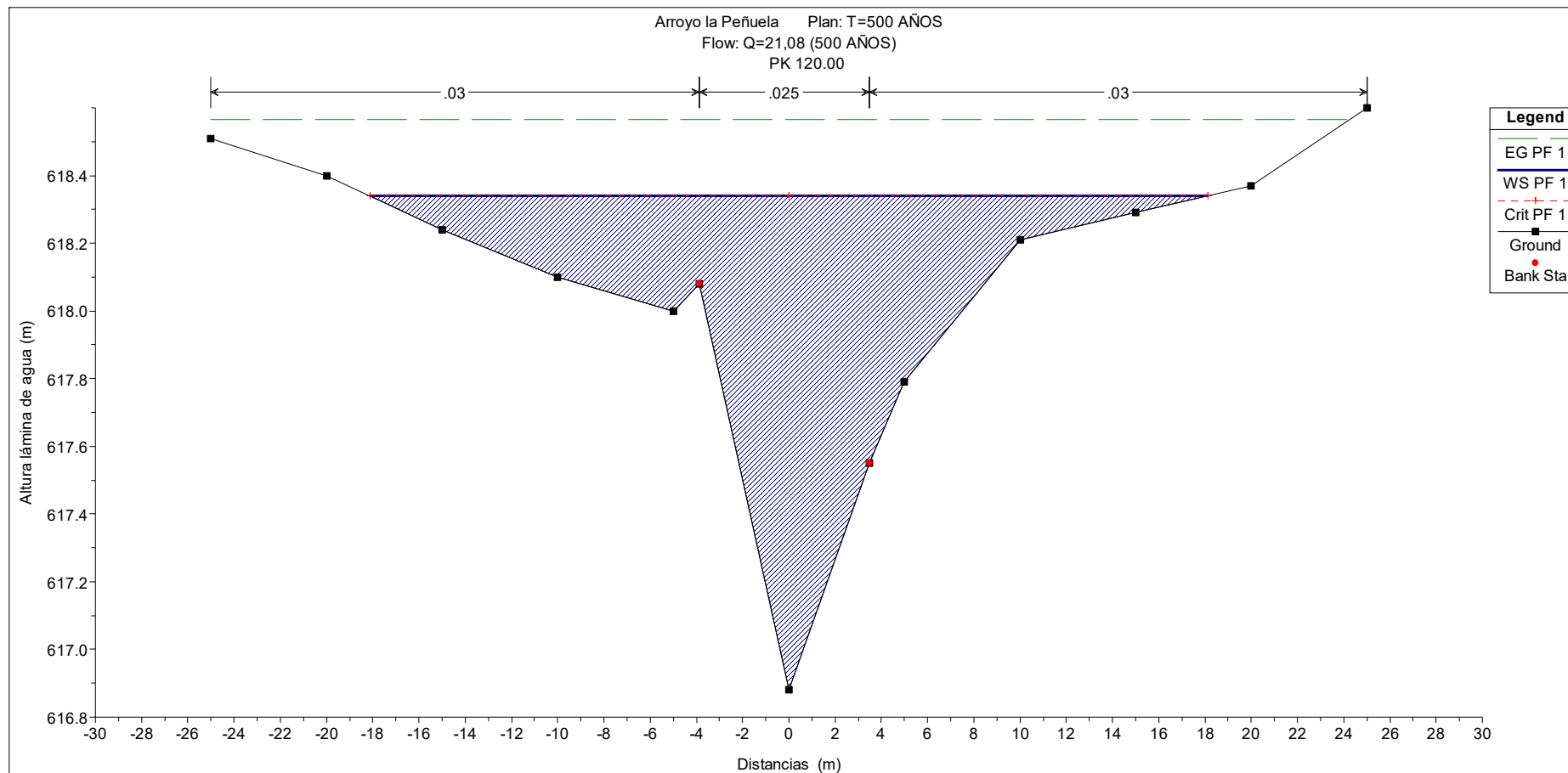


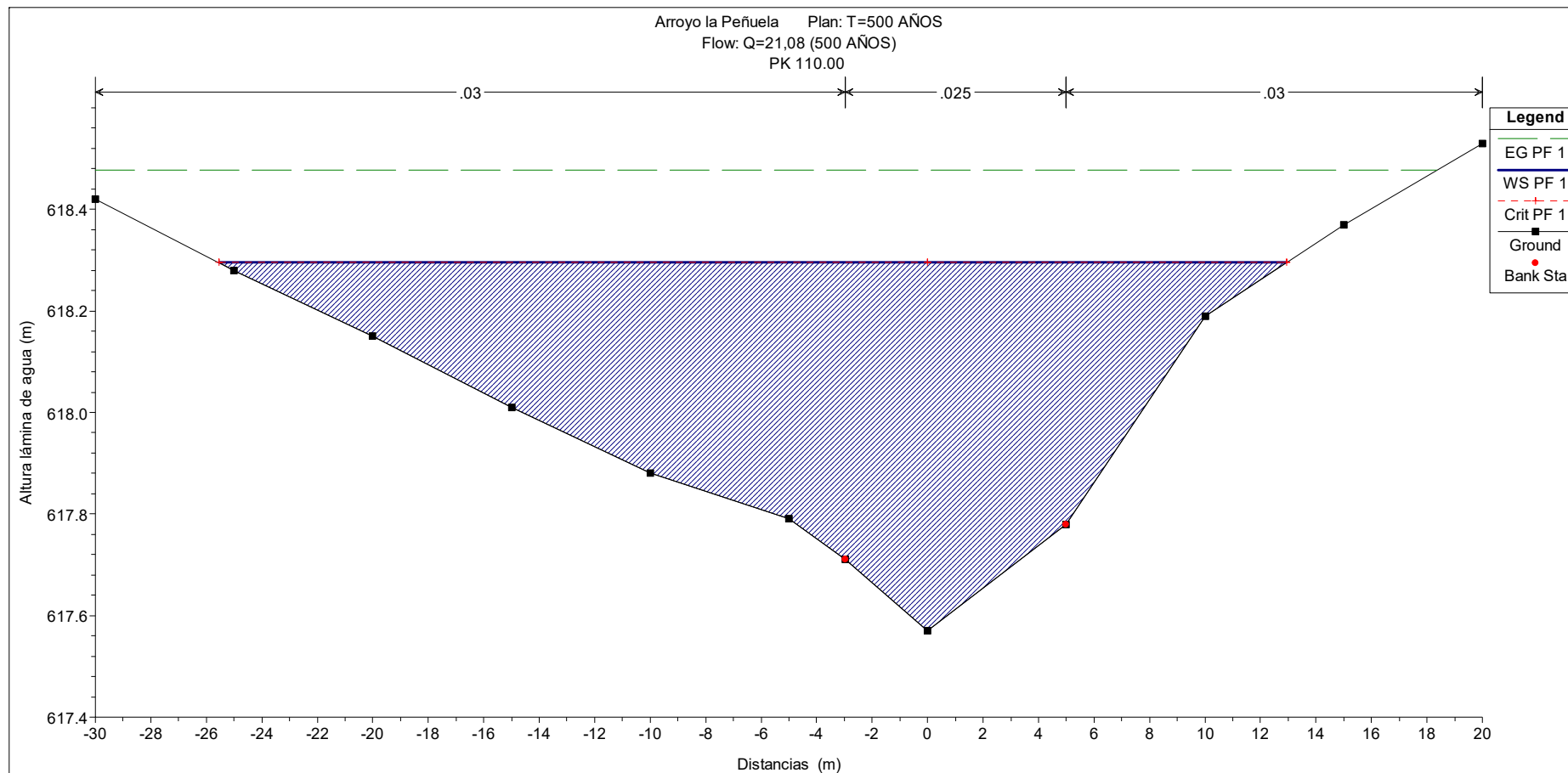


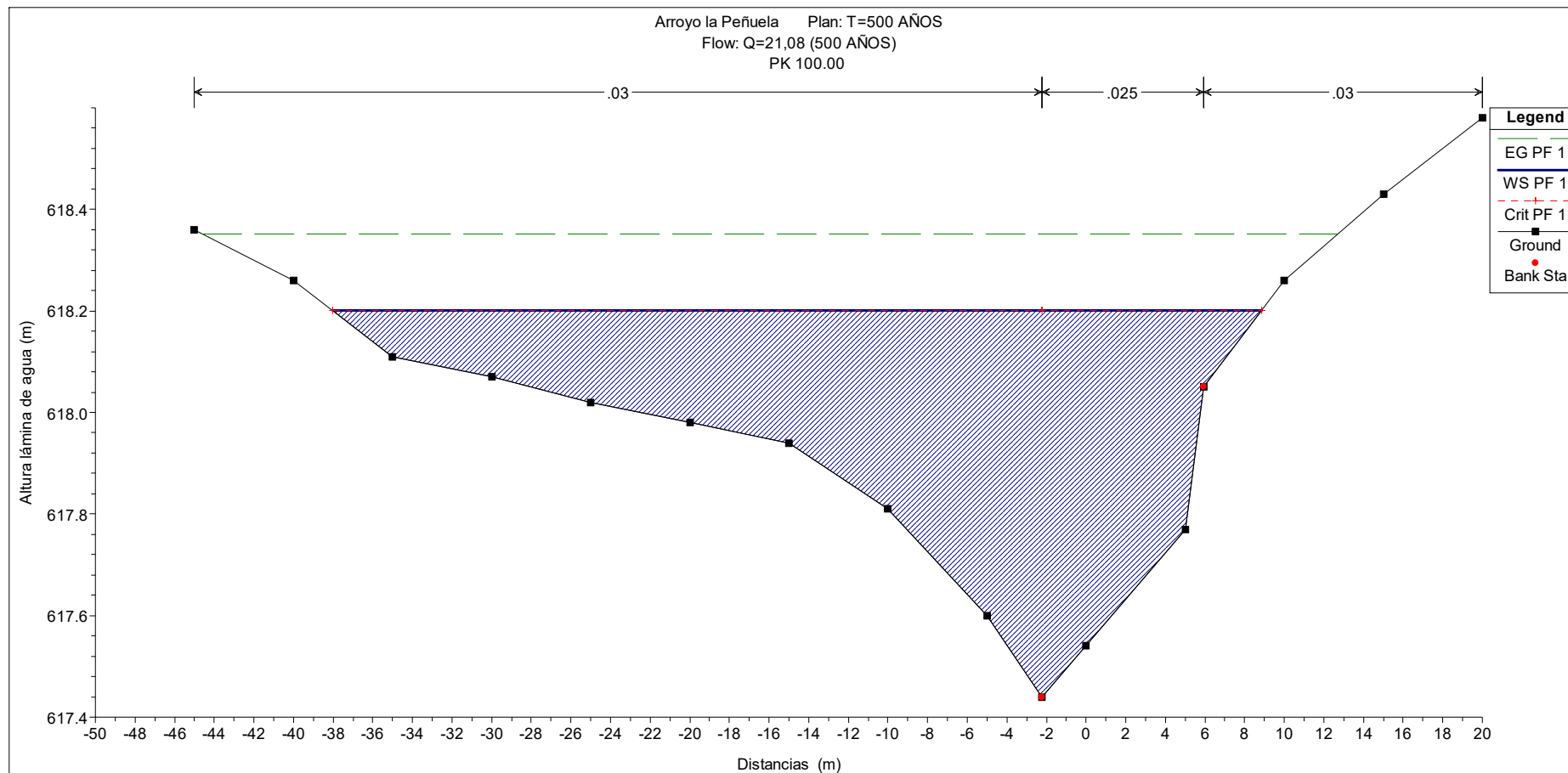


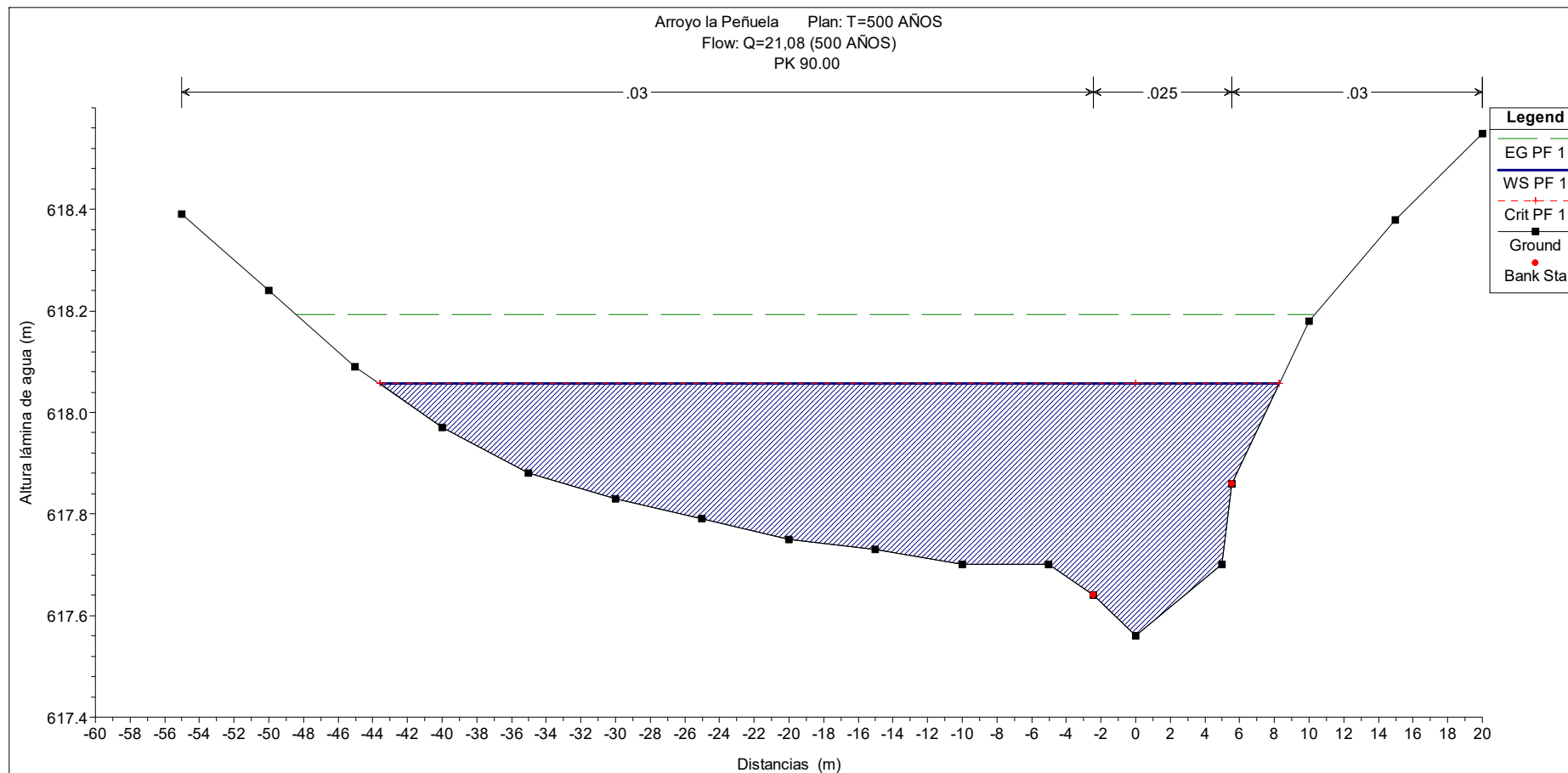


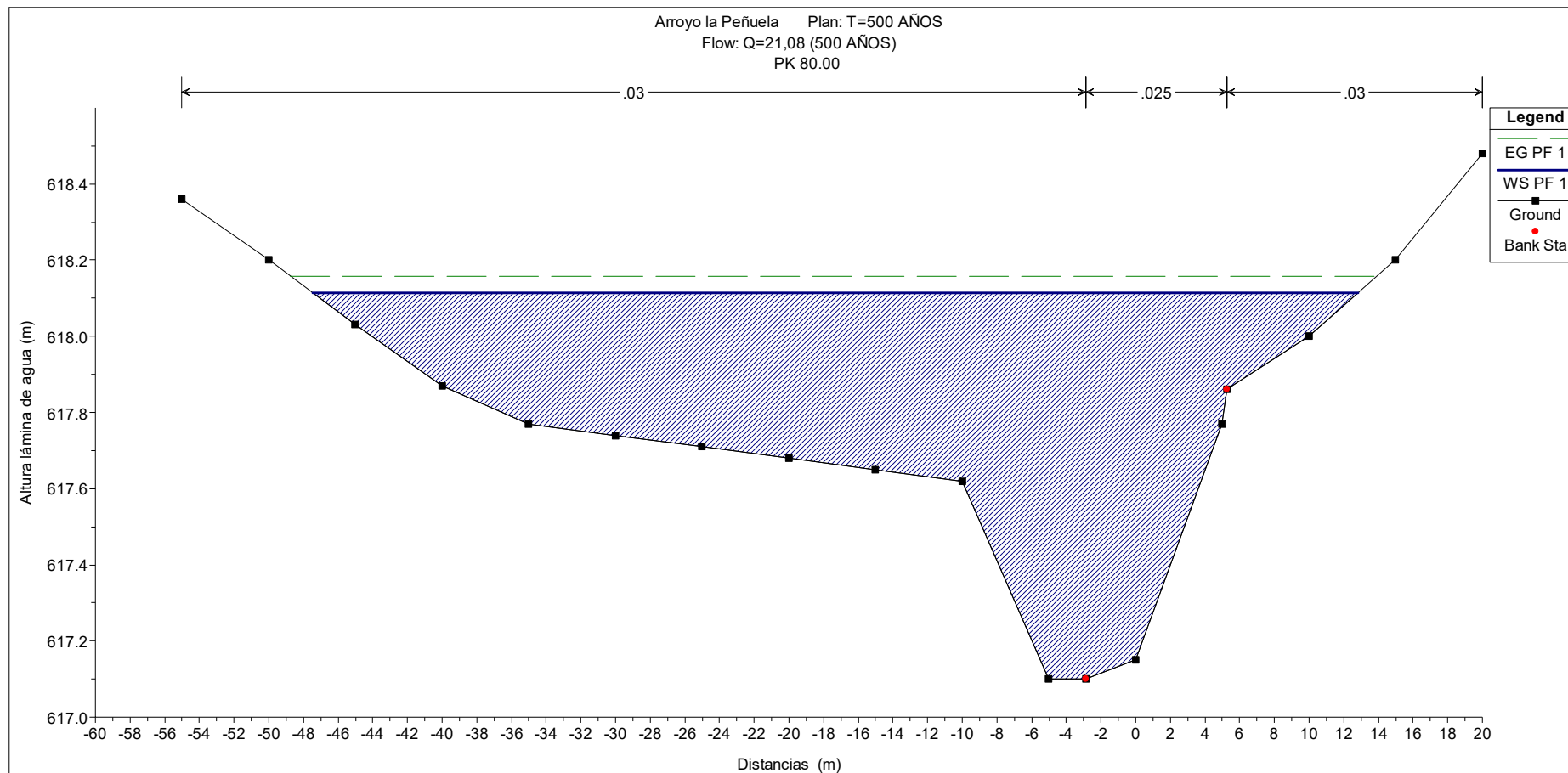


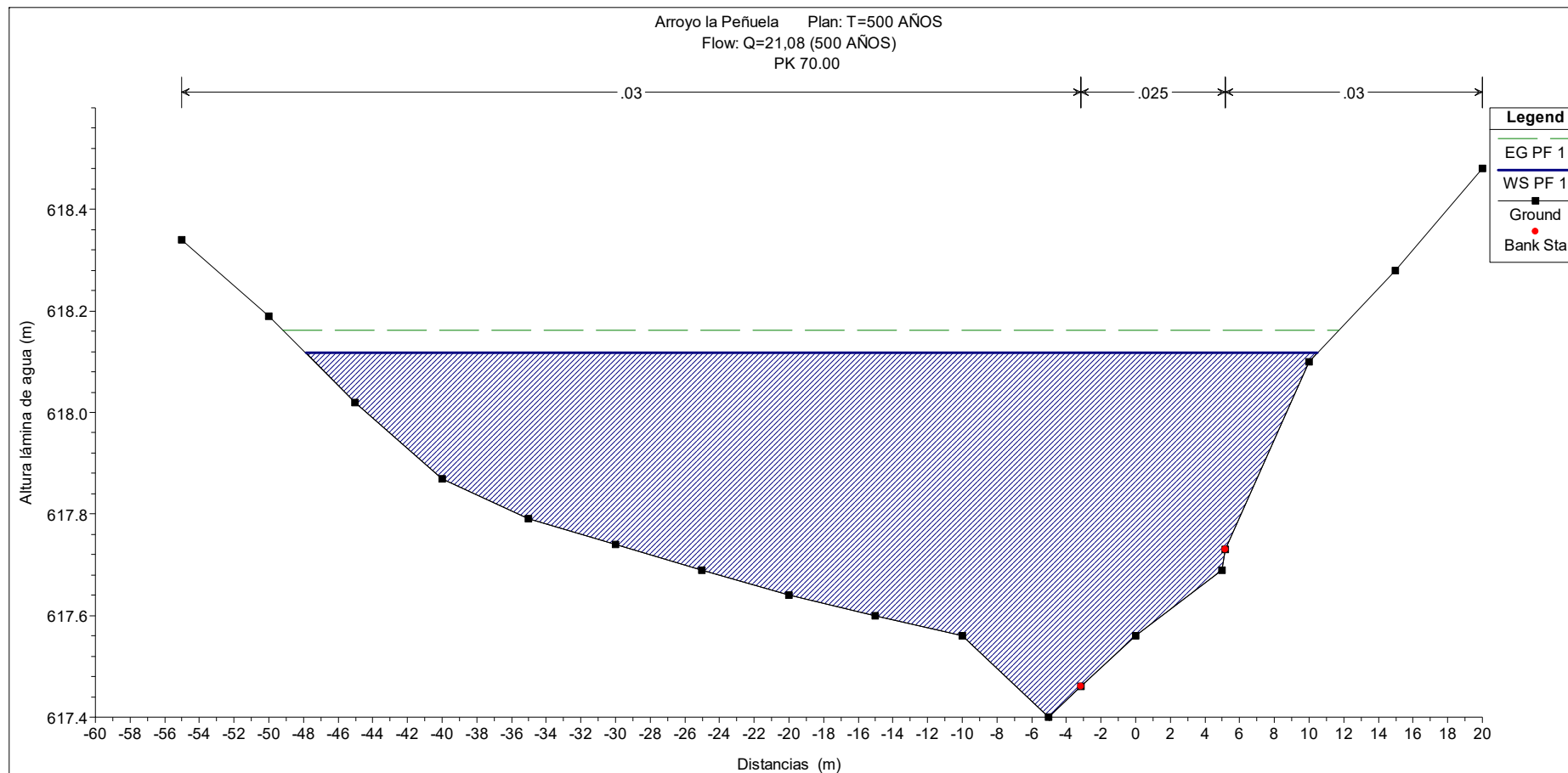


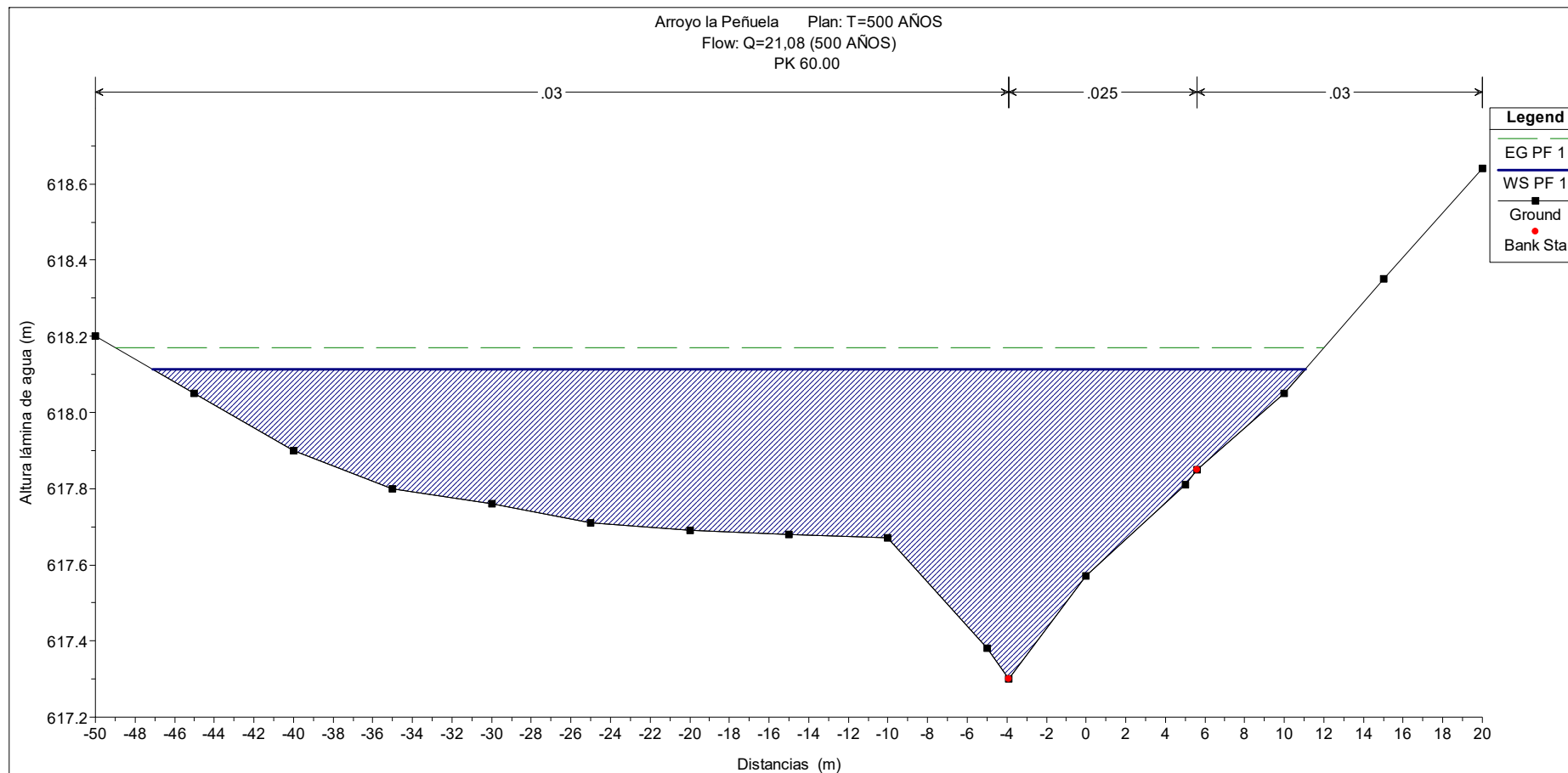


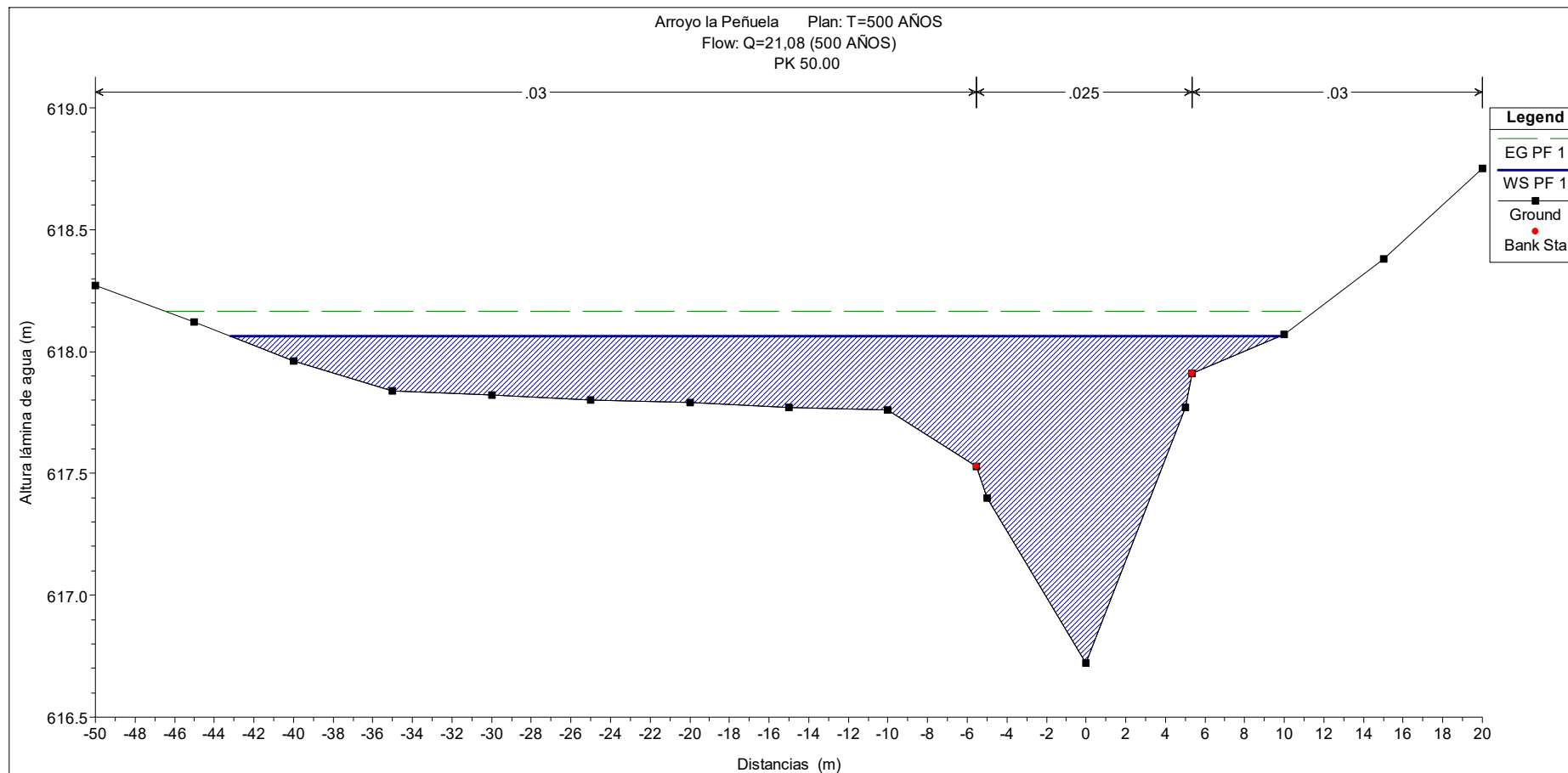


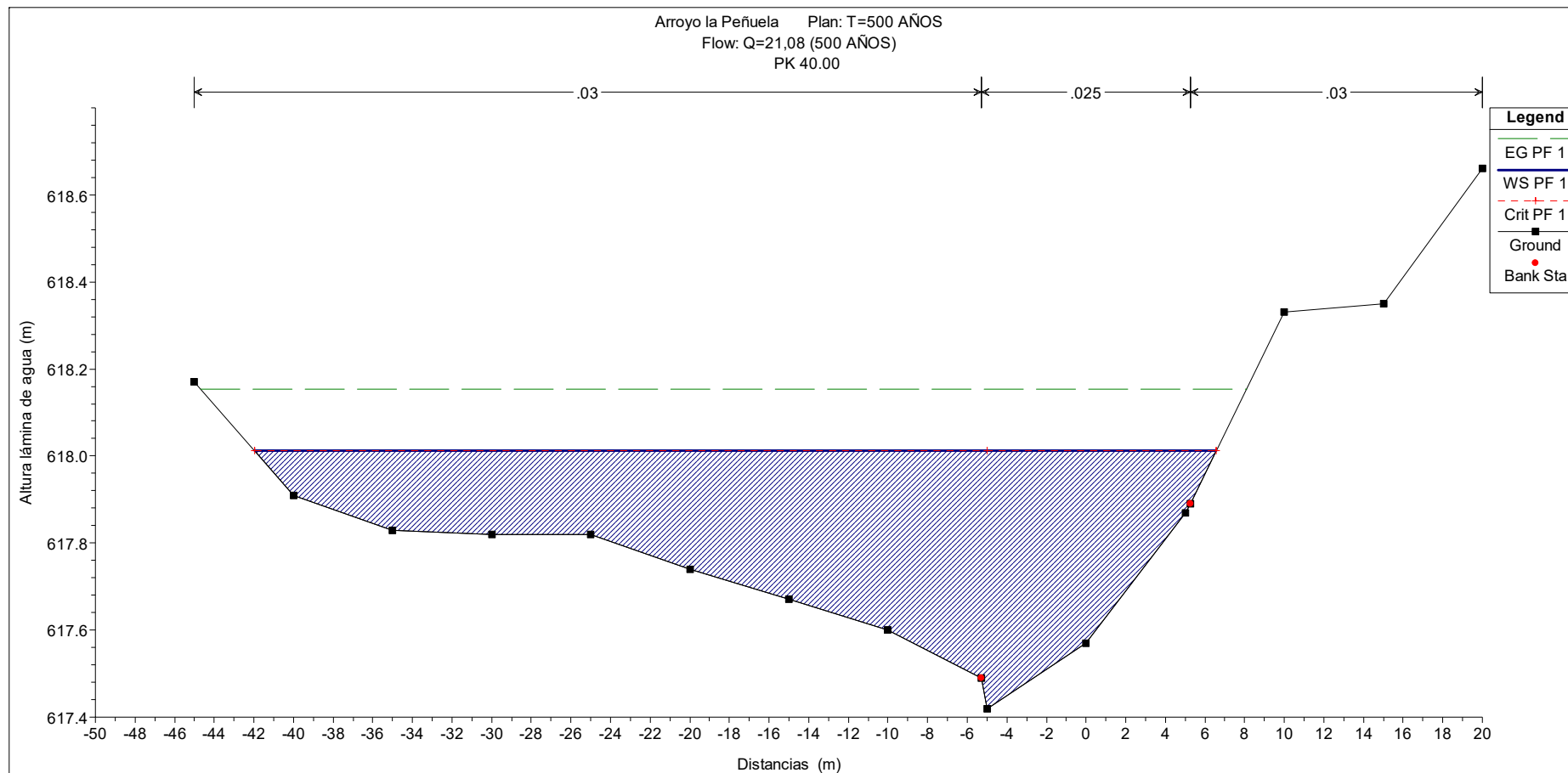


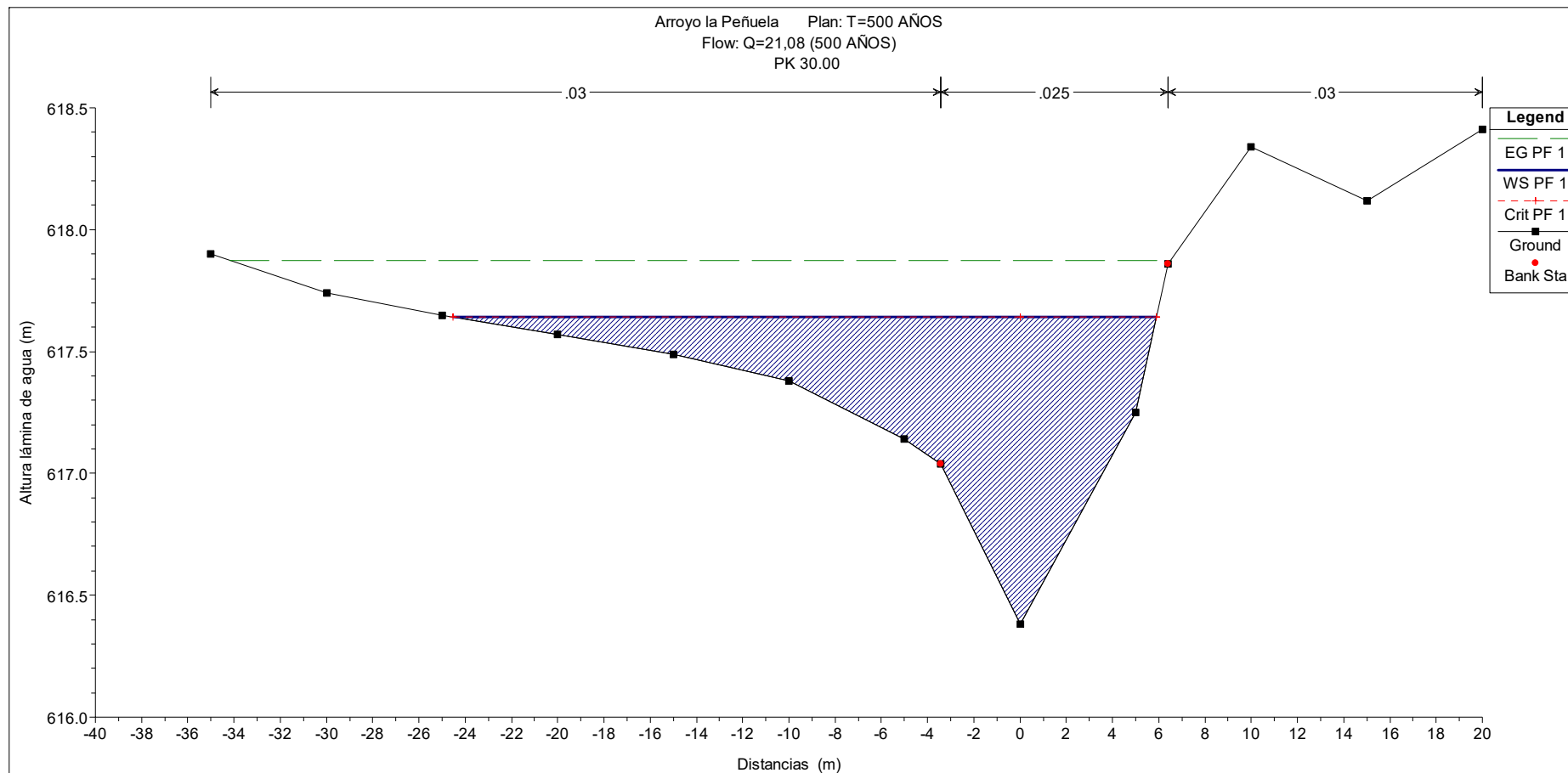


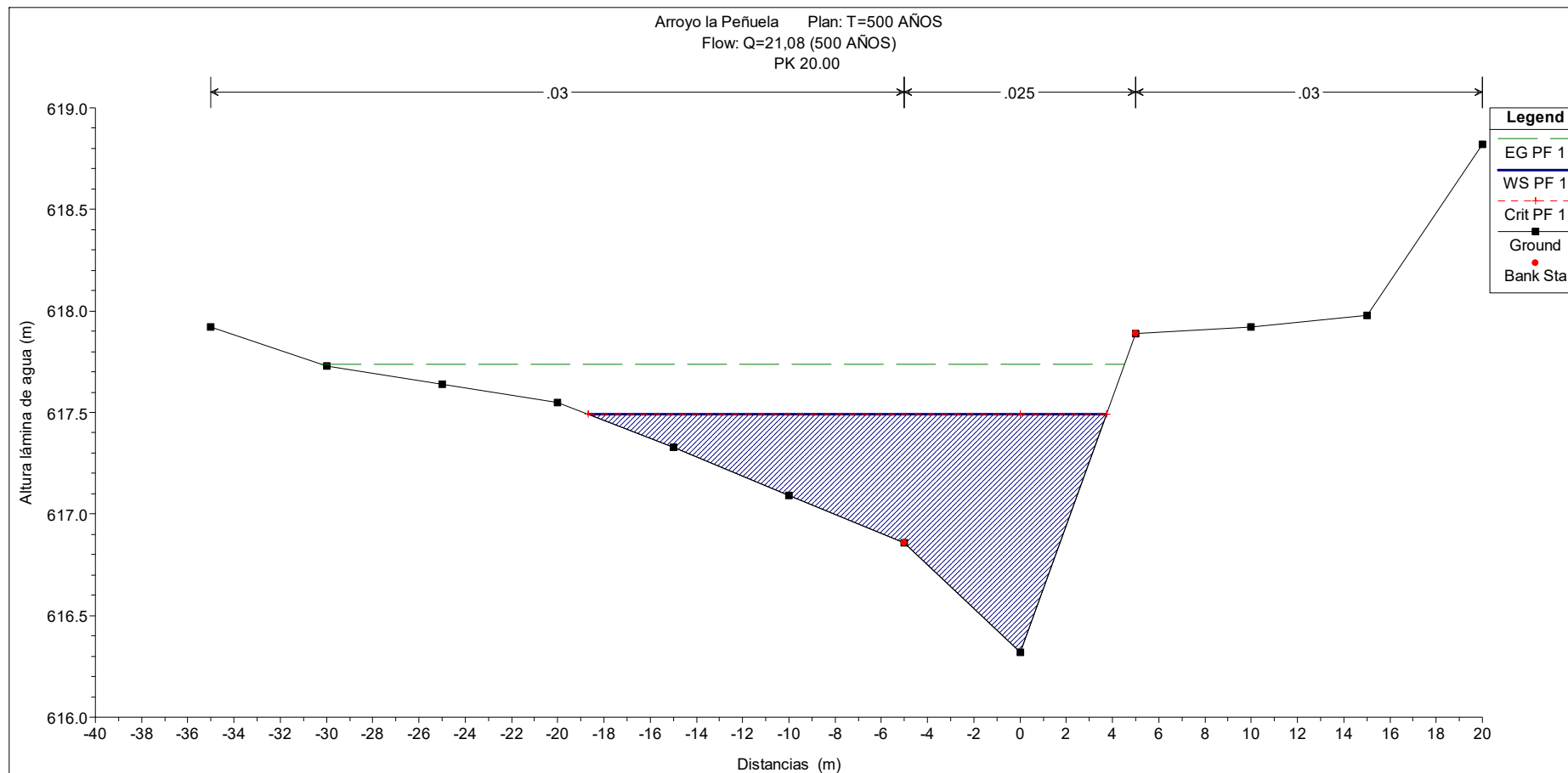


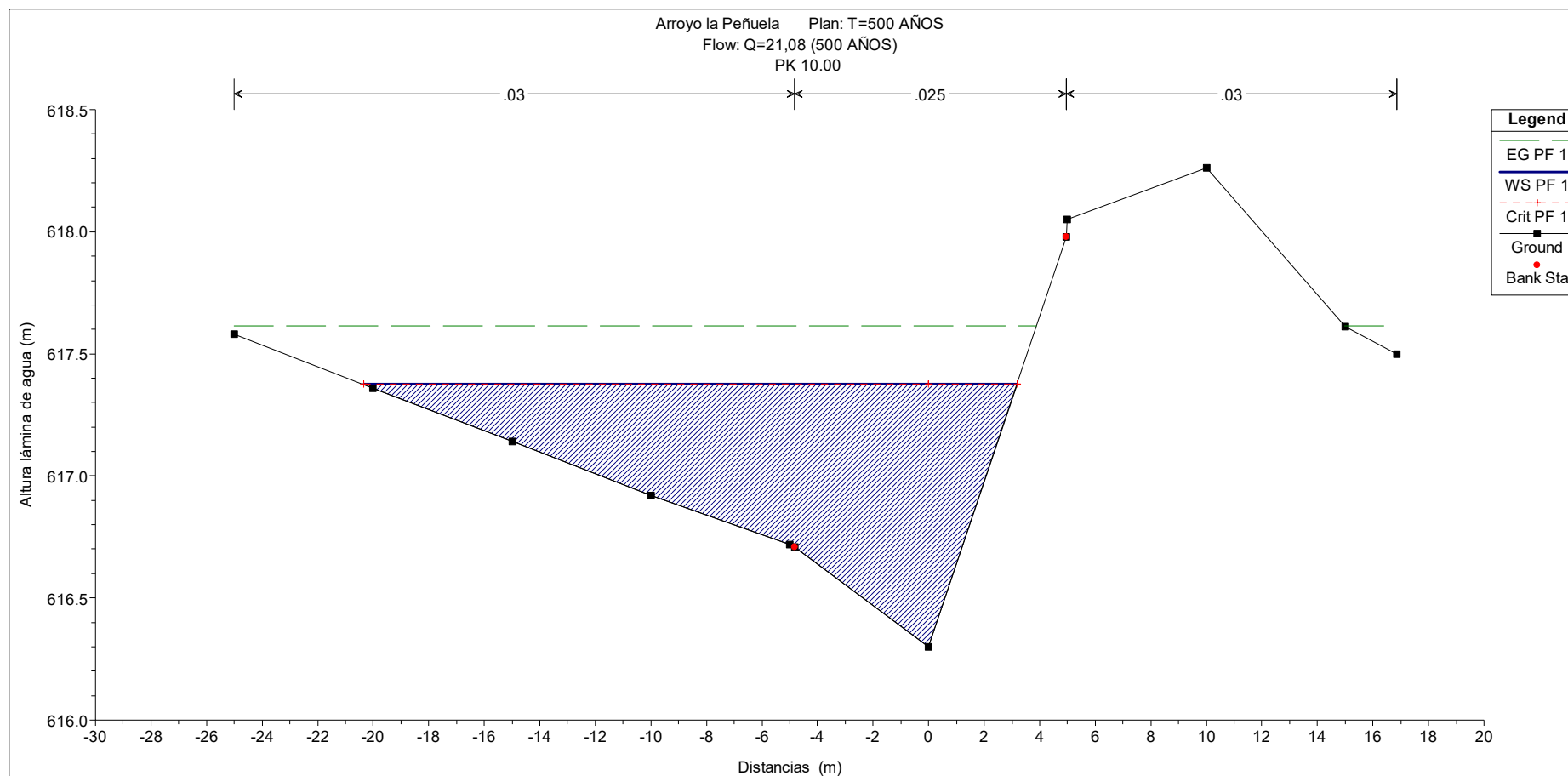


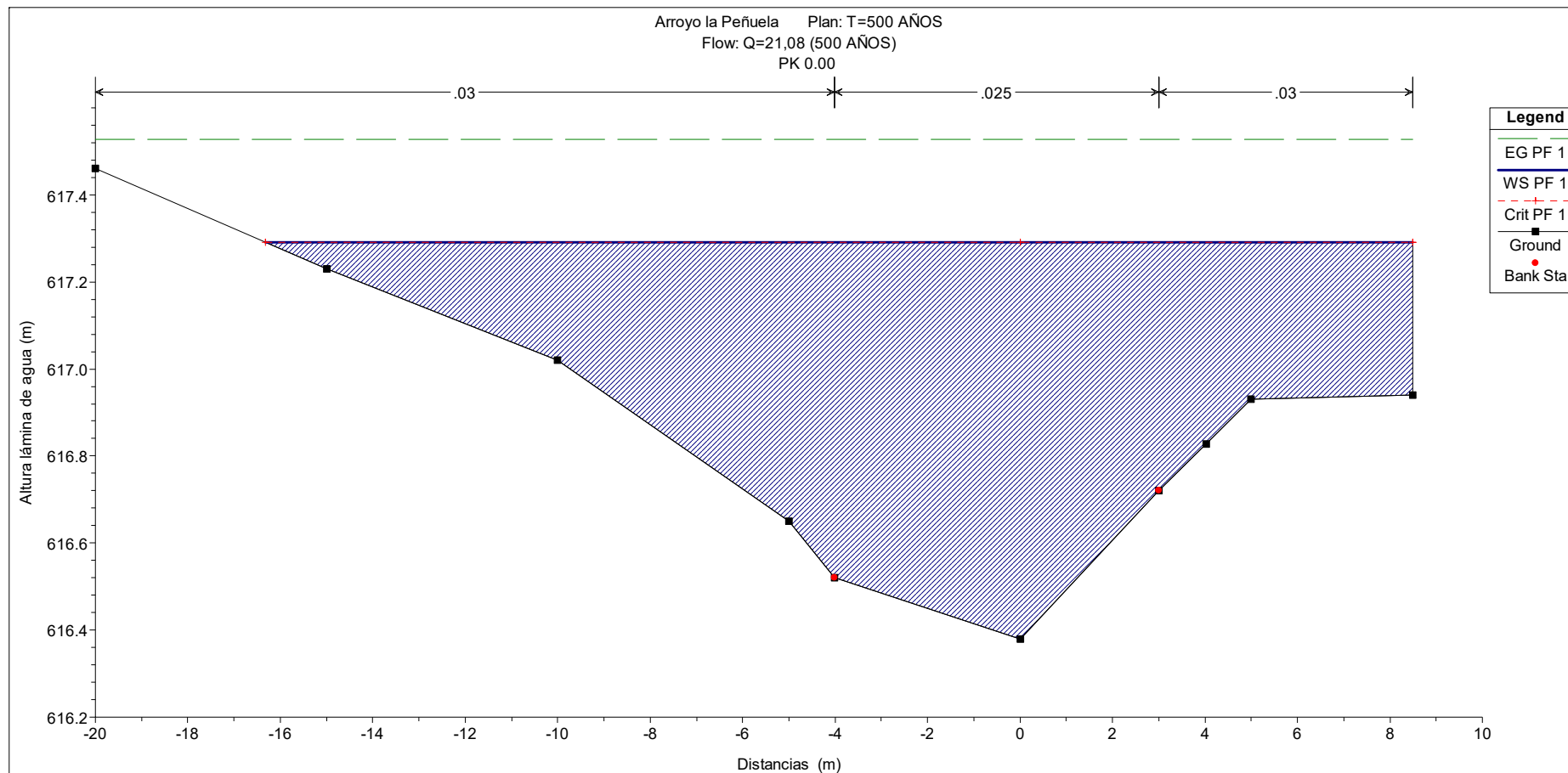






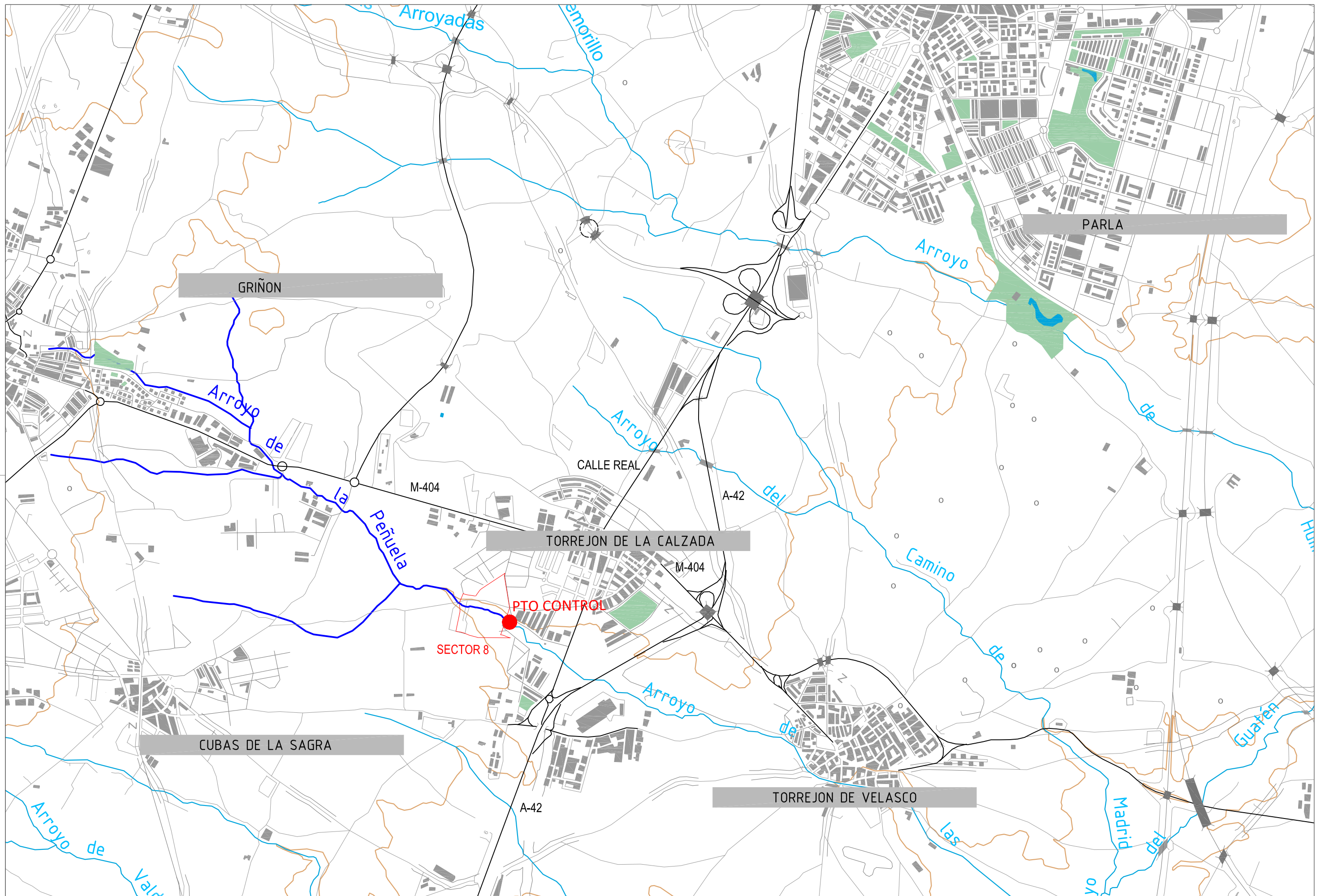




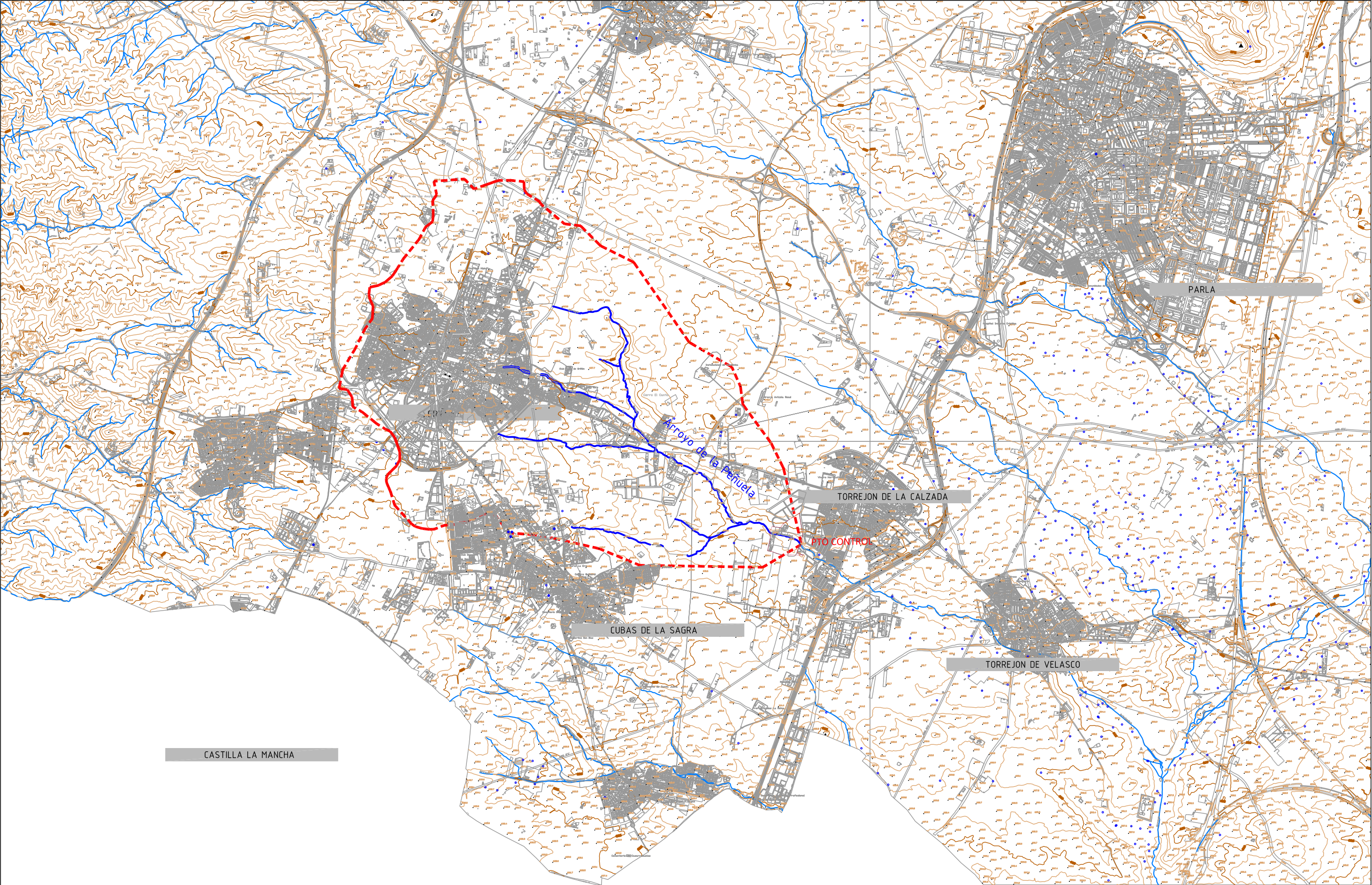


II.- PLANOS

1.-LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL

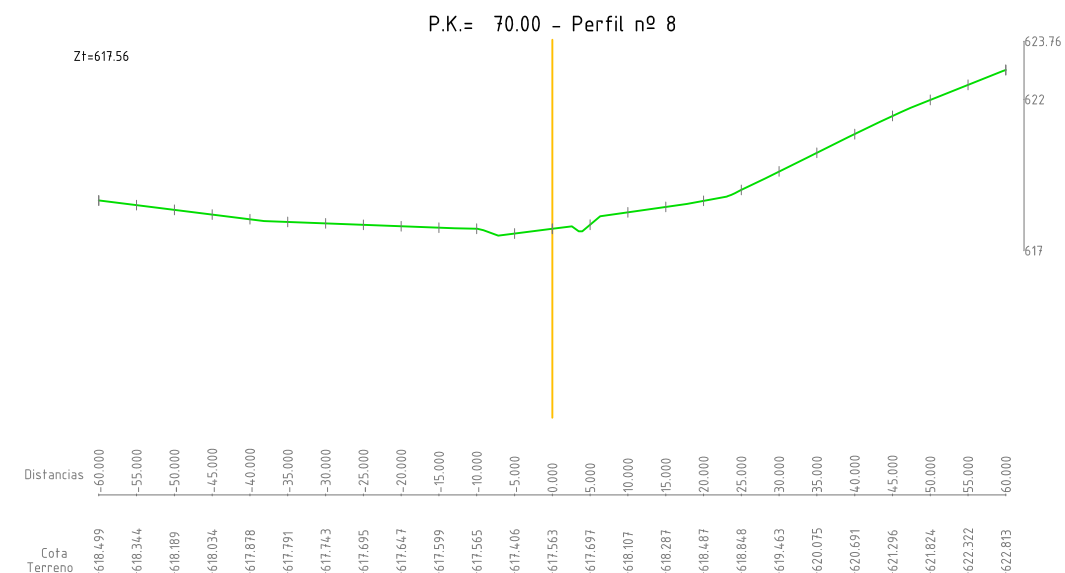
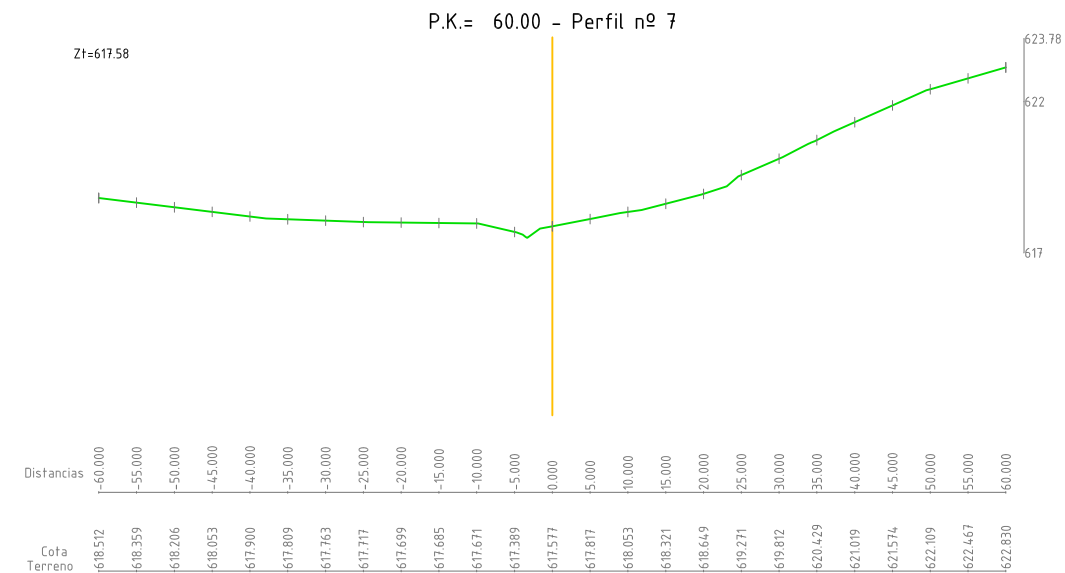


2.-IDENTIFICACIÓN DE LA CUENCA VERTIENTE



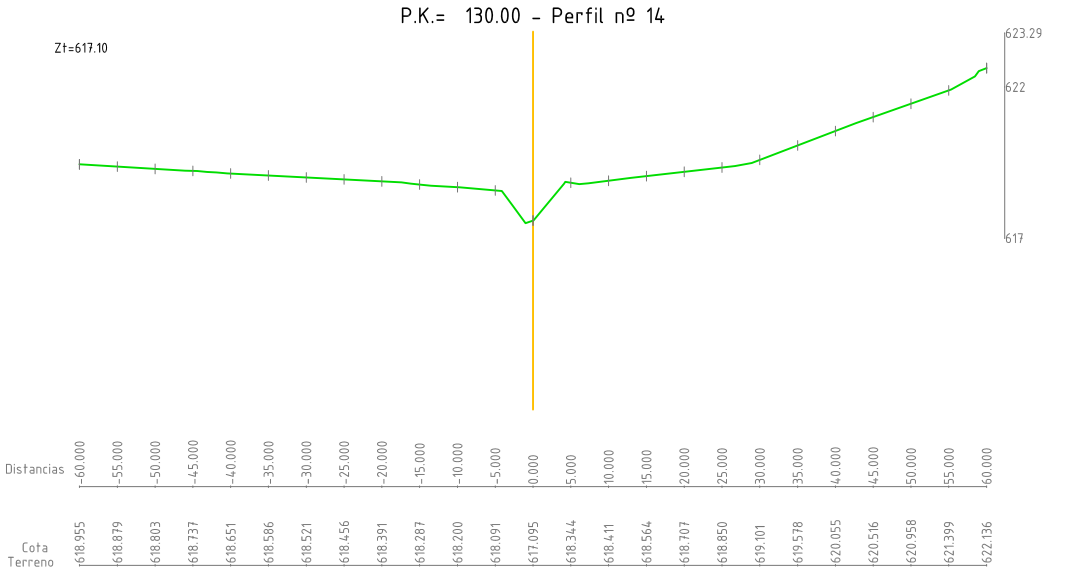
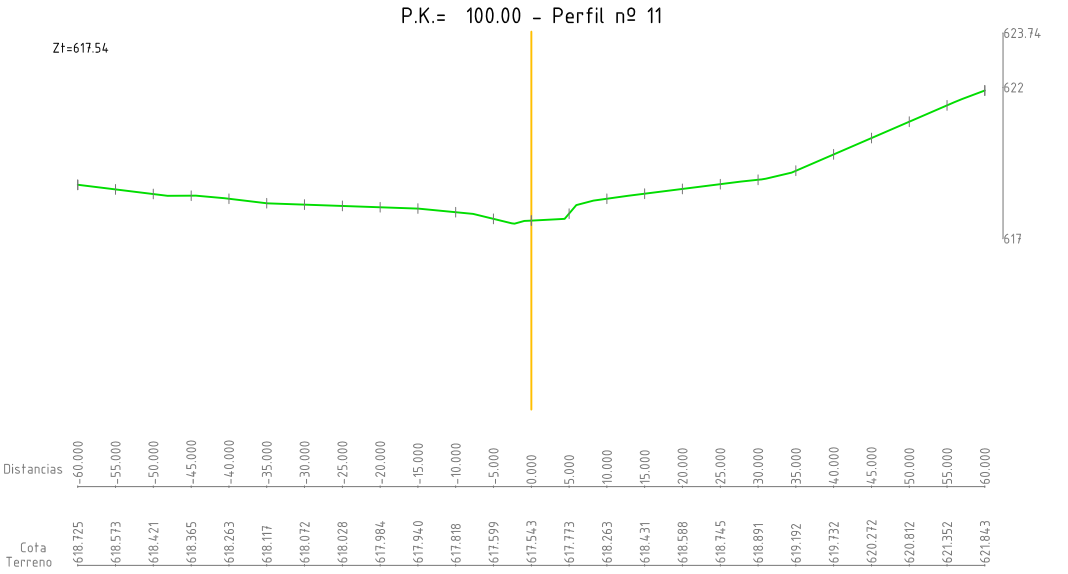
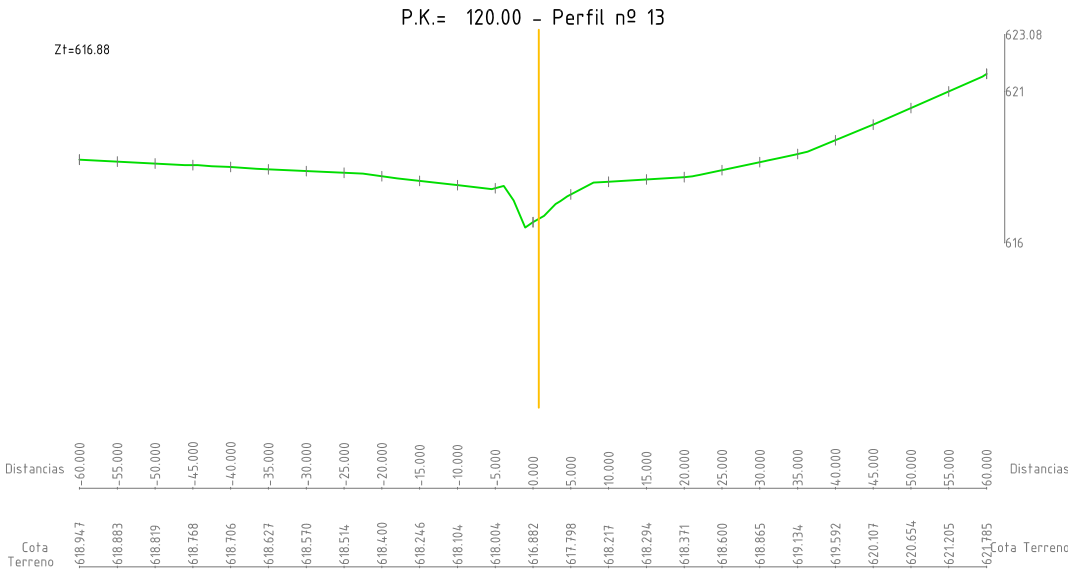
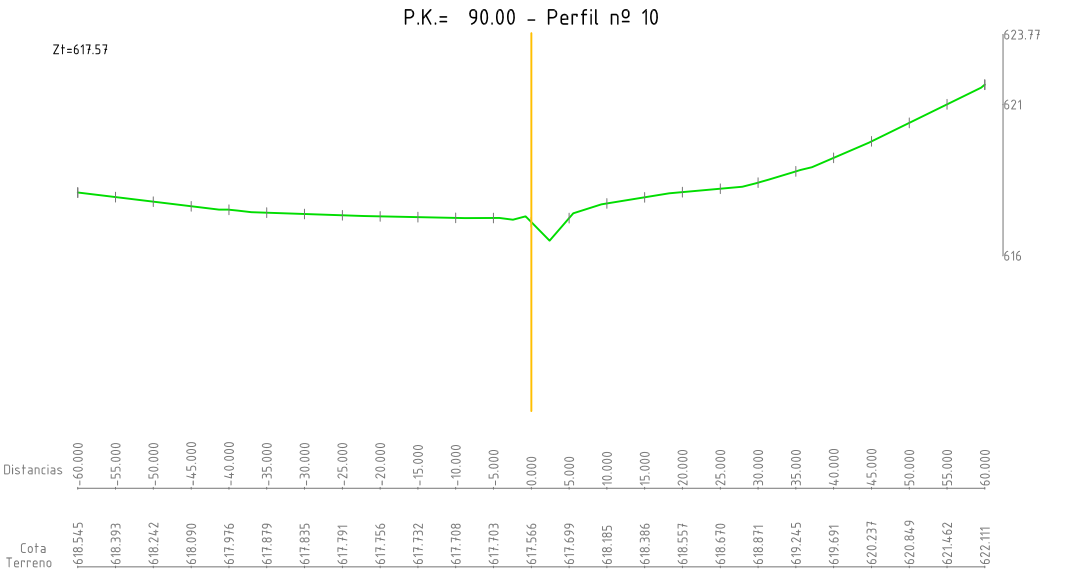
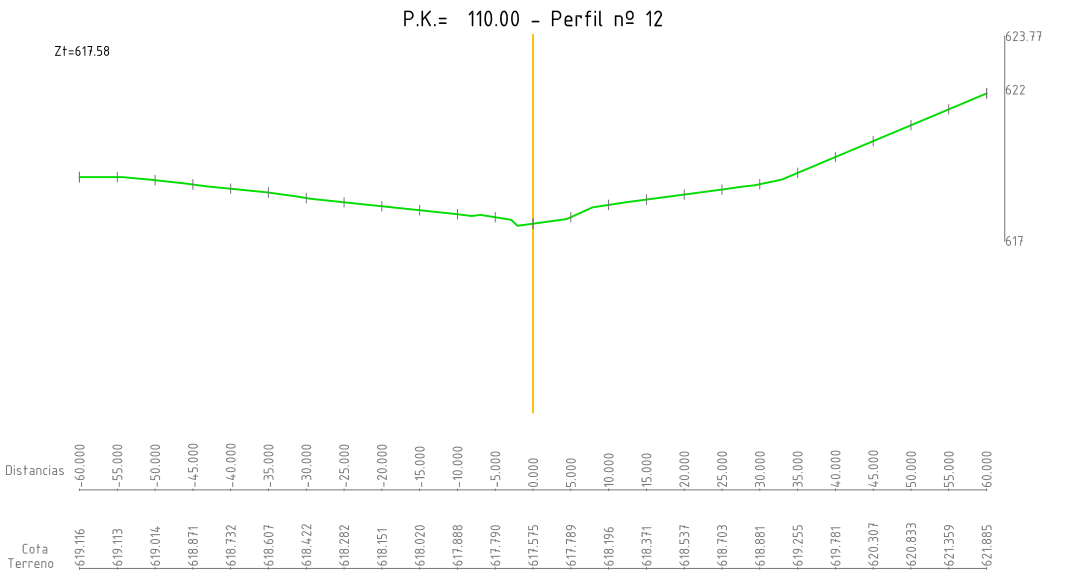
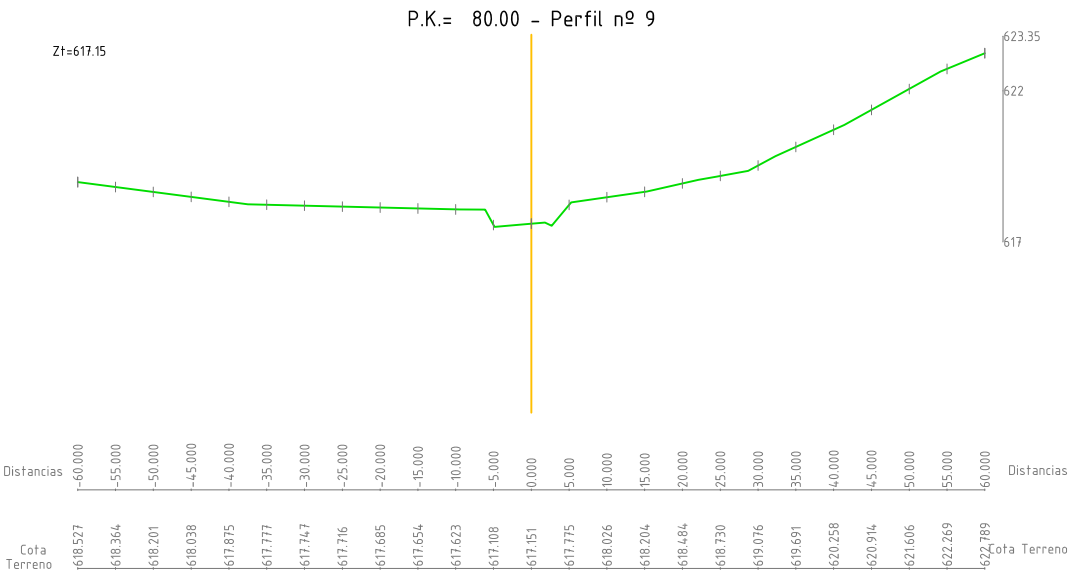
3.- IDENTIFICACION DE SECCIONES

4.-SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO



PLANO:	SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO	PLANO Nº:	4.1
--------	-------------------------------------	-----------	-----

FECHA:	DICIEMBRE 2019
--------	----------------



PROYECTISTA:
D. PAULA RODRÍGUEZ GARCÍA
IC. NºCOL: 22.281

PROMOTOR:
ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DE TERRENOS INCLUIDOS EN LA DELIMITACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA
C/ Jeromín, nº 21, 1ª A, 28911, Leganés, (Madrid).
CIF: G-88.354584

AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.L.
C/ GOYA 21, BAJO A
28220 - MAJADAHONDA (MADRID)
TLF: 91 602 81 58 -- FAX: 91 602 88 19



PROYECTO:
URBANIZACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA

PLANO:
SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO

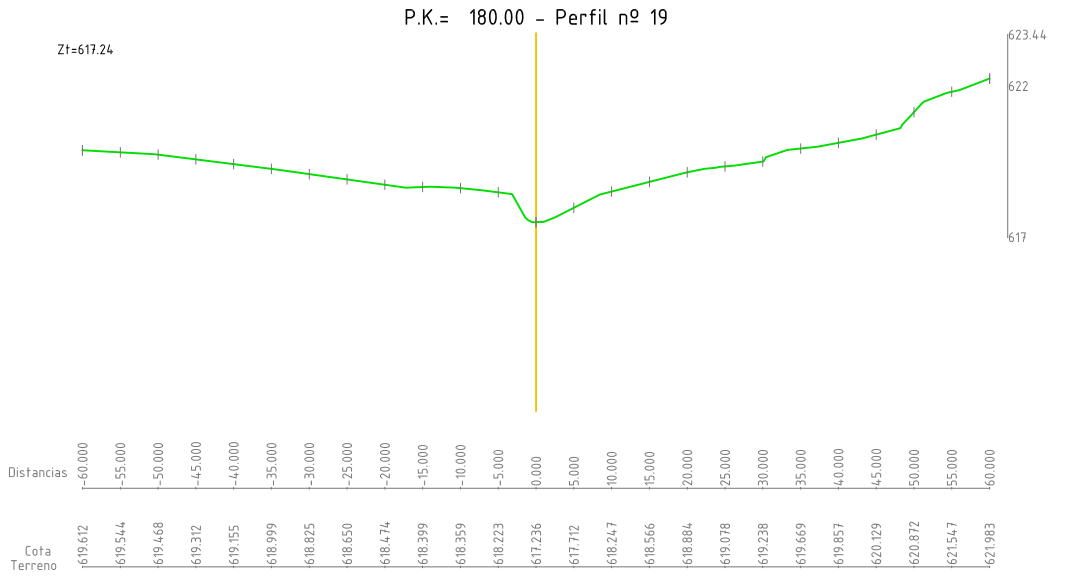
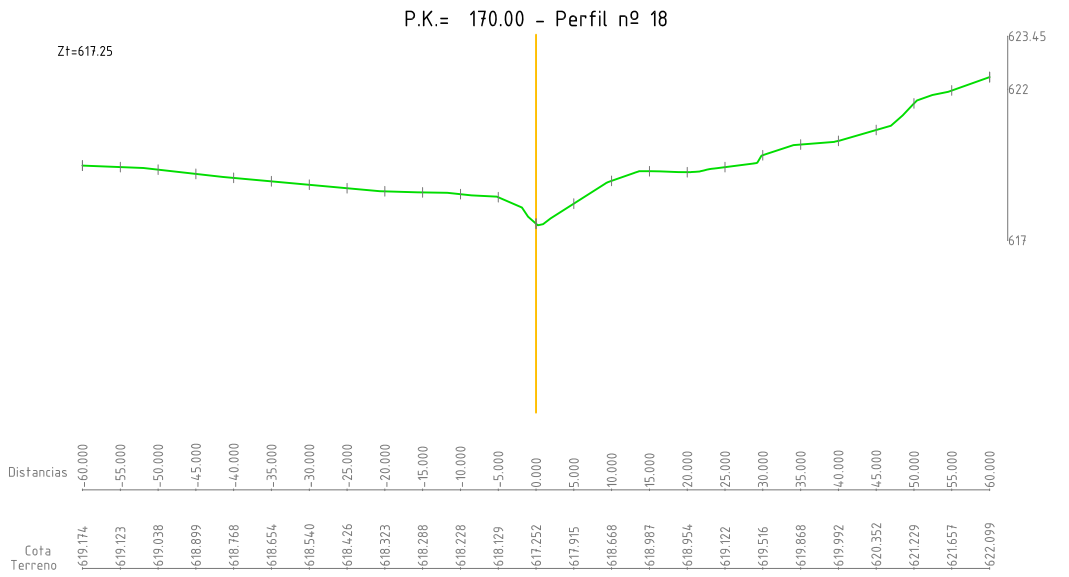
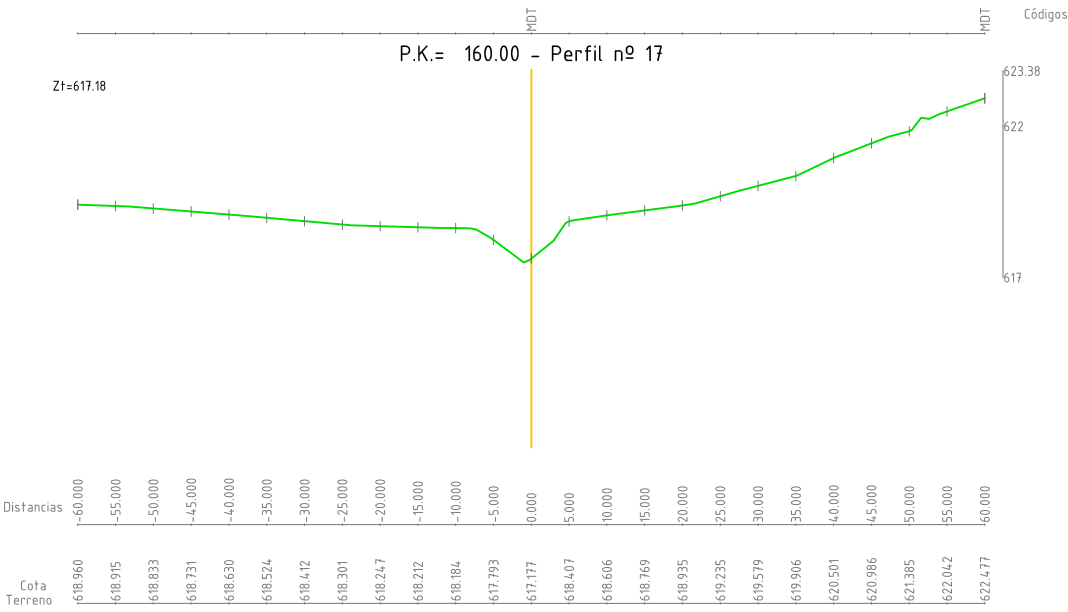
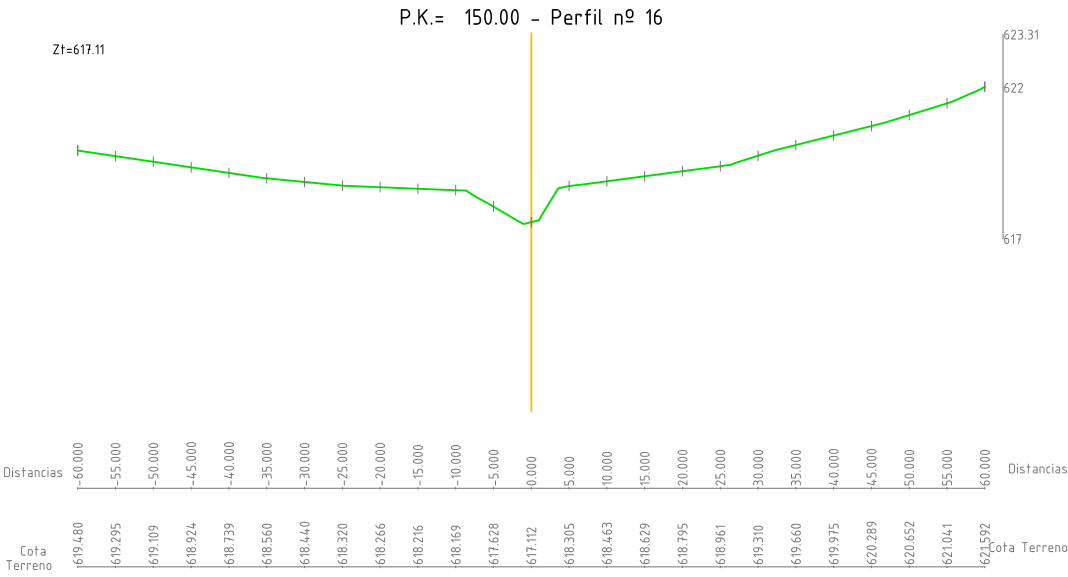
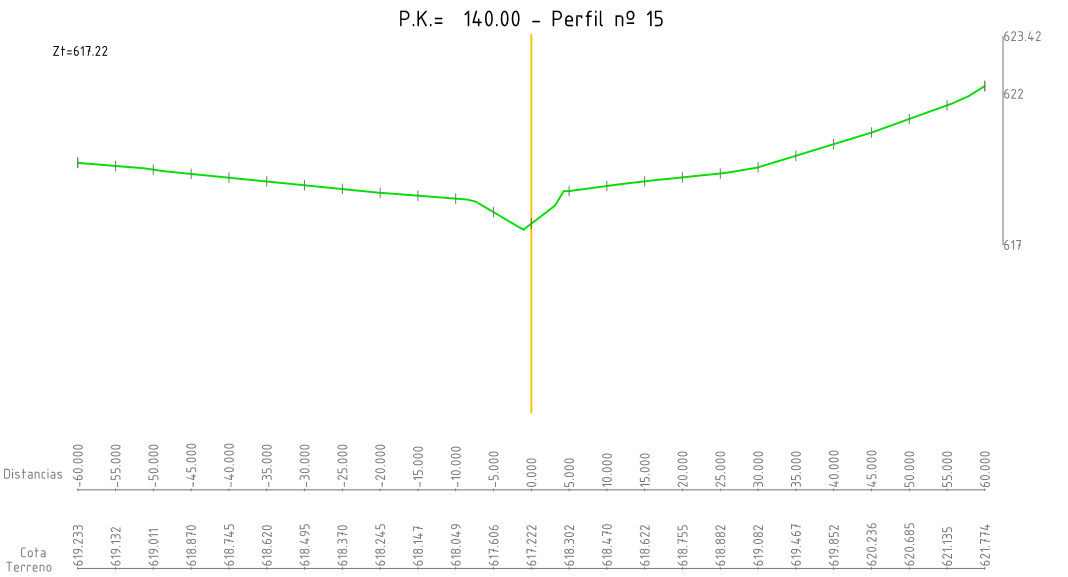
PLANO Nº:
4.2

ESCALA GRÁFICA:
10 0 20 50

ESCALA:
EH_1.000/EV:250

ORIENTACIÓN:
N

FECHA:
DICIEMBRE 2019



PROYECTISTA:
D. PAULA RODRÍGUEZ GONZ
IC. N°COL: 22.281

PROMOTOR:
ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DE TERRENOS INCLUIDOS EN LA DELIMITACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA
C/ Jeromín, nº 21, 1ª A, 28911, Leganés, (Madrid).
CIF: G-88.354584

AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.L.
C/ GOYA 21, BAJO A
28220 - MAJADAHONDA (MADRID)
TLF: 91 602 81 58 -- FAX: 91 602 88 19



PROYECTO:
URBANIZACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJON DE LA CALZADA

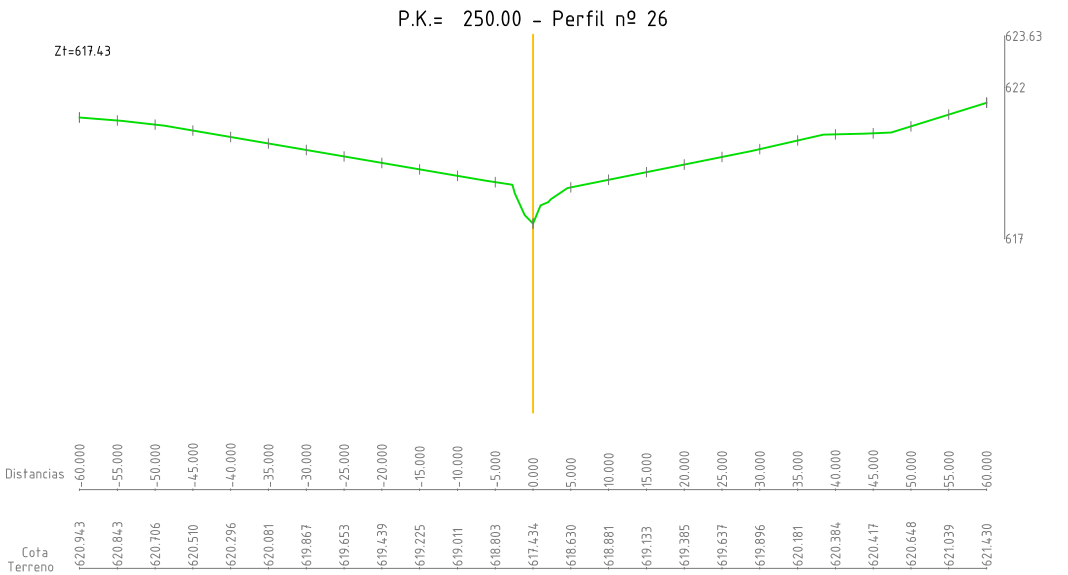
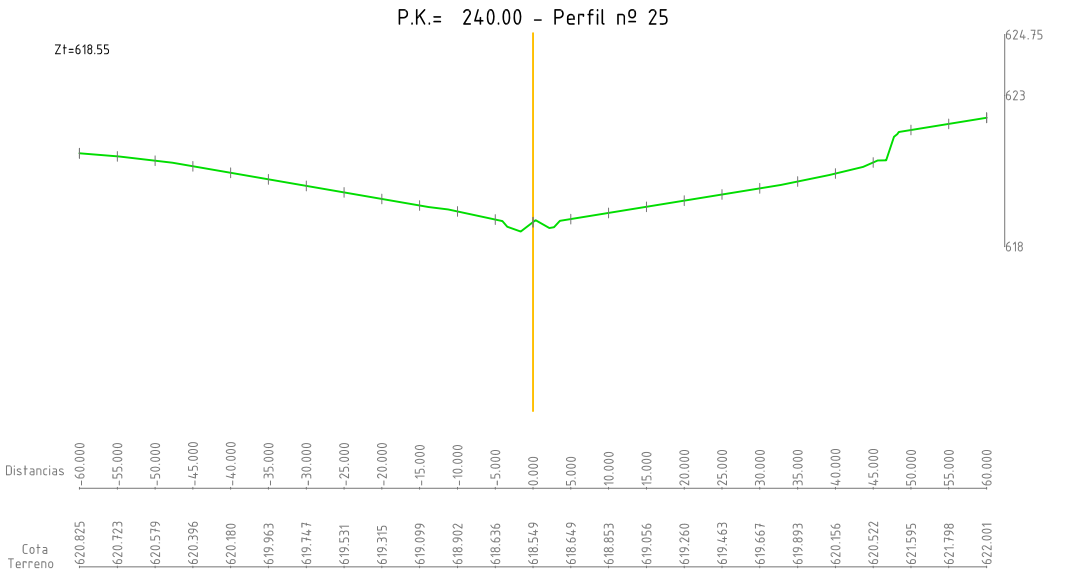
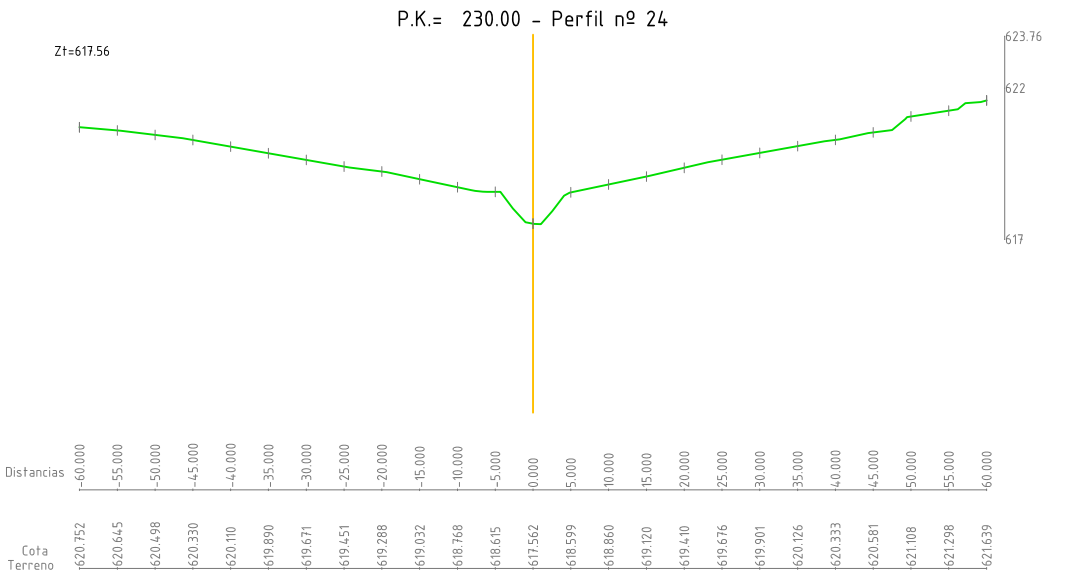
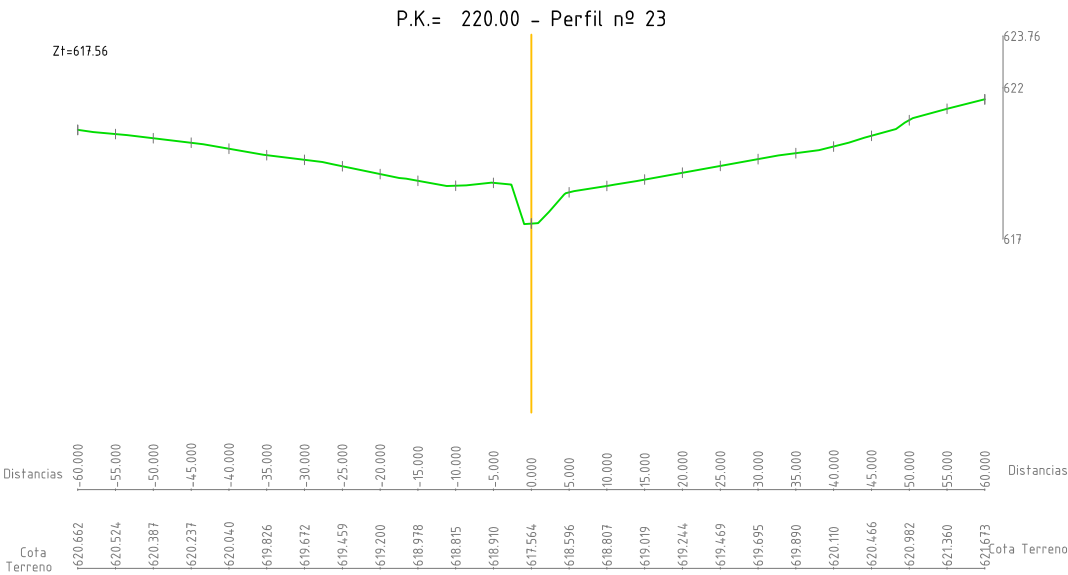
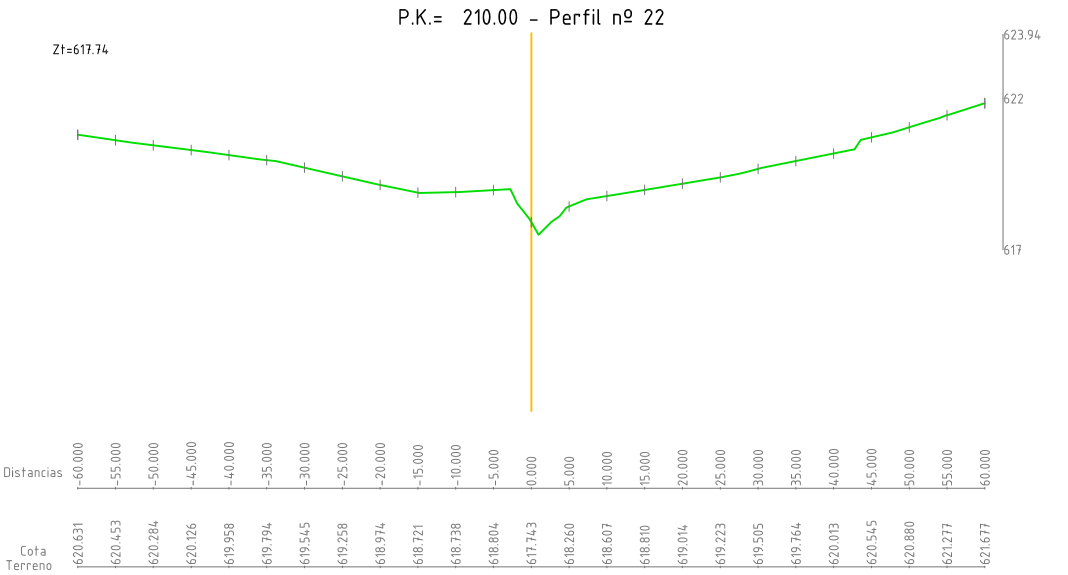
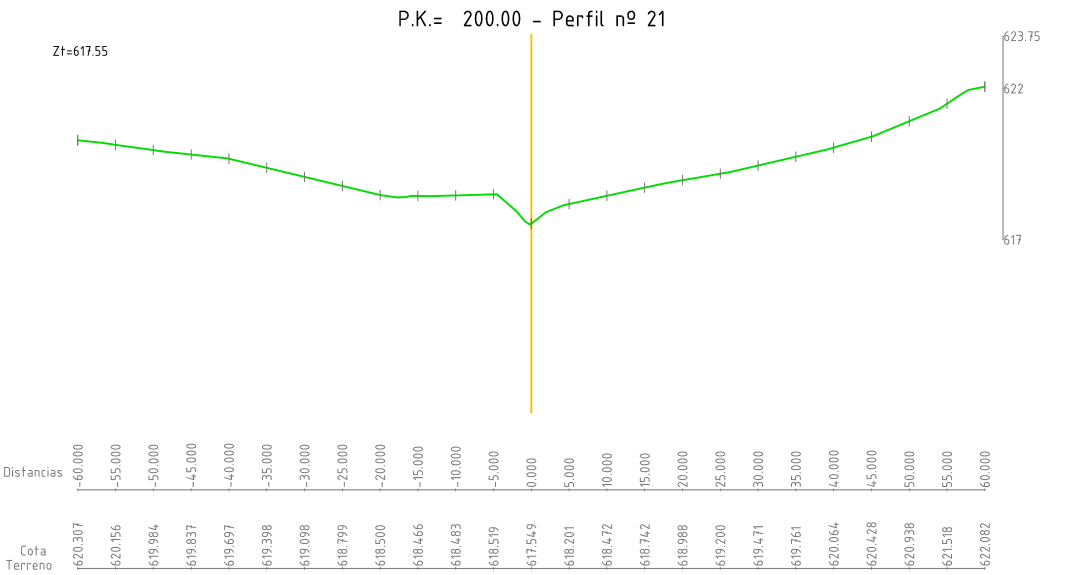
PLANO:
SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO

ESCALA GRÁFICA:
10 0 20 50

ESCALA:
EH_1000/EV:250

ORIENTACIÓN:
N

FECHA:
DICIEMBRE 2019



PROYECTISTA:
D. PAULA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
I.C. NºCOL: 22.281

PROMOTOR:
ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DE TERRENOS INCLUIDOS EN LA DELIMITACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA
C/ Jeromín, nº 21, 1º A, 28911, Leganés, (Madrid).
CIF: G-88.354584

AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.L.
C/ GOYA 21, BAJO A
28220 - MAJADAHONDA (MADRID)
TLF: 91 602 81 58 -- FAX: 91 602 88 19



PROYECTO:
URBANIZACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJON DE LA CALZADA

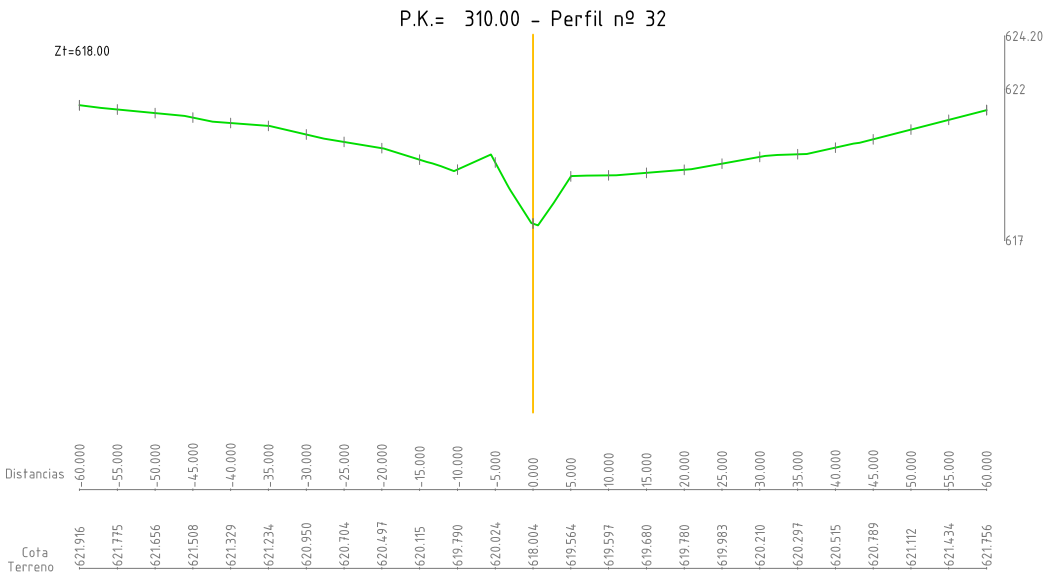
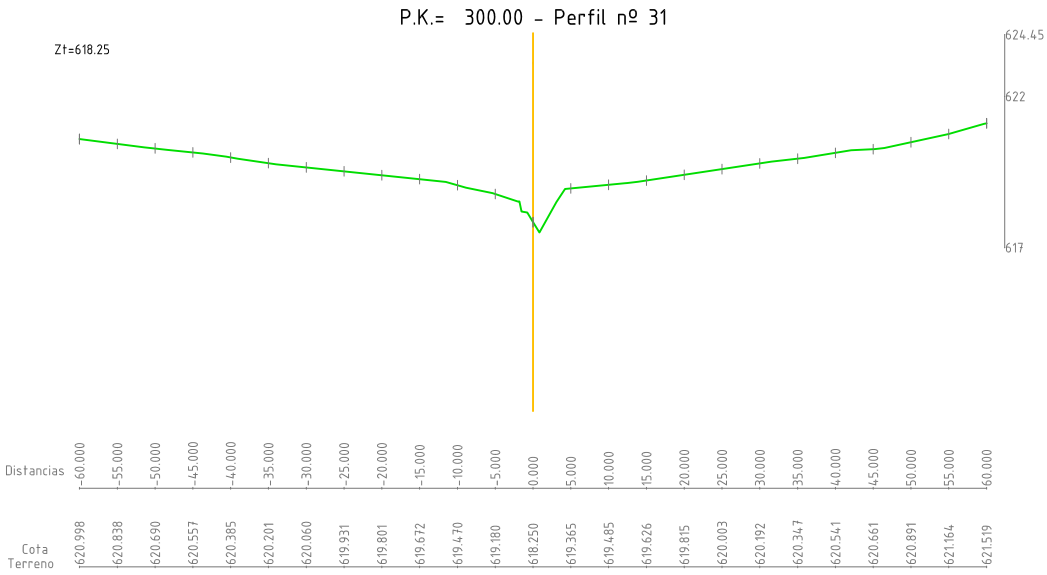
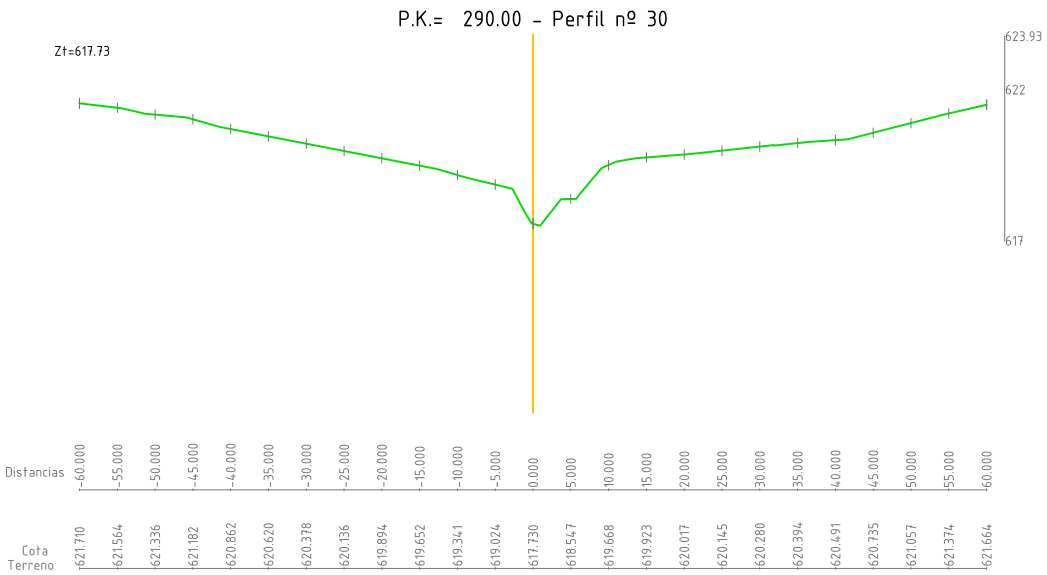
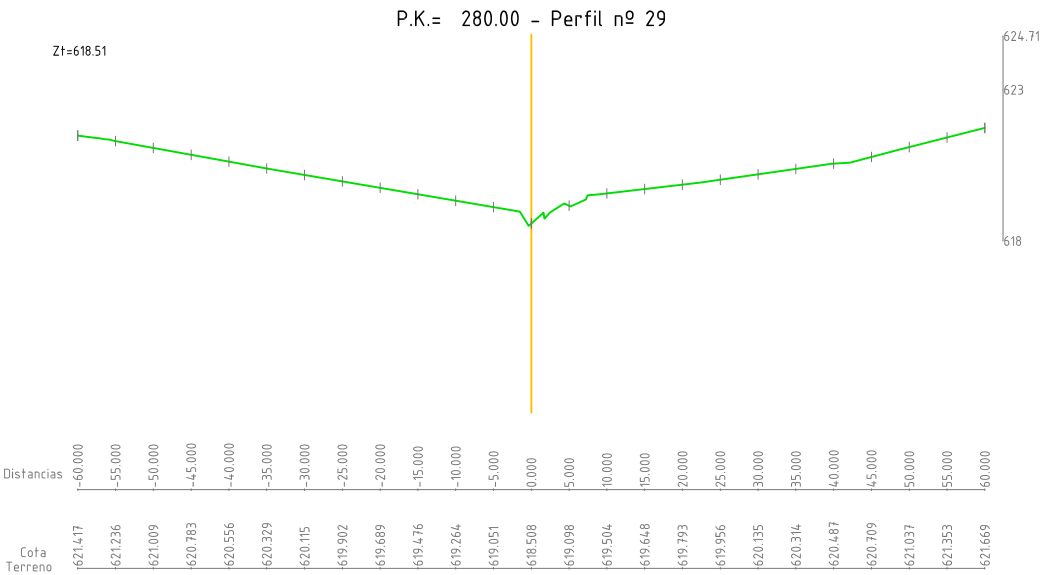
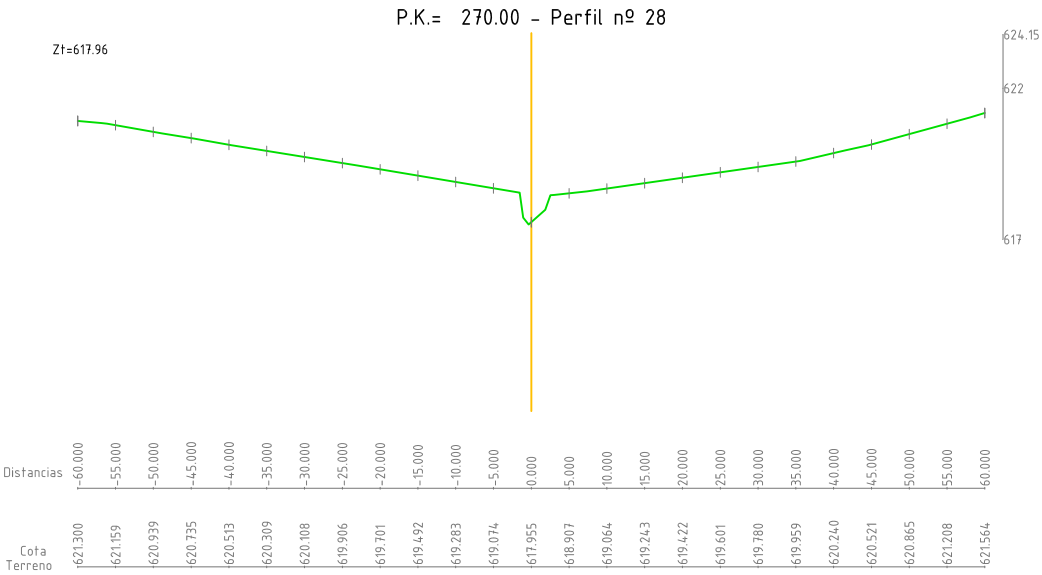
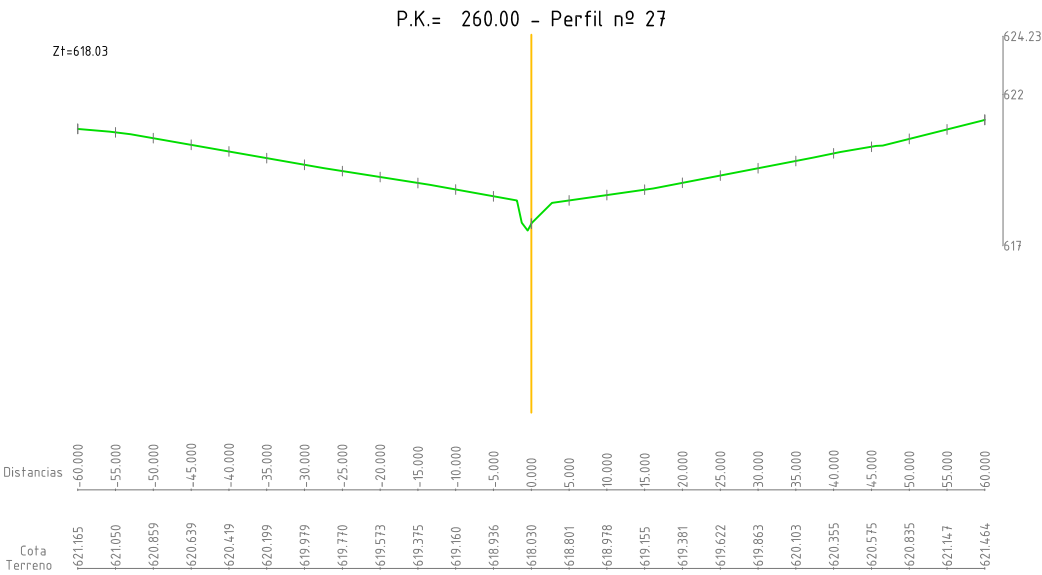
PLANO:
SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO

ESCALA GRÁFICA:
10 0 20 50

ESCALA:
EH_1000/EV:250

ORIENTACIÓN:
N

FECHA:
DICIEMBRE 2019



PROYECTISTA:
D. PAULA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
IC. NºCOL: 22.281

AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.L.
C/ GOYA 21, BAJO A
28220 - MAJADAHONDA (MADRID)
TLF: 91 602 81 58 -- FAX: 91 602 88 19

PROMOTOR:
ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS DE TERRENOS INCLUIDOS EN LA DELIMITACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJÓN DE LA CALZADA
C/ Jeromín, nº 21, 1º A, 28911, Leganés, (Madrid).
CIF: G-88.354584



PROYECTO:
URBANIZACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJON DE LA CALZADA

PLANO:
SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO

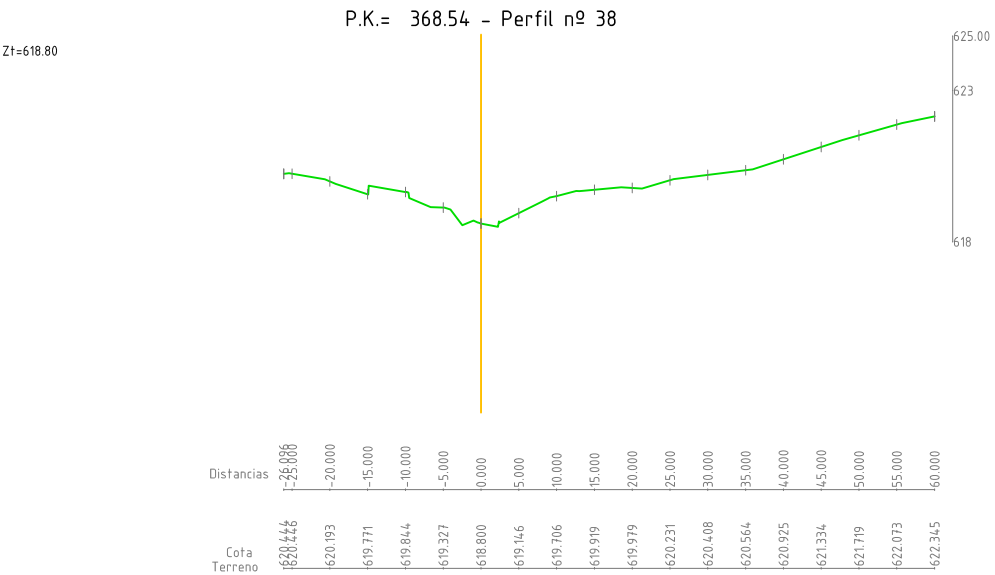
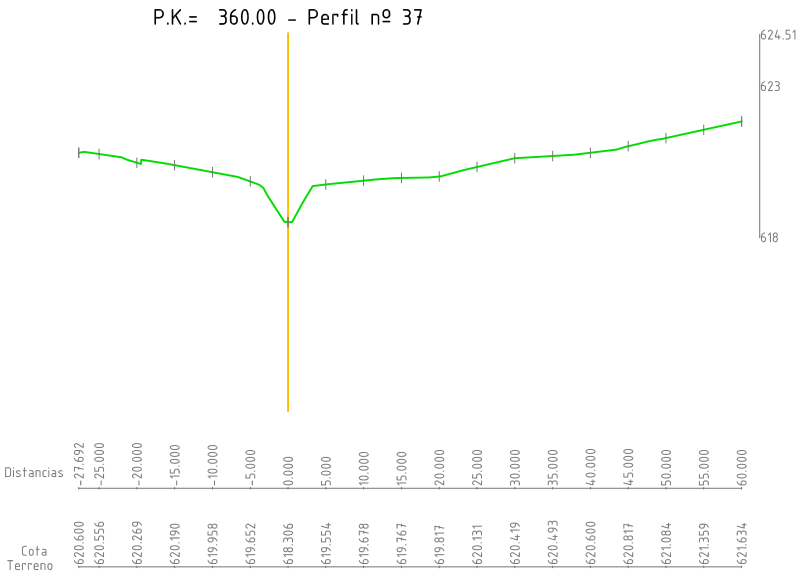
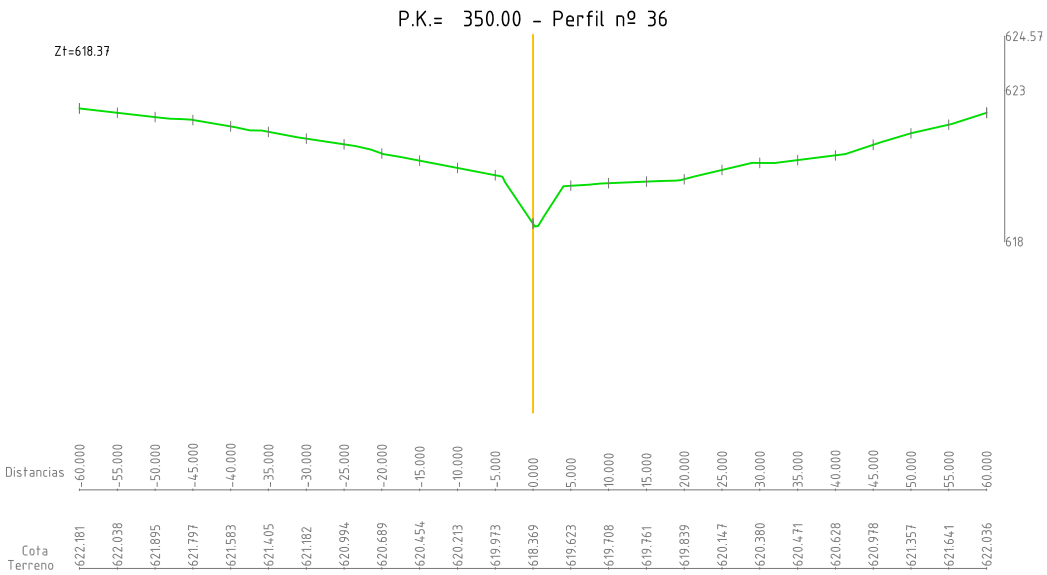
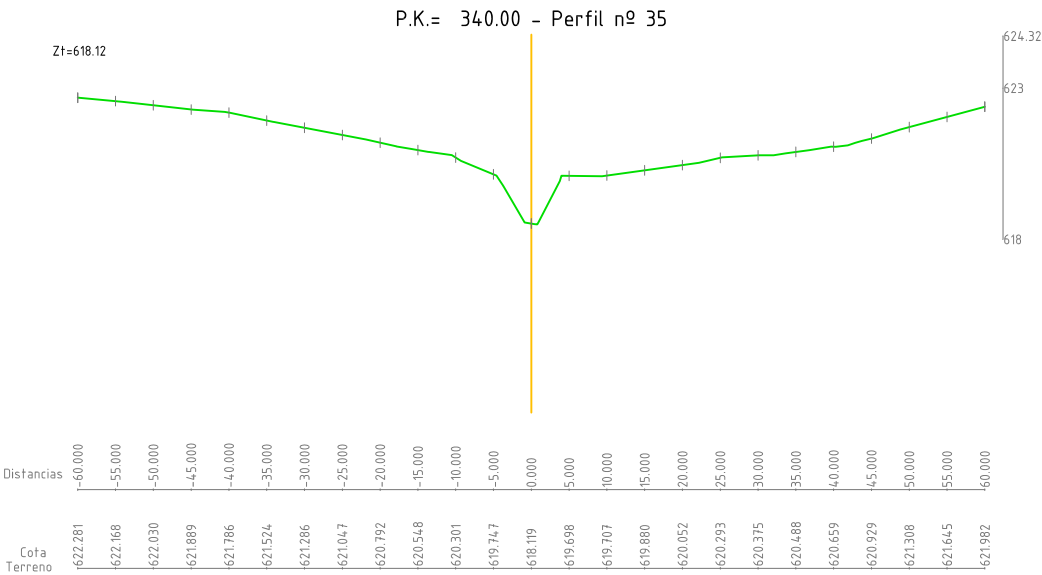
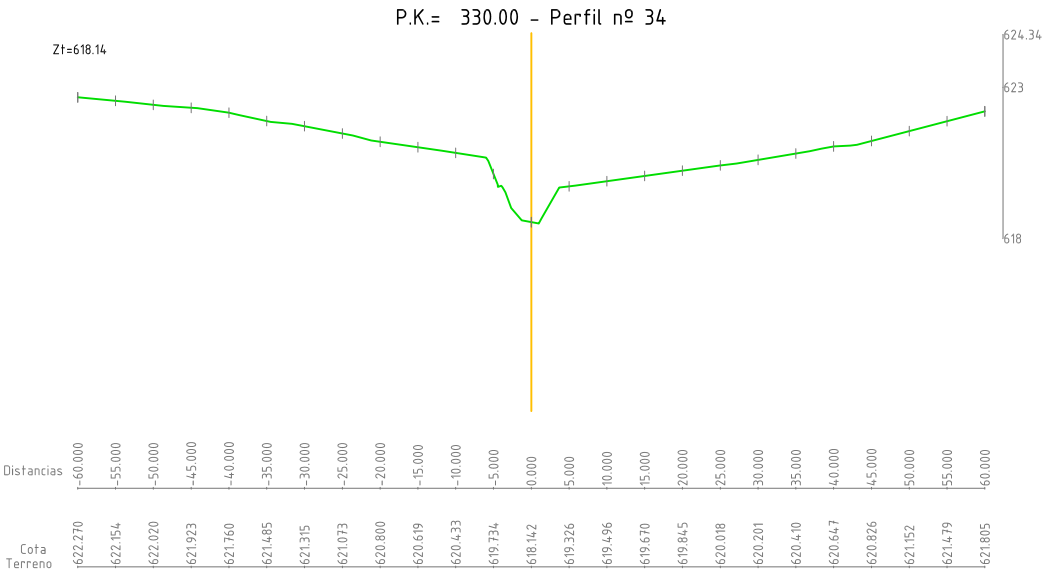
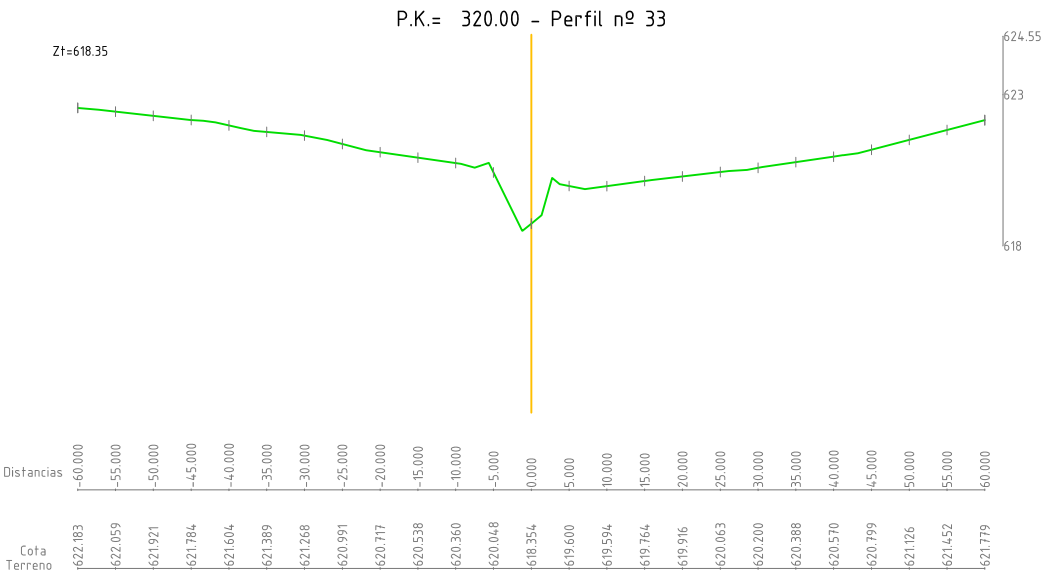
PLANO Nº:
4,5

ESCALA GRÁFICA:
10 0 20 50

ESCALA:
EH_1000/EV:250

ORIENTACIÓN:


FECHA:
DICIEMBRE 2019



PROYECTISTA:
D. PAULA RODRÍGUEZ GON
IC. NºCOL: 22.281

AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.L.
C/ GOYA 21, BAJO A
28220 - MAJADAHONDA (MADRID)
TLF: 91 602 81 58 -- FAX: 91 602 88 19



PROYECTO:
URBANIZACIÓN DEL SECTOR 8 DE LAS NNSS DE TORREJON DE LA CALZADA

PLANO:
SECCIONES ESTADO ACTUAL DEL TERRENO

PLANO Nº:
4.6

ESCALA GRÁFICA:
10 0 20 50

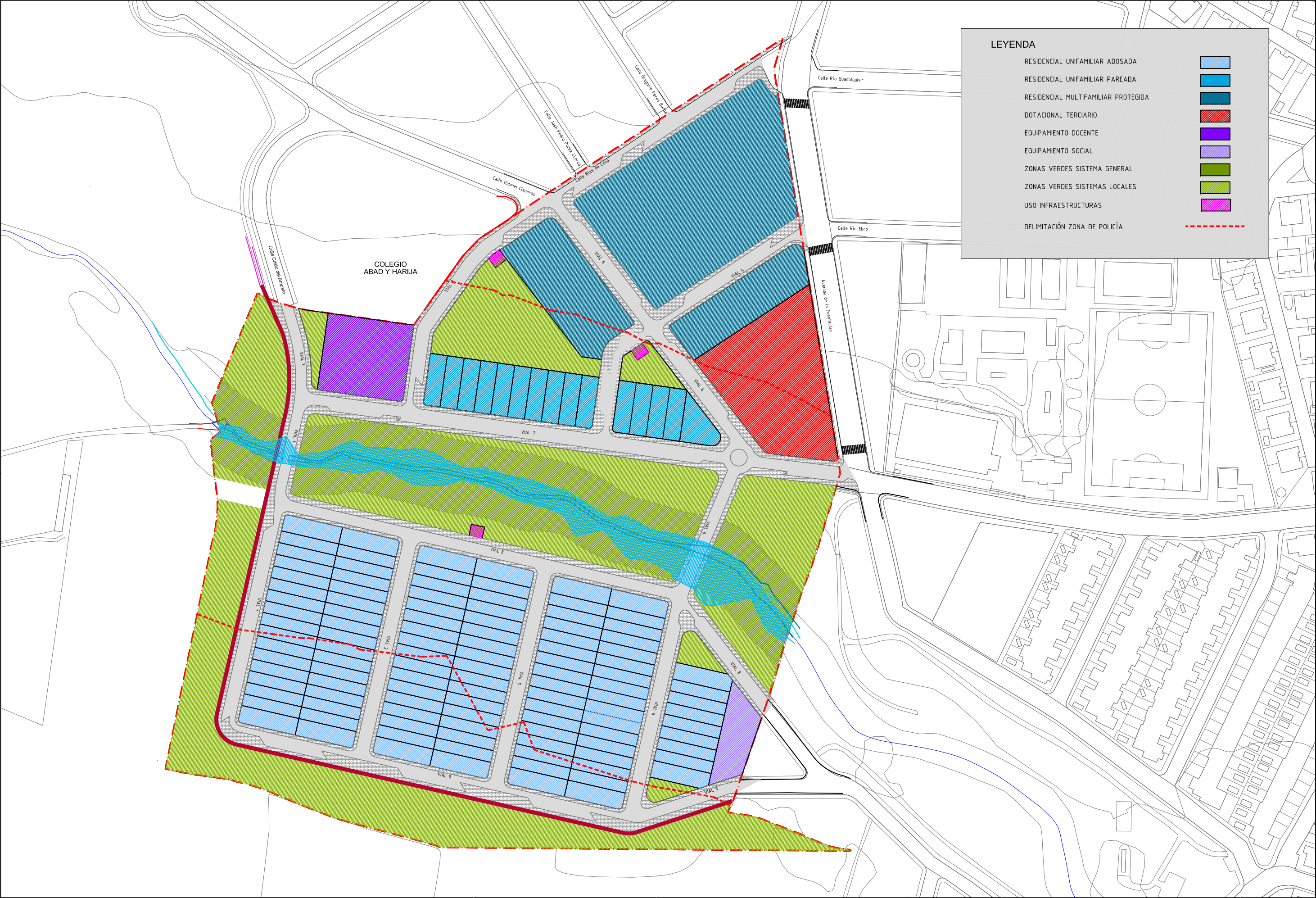
ESCALA:
EH_1000/EV:250

ORIENTACIÓN:

FECHA:
DICIEMBRE 2019

5.-ZONAS INUNDABLES EN REGIMEN NATURAL

5.1-PERÍODO DE RETORNO 5 AÑOS (DPH)

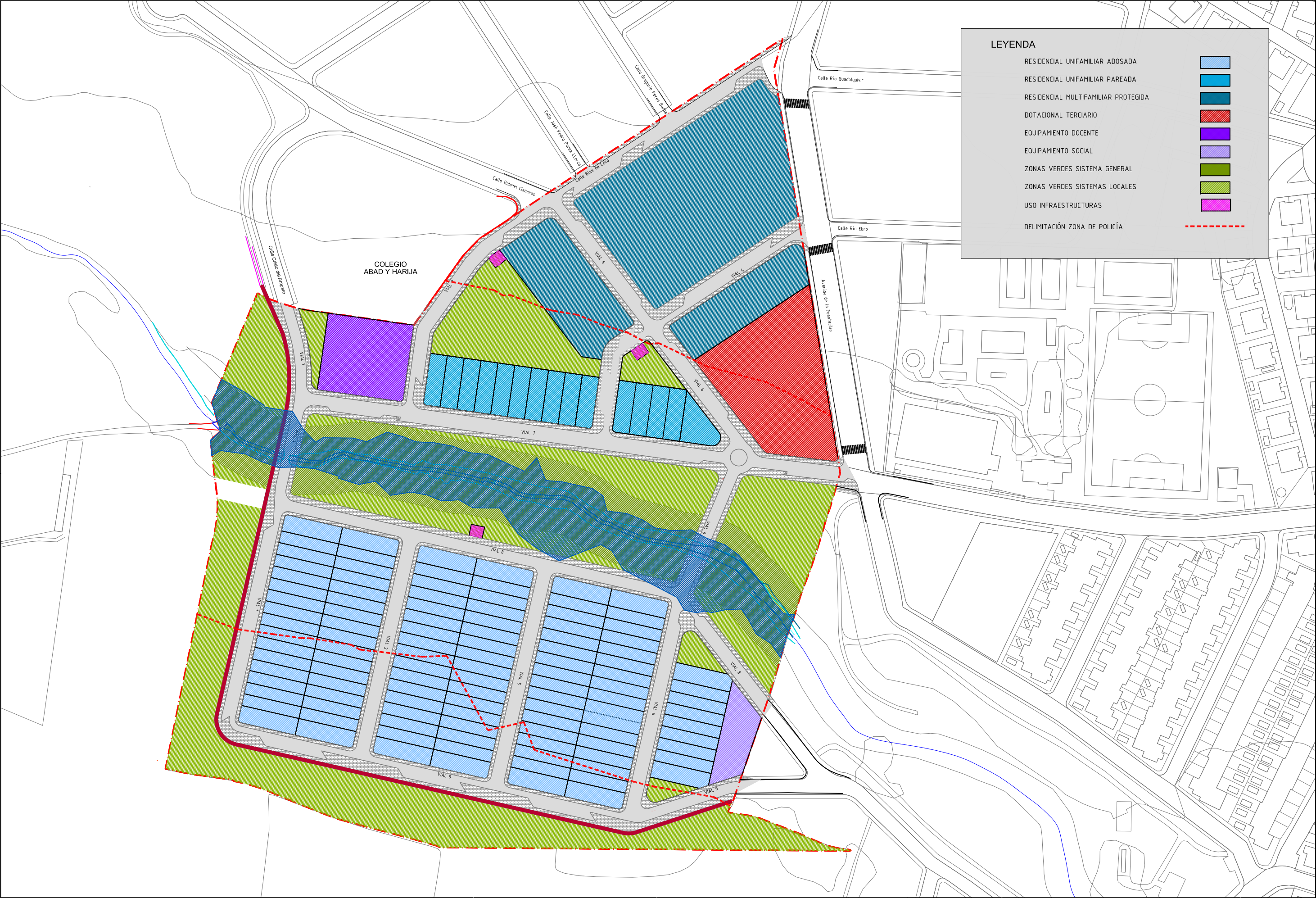


LEYENDA

- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR ADOSADA
- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR PAREADA
- RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR PROTEGIDA
- DOTACIONAL TERCIARIO
- EQUIPAMIENTO DOCENTE
- EQUIPAMIENTO SOCIAL
- ZONAS VERDES SISTEMA GENERAL
- ZONAS VERDES SISTEMAS LOCALES
- USO INFRAESTRUCTURAS
- DELIMITACIÓN ZONA DE POLICÍA

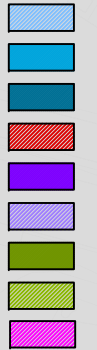


5.2-PERÍODO DE RETORNO 100 AÑOS (ZPF)

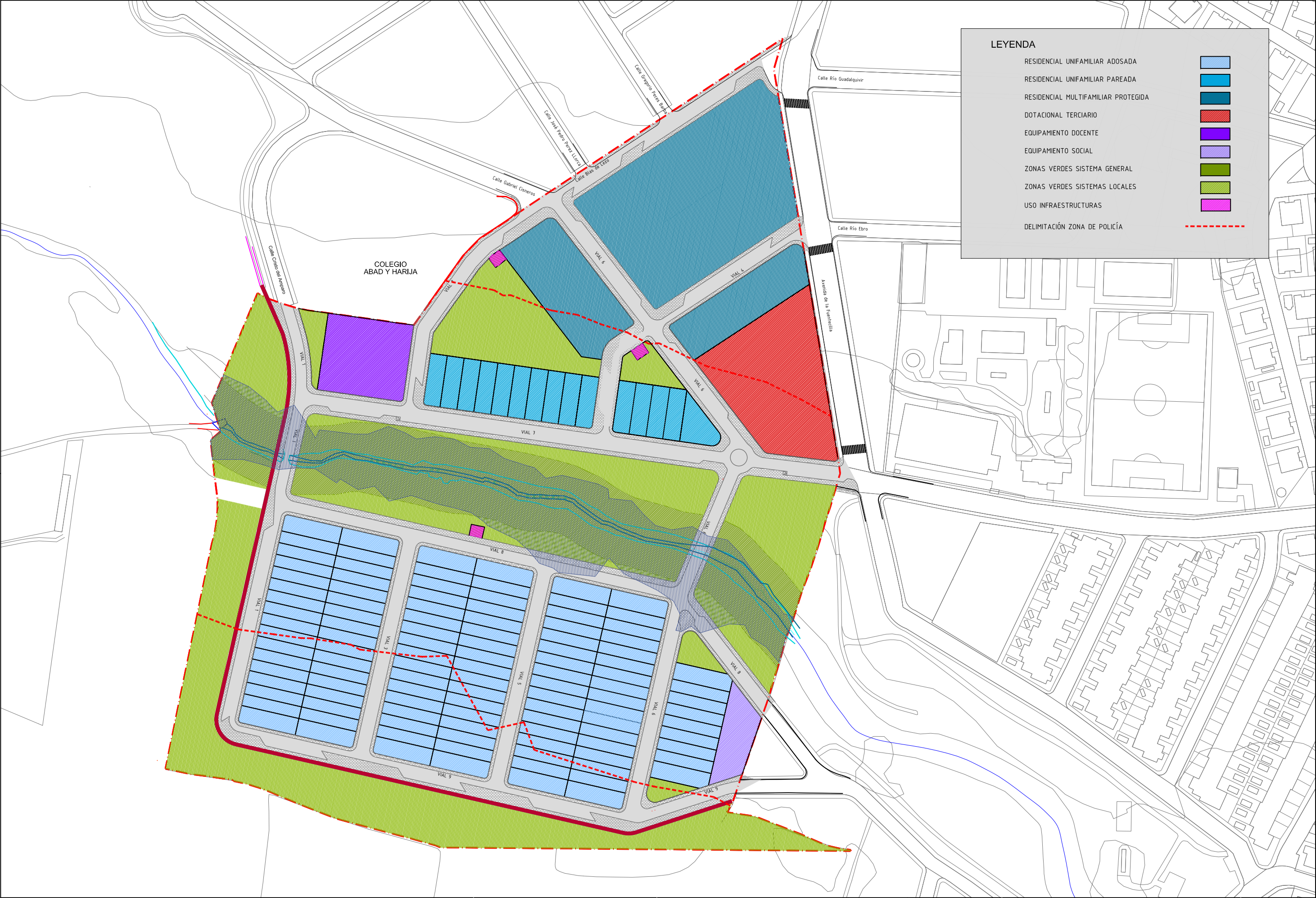


LEYENDA

- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR ADOSADA
- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR PAREADA
- RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR PROTEGIDA
- DOTACIONAL TERCIARIO
- EQUIPAMIENTO DOCENTE
- EQUIPAMIENTO SOCIAL
- ZONAS VERDES SISTEMA GENERAL
- ZONAS VERDES SISTEMAS LOCALES
- USO INFRAESTRUCTURAS
- DELIMITACIÓN ZONA DE POLICÍA



5.3-PERÍODO DE RETORNO 500 AÑOS (ZI)

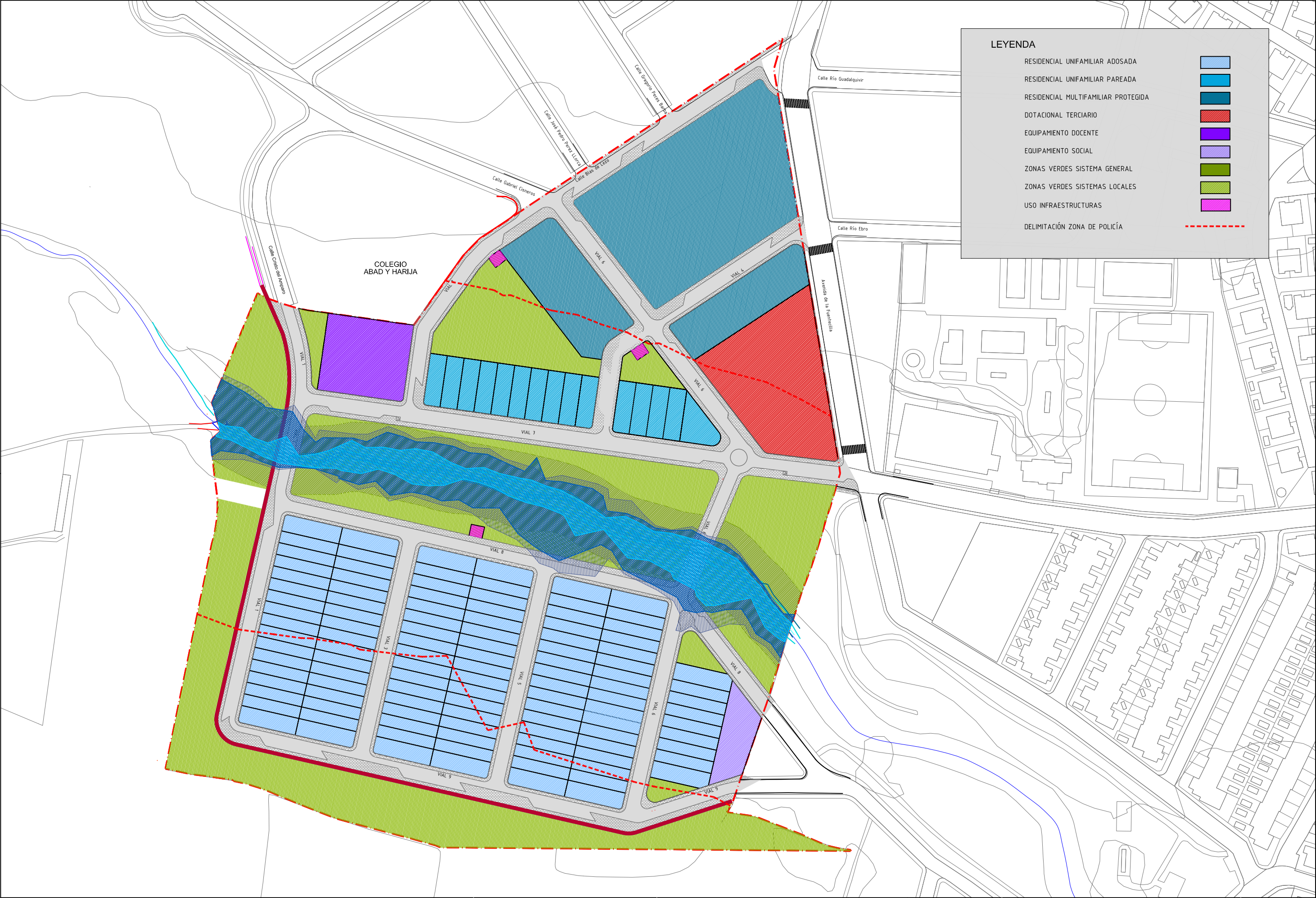


LEYENDA

- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR ADOSADA
- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR PAREADA
- RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR PROTEGIDA
- DOTACIONAL TERCIARIO
- EQUIPAMIENTO DOCENTE
- EQUIPAMIENTO SOCIAL
- ZONAS VERDES SISTEMA GENERAL
- ZONAS VERDES SISTEMAS LOCALES
- USO INFRAESTRUCTURAS
- DELIMITACIÓN ZONA DE POLICÍA



5.4-COMPARATIVO



LEYENDA

- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR ADOSADA
- RESIDENCIAL UNIFAMILIAR PAREADA
- RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR PROTEGIDA
- DOTACIONAL TERCIARIO
- EQUIPAMIENTO DOCENTE
- EQUIPAMIENTO SOCIAL
- ZONAS VERDES SISTEMA GENERAL
- ZONAS VERDES SISTEMAS LOCALES
- USO INFRAESTRUCTURAS
- DELIMITACIÓN ZONA DE POLICÍA

