ANEJO

FICHAS DE ENSAYOS

"SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA"

RELACIÓN DE CONTRACCIÓN

0.31

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y7.6_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.60	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.30	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.16	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.43	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.18	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.85	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4137	Transición
Caudal (contador)	45.5	l/min	Radio hidráulico	2.25	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente 3 horas y media
Como se observa en la gráfica, el perfil se ha estabilizado aguas abajo

La erosión es prácticamente simétrica durante todo el ensayo, tanto aguas arriba como aguas abajo

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2.5-3 cm de la sección aguas abajo del puente

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.33 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

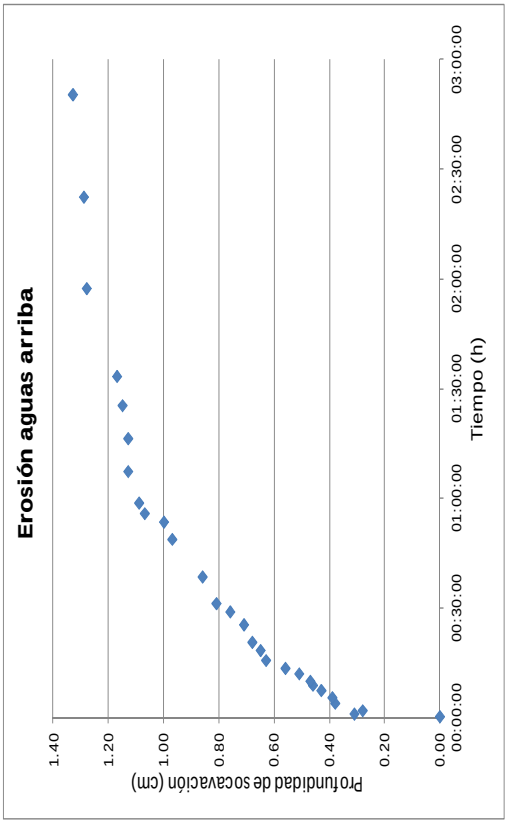
0.31 cm

Fecha ensayo: 04-Jul-12

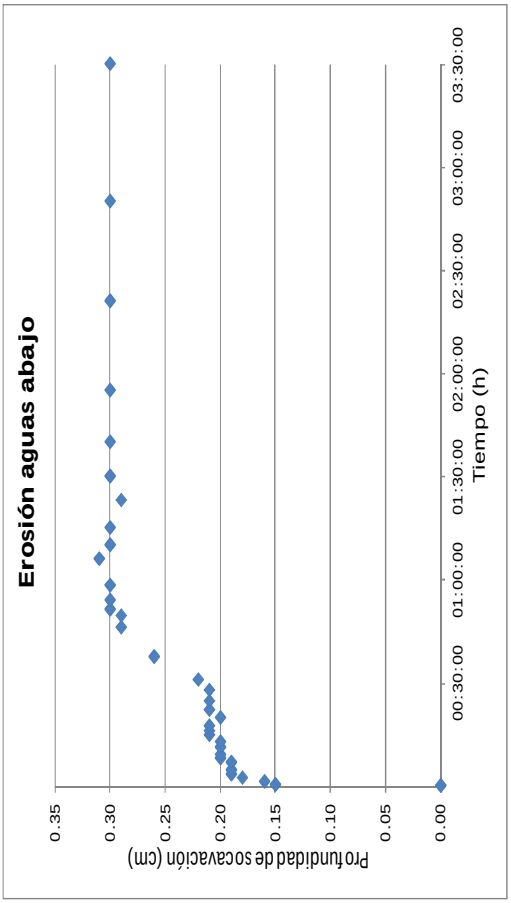
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y7.6_r01

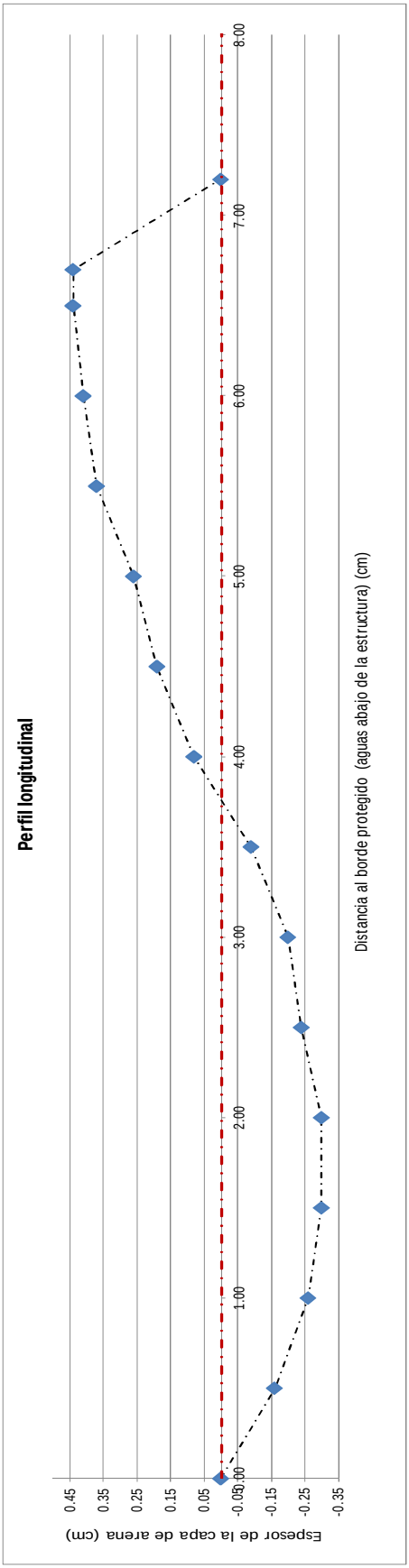
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 04-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

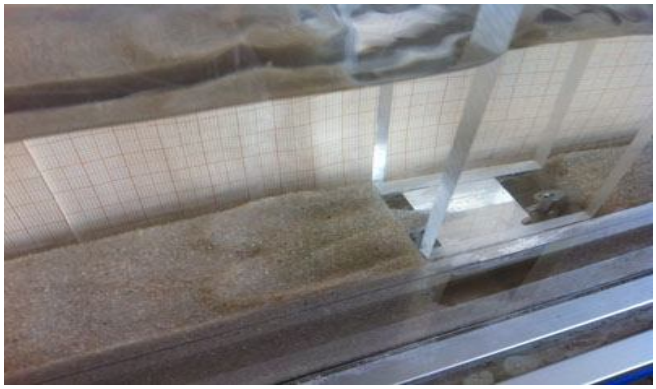
CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q45.5-Y7.6_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:17	0.15
00:01:10	0.16
00:02:18	0.18
00:03:20	0.19
00:04:34	0.19
00:06:45	0.19
00:08:00	0.20
00:09:04	0.20
00:11:11	0.20
00:12:43	0.20
00:14:45	0.21
00:15:58	0.21
00:17:23	0.21
00:19:46	0.20
00:22:03	0.21
00:24:38	0.21
00:27:44	0.21
00:30:49	0.22
00:37:30	0.26
00:46:03	0.29
00:49:26	0.29
00:51:17	0.30
00:54:00	0.30
00:58:17	0.30
01:06:00	0.31
01:10:00	0.30
01:15:00	0.30
01:23:00	0.29
01:30:00	0.30
01:40:00	0.30
01:55:00	0.30
02:21:00	0.30
02:50:00	0.30
03:30:00	0.30

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00



01:05:00

02:50:00

Fecha ensayo: 04-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y7.6_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:43	0.31
00:01:38	0.28
00:03:40	0.38
00:05:12	0.39
00:07:10	0.43
00:08:36	0.46
00:09:39	0.47
00:11:43	0.51
00:13:13	0.56
00:15:22	0.63
00:18:05	0.65
00:20:20	0.68
00:25:07	0.71
00:28:39	0.76
00:30:55	0.81
00:38:11	0.86
00:48:28	0.97
00:53:10	1.00
00:55:30	1.07
00:58:23	1.09
01:07:00	1.13
01:16:00	1.13
01:25:00	1.15
01:33:00	1.17
01:57:00	1.28
02:22:00	1.29
02:50:00	1.33

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:30:00

01:15:00

02:50:00

Fecha ensayo: 04-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

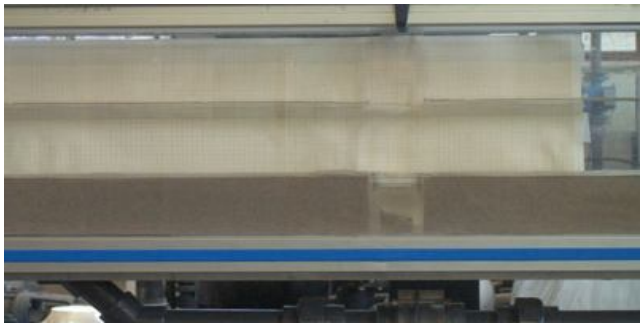
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y7.6_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.16
1.00	-0.26
1.50	-0.30
2.00	-0.30
2.50	-0.24
3.00	-0.20
3.50	-0.09
4.00	0.08
4.50	0.19
5.00	0.26
5.50	0.37
6.00	0.41
6.50	0.44
6.70	0.44
7.20	0.00

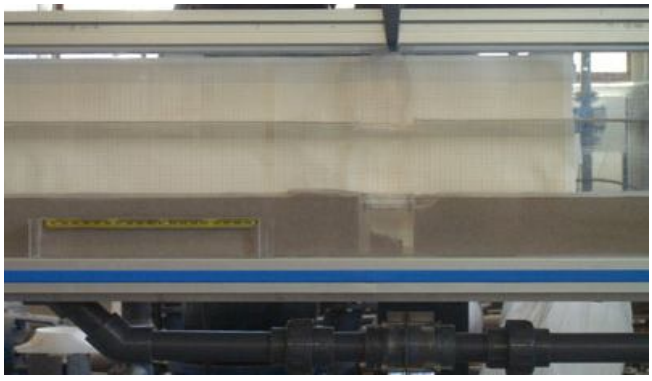
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:14:45



01:06:00

02:50:00



Fecha ensayo: 04-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q45.4-Y7.6_r02**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.60	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.40	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.16	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.18	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.2	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.83	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4204	Transición
Caudal (contador)	45.4	l/min	Radio hidráulico	2.25	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente 3 horas y media
Como se observa en la gráfica, el perfil se ha estabilizado aguas abajo

La erosión es prácticamente simétrica durante todo el ensayo, tanto aguas arriba como aguas abajo

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2.5-3 cm de la sección aguas abajo del puente

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.35 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

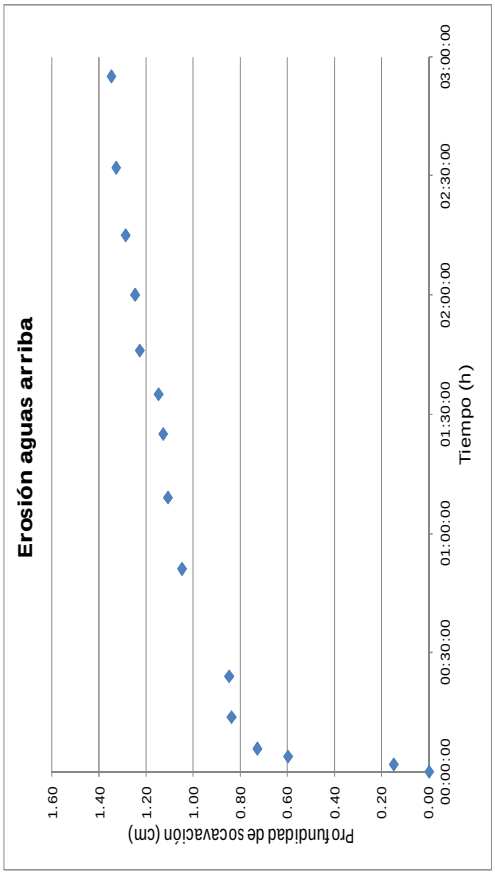
0.34 cm

Fecha ensayo: 05-Jul-12

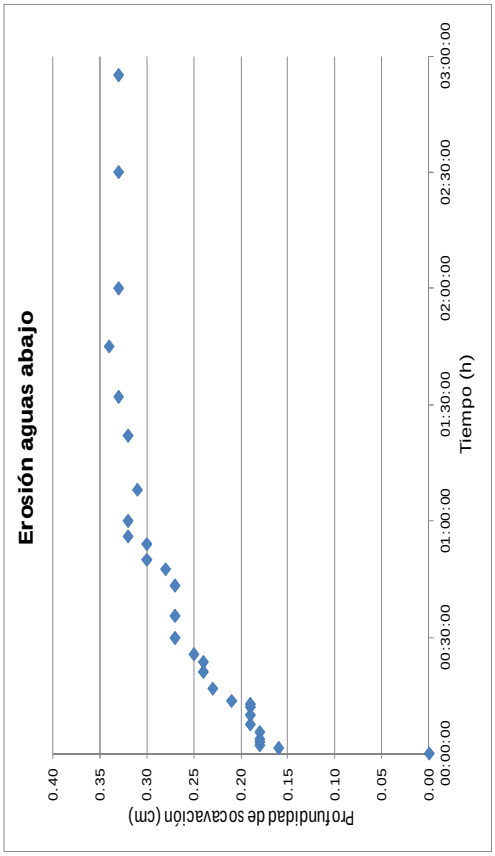
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.4-Y7.6_r02

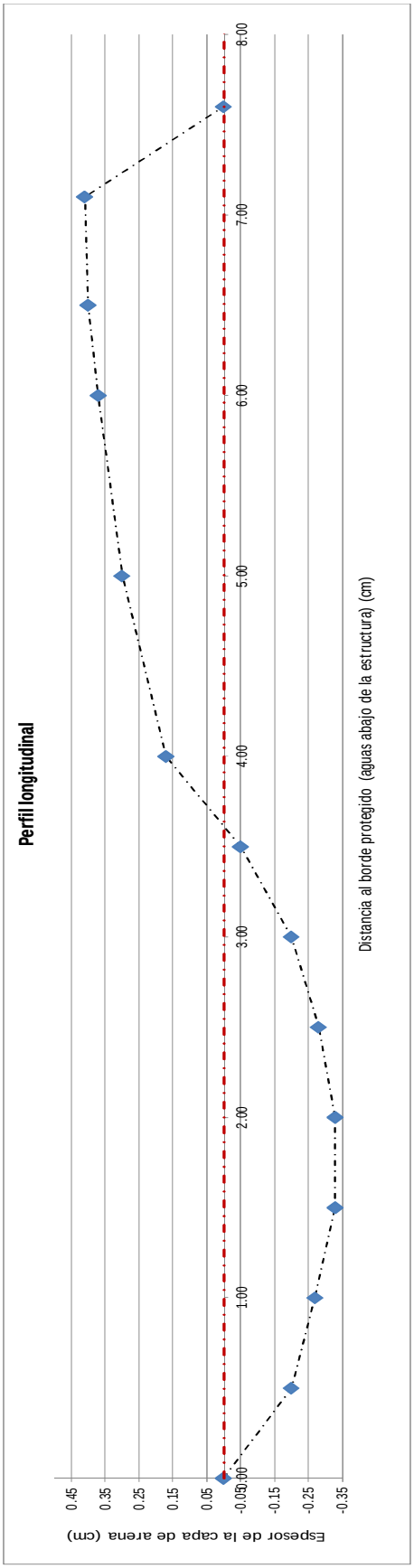
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 05-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q45.4-Y7.6_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:01:25	0.16
00:02:08	0.18
00:02:58	0.18
00:03:45	0.18
00:05:29	0.18
00:07:32	0.19
00:09:55	0.19
00:11:58	0.19
00:12:48	0.19
00:13:33	0.21
00:16:45	0.23
00:21:05	0.24
00:23:36	0.24
00:25:36	0.25
00:29:48	0.27
00:35:30	0.27
00:43:20	0.27
00:47:32	0.28
00:50:00	0.30
00:54:00	0.30
00:56:00	0.32
01:00:00	0.32
01:08:00	0.31
01:22:00	0.32
01:32:00	0.33
01:45:00	0.34
02:00:00	0.33
02:30:00	0.33
02:55:00	0.33

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:06:45

00:46:30

01:55:00

Fecha ensayo: 05-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.4-Y7.6_r02

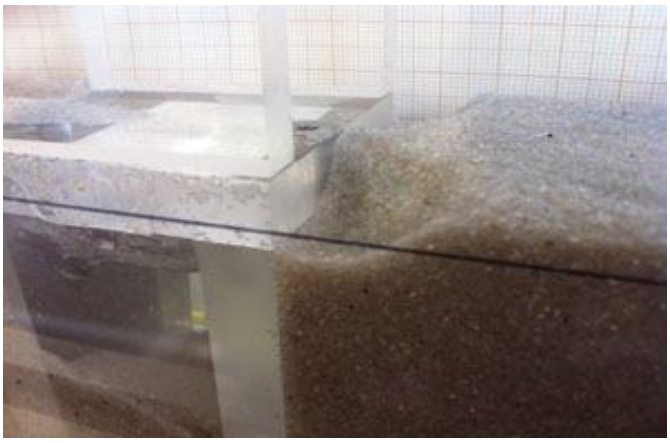
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:01:50	0.15
00:03:50	0.60
00:05:48	0.73
00:13:45	0.84
00:24:00	0.85
00:51:02	1.05
01:09:00	1.11
01:25:00	1.13
01:35:00	1.15
01:46:00	1.23
02:00:02	1.25
02:15:00	1.29
02:32:00	1.33
02:55:00	1.35

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:17:23

00:53:10



02:55:00

Fecha ensayo: 05-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.4-Y7.6_r02

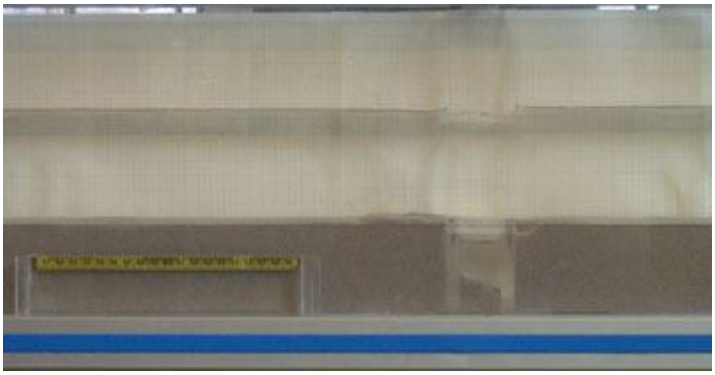
Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.20
1.00	-0.27
1.50	-0.33
2.00	-0.33
2.50	-0.28
3.00	-0.20
3.50	-0.05
4.00	0.17
5.00	0.30
6.00	0.37
6.50	0.40
7.10	0.41
7.60	0.00

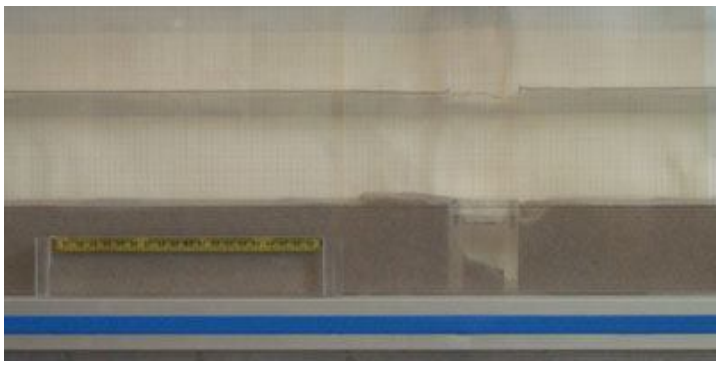
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:09:04

00:46:30



02:55:00



Fecha ensayo: 05-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.2-Y7.5_r03

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.48	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.30	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.16	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.18	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.2	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.82	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4325	Transición
Caudal (contador)	45.2	l/min	Radio hidráulico	2.24	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga durante 12 horas para determinar el momento a partir del cual el fenómeno alcanza el equilibrio
Como se observa en la gráfica, el perfil se ha estabilizado tanto aguas arriba como aguas abajo

La erosión es prácticamente simétrica durante todo el ensayo, tanto aguas arriba como aguas abajo

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2 - 2.5 cm de la sección aguas abajo del puente

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.33 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

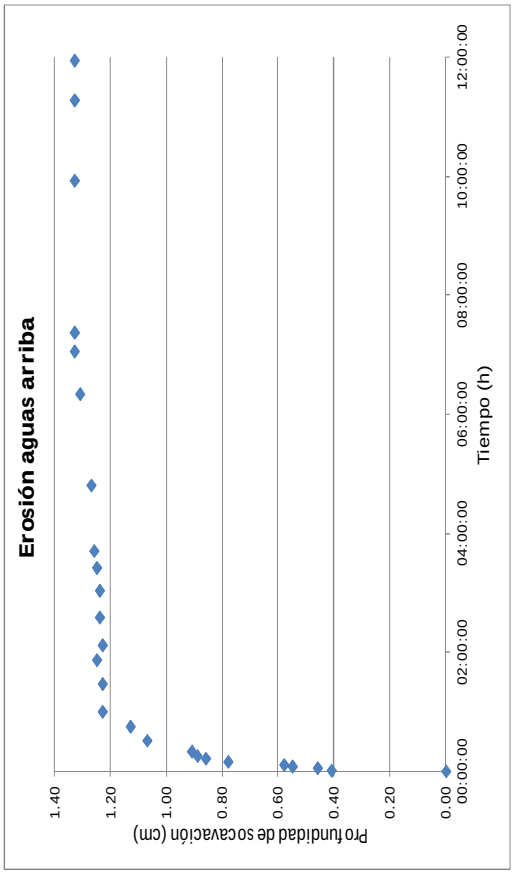
0.29 cm

Fecha ensayo: 03-Jul-12

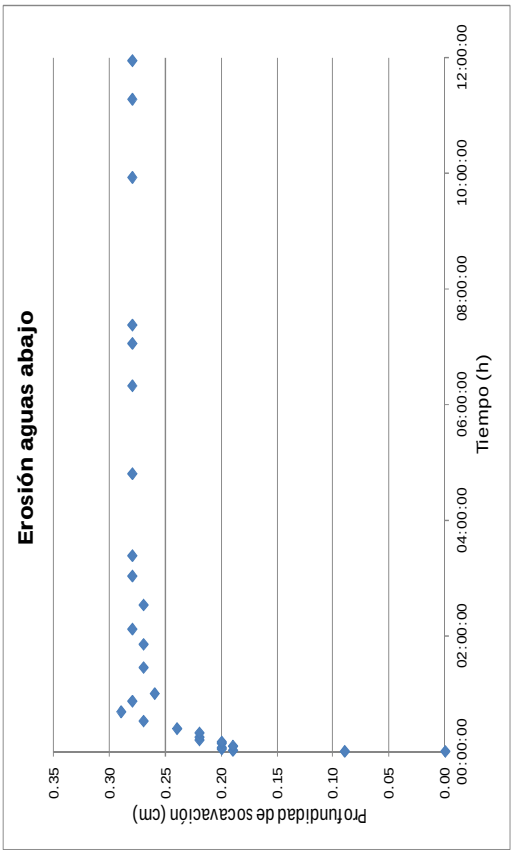
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.2-Y7.5_r03

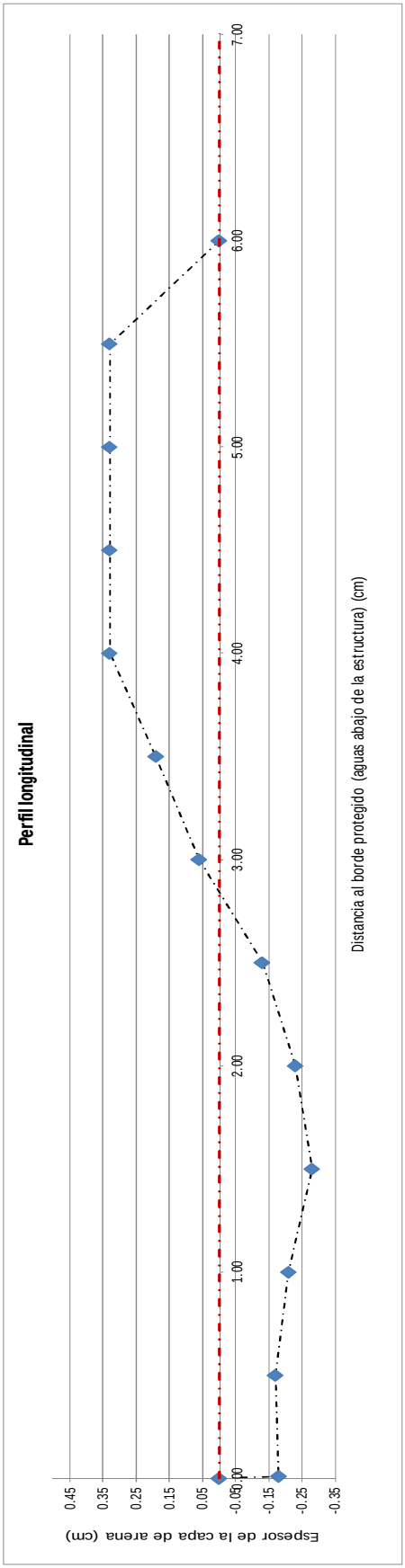
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q45.2-Y7.5_r03**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:17	0.09
00:01:22	0.19
00:02:31	0.20
00:04:04	0.20
00:05:49	0.19
00:08:46	0.20
00:10:01	0.20
00:12:01	0.22
00:15:07	0.22
00:19:27	0.22
00:23:46	0.24
00:31:30	0.27
00:41:13	0.29
00:52:06	0.28
01:00:00	0.26
01:27:00	0.27
01:51:00	0.27
02:07:00	0.28
02:32:00	0.27
03:02:00	0.28
03:23:00	0.28
04:48:00	0.28
06:19:00	0.28
07:03:00	0.28
07:22:00	0.28
09:55:00	0.28
11:16:00	0.28
11:56:00	0.28

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00

02:00:00

10:00:00

Fecha ensayo: 03-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.2-Y7.5_r03

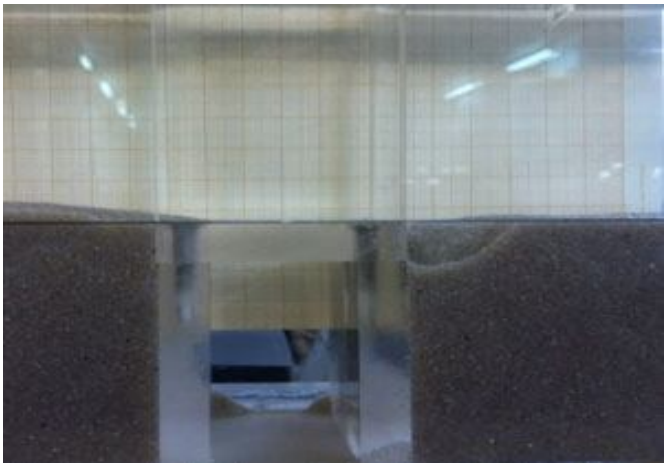
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:47	0.41
00:03:13	0.46
00:04:50	0.55
00:06:27	0.58
00:09:37	0.78
00:12:45	0.86
00:15:29	0.89
00:20:01	0.91
00:31:00	1.07
00:45:00	1.13
01:00:00	1.23
01:28:00	1.23
01:52:00	1.25
02:07:00	1.23
02:35:00	1.24
03:02:00	1.24
03:25:00	1.25
03:42:00	1.26
04:48:00	1.27
06:20:00	1.31
07:03:00	1.33
07:22:00	1.33
09:55:00	1.33
11:16:00	1.33
11:56:00	1.33

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00

02:00:00



10:00:00

Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

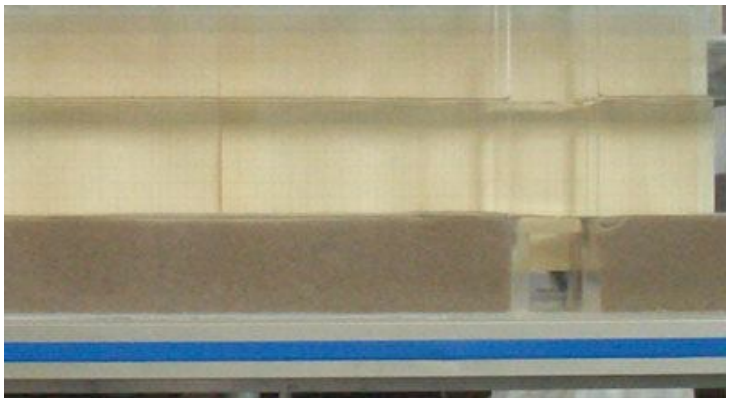
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.2-Y7.5_r03

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

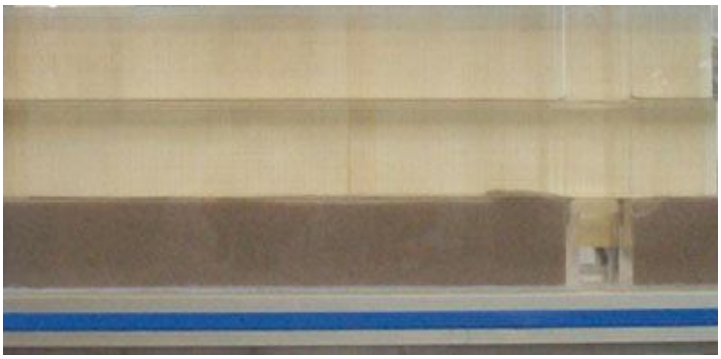
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.18
0.50	-0.17
1.00	-0.21
1.50	-0.28
2.00	-0.23
2.50	-0.13
3.00	0.06
3.50	0.19
4.00	0.33
4.50	0.33
5.00	0.33
5.50	0.33
6.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

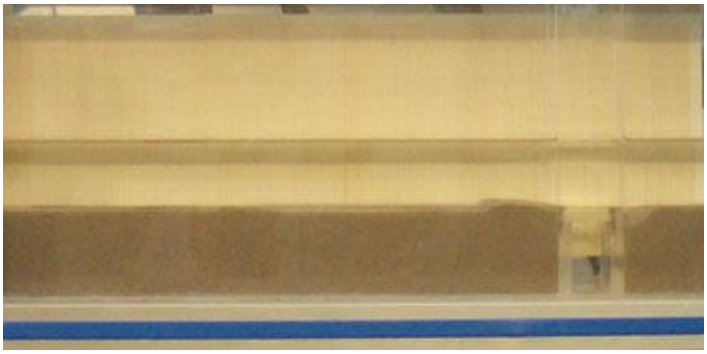
00:30:00



06:00:00



12:00:00



Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.0-Y8.4_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.35	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.02	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.18	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.19	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.20	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.1	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5314	Transición
Caudal (contador)	59.0	l/min	Radio hidráulico	2.31	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

2 bombas en paralelo, funcionando a la velocidad nominal
El ensayo se ha prolongado durante 4 horas, pero no se puede decir que esté completamente estabilizado. Al dejar de erosionarse aguas arriba, incrementa mucho la erosión aguas abajo. Inicialmente, la cuña de deposición avanza más por los laterales que por el centro, pero al final del ensayo se regulariza (un solo frente).

HAY CONDICIONES DE LECHO VIVO

Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.91 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

0.72 cm

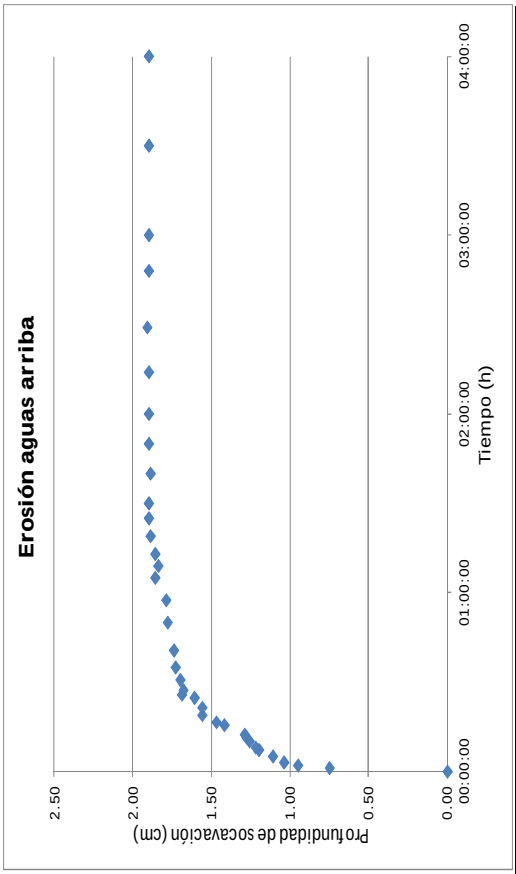
Duna formada aguas abajo de la cuña de deposición

Fecha ensayo: 12-Jul-12

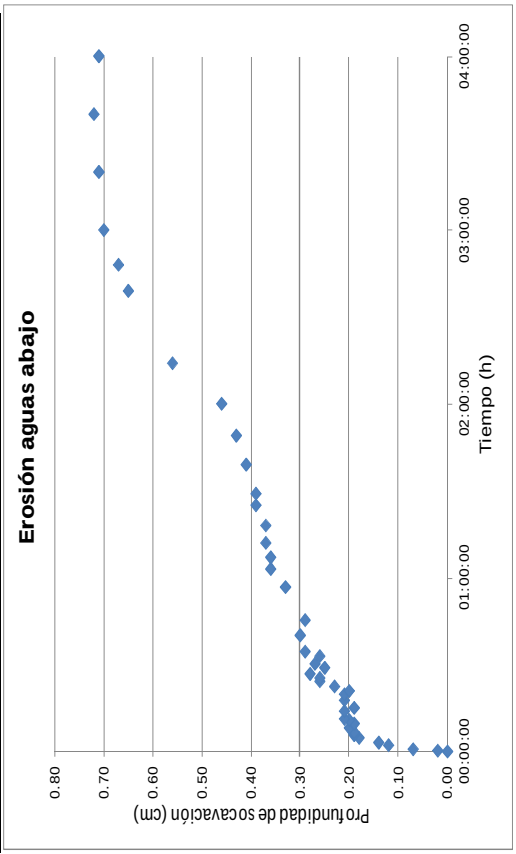
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.0-Y8.4_r01

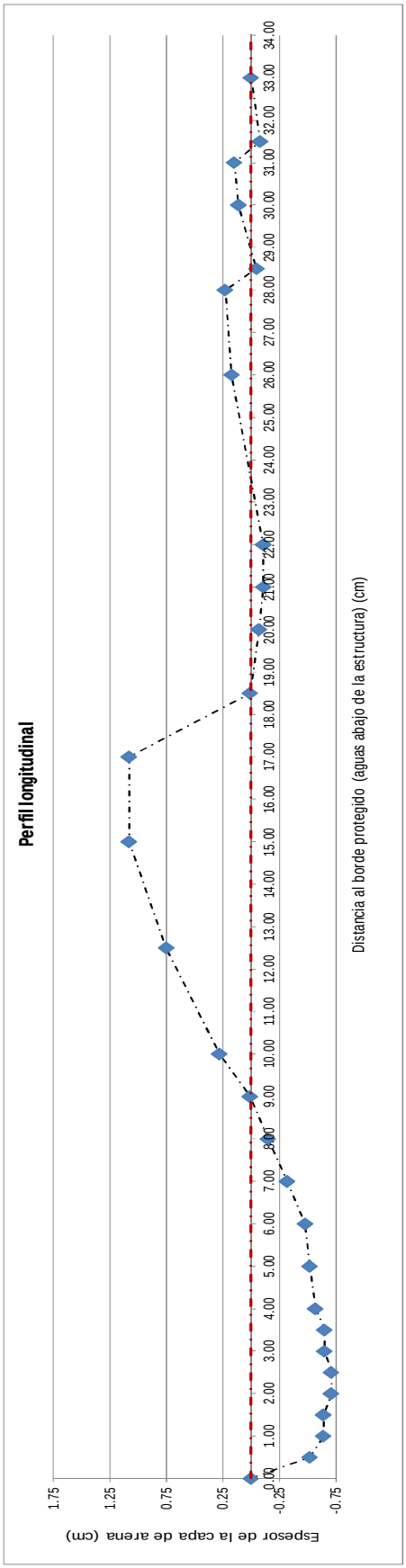
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 12-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q59.0-Y8.4_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:17	0.02
00:00:46	0.07
00:02:09	0.12
00:03:04	0.14
00:04:40	0.18
00:05:40	0.19
00:06:34	0.19
00:08:06	0.20
00:09:36	0.19
00:10:49	0.20
00:11:15	0.21
00:13:56	0.21
00:15:03	0.19
00:17:40	0.21
00:19:44	0.21
00:20:54	0.20
00:22:25	0.23
00:24:15	0.26
00:25:22	0.26
00:26:46	0.28
00:28:52	0.25
00:30:15	0.27
00:32:53	0.26
00:34:26	0.29
00:40:06	0.30
00:45:20	0.29
00:56:44	0.33
01:03:00	0.36
01:07:00	0.36
01:12:00	0.37
01:18:00	0.37
01:25:00	0.39
01:29:00	0.39
01:39:00	0.41
01:49:00	0.43
02:00:00	0.46
02:14:00	0.56
02:39:00	0.65
02:48:00	0.67
03:00:00	0.70
03:20:00	0.71
03:40:00	0.72
04:00:00	0.71

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

01:05:00

02:00:00

Fecha ensayo: 12-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.0-Y8.4_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:01:12	0.75
00:02:04	0.95
00:03:04	1.04
00:05:06	1.11
00:07:16	1.20
00:08:04	1.22
00:10:10	1.26
00:11:25	1.28
00:12:23	1.29
00:15:35	1.42
00:16:33	1.47
00:18:55	1.56
00:21:27	1.56
00:24:46	1.61
00:25:45	1.69
00:27:16	1.68
00:30:46	1.70
00:34:57	1.73
00:40:39	1.74
00:50:00	1.78
00:57:30	1.79
01:05:00	1.86
01:09:00	1.84
01:13:00	1.86
01:19:00	1.89
01:25:00	1.90
01:30:00	1.90
01:40:00	1.89
01:50:00	1.90
02:00:00	1.90
02:14:00	1.90
02:29:00	1.91
02:48:00	1.90
03:00:00	1.90
03:30:00	1.90
04:00:00	1.90

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:06

01:13:00

03:00:00

Fecha ensayo: 12-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

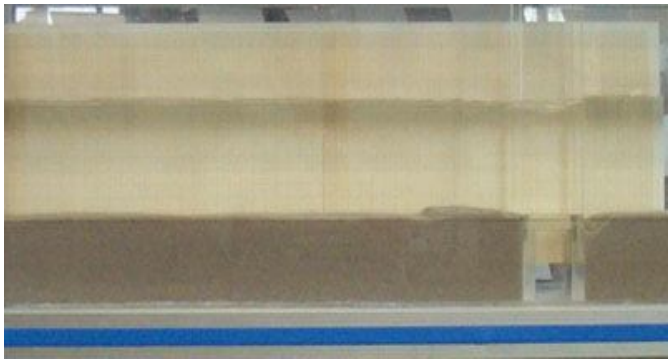
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.0-Y8.4_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.52
1.00	-0.64
1.50	-0.64
2.00	-0.71
2.50	-0.71
3.00	-0.65
3.50	-0.65
4.00	-0.57
5.00	-0.52
6.00	-0.48
7.00	-0.32
8.00	-0.15
9.00	0.01
10.00	0.28
12.50	0.75
15.00	1.08
17.00	1.08
18.50	0.01
20.00	-0.07
21.00	-0.11
22.00	-0.11
26.00	0.17
28.00	0.23
28.50	-0.05
30.00	0.11
31.00	0.15
31.50	-0.08
33.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:10



01:30:00

03:00:00

Fecha ensayo: 12-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q58.0-Y8.4_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.36	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.98	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.18	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.19	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.85	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.20	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.1	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5220	Transición
Caudal (contador)	58.0	l/min	Radio hidráulico	2.31	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

2 bombas en paralelo, funcionando a la velocidad nominal
El ensayo se ha prolongado durante 3:30 horas, pero no se puede decir que esté completamente estabilizado. Al dejar de erosionarse aguas arriba, incrementa mucho la erosión aguas abajo.
El proceso de socavación es simétrico, tanto aguas arriba como aguas abajo.

HAY CONDICIONES DE LECHO VIVO

Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.94 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

0.52 cm

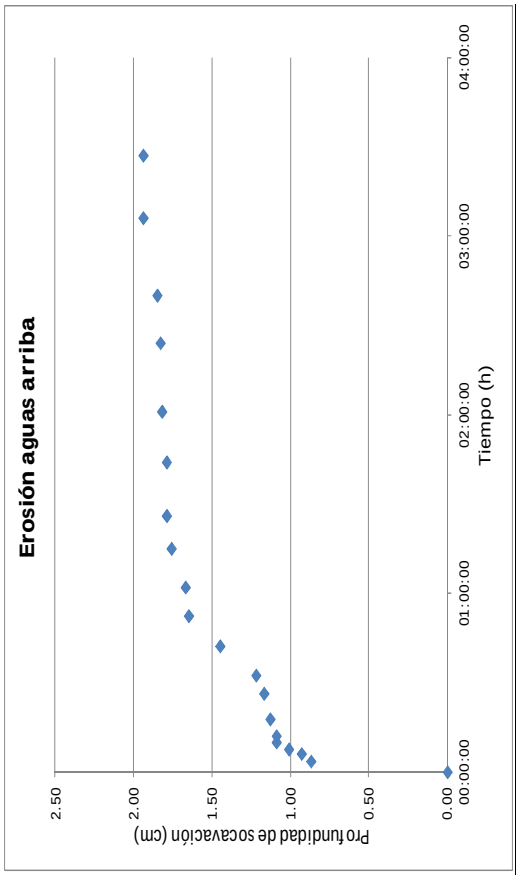
Dunas formadas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 16-Jul-12

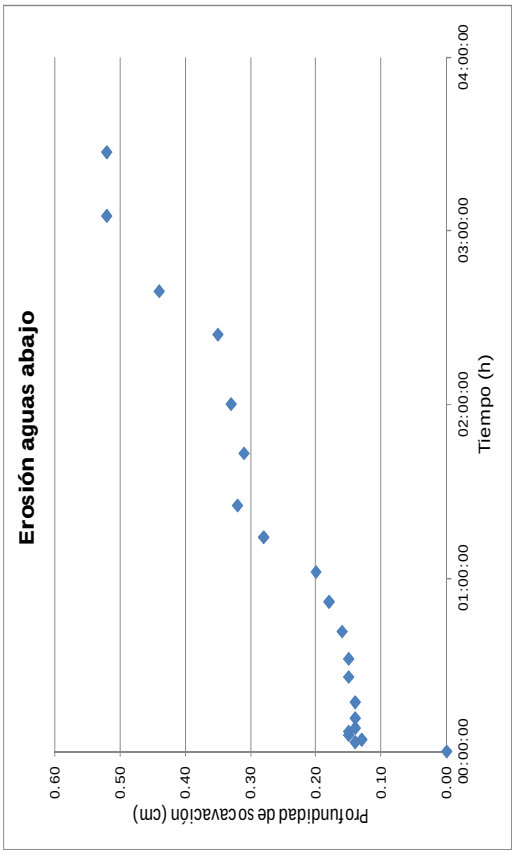
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q58.0-Y8.4_r02

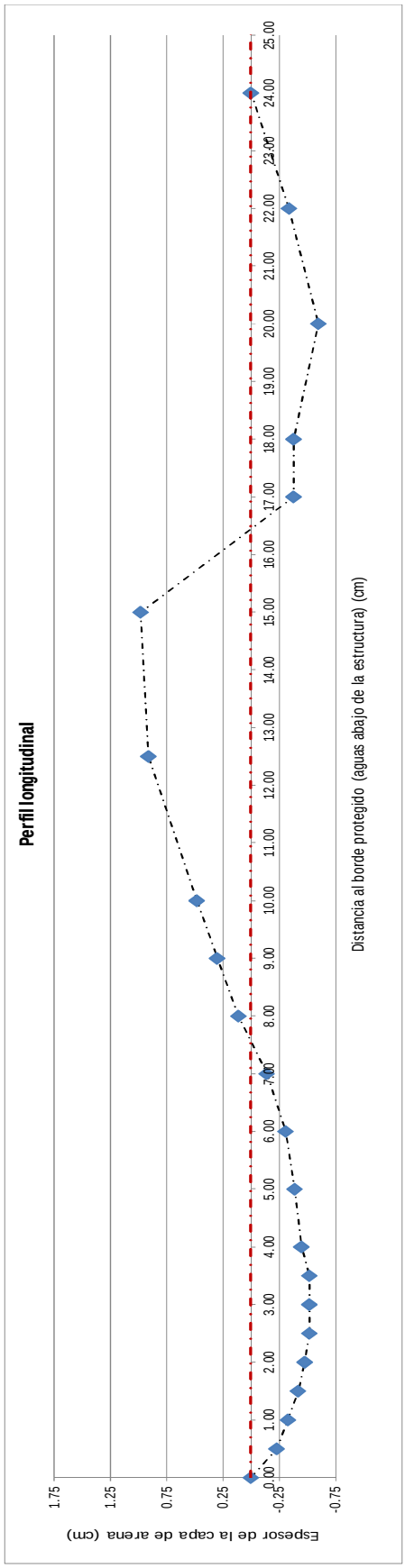
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 16-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q58.0-Y8.4_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

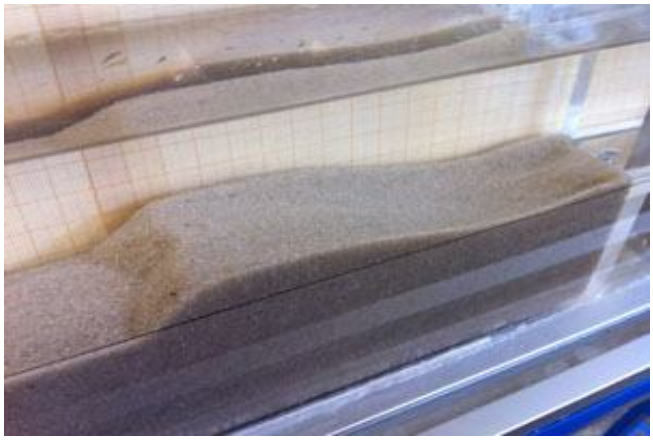
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:03:14	0.14
00:04:06	0.13
00:05:40	0.15
00:06:54	0.15
00:08:07	0.14
00:11:32	0.14
00:17:01	0.14
00:25:45	0.15
00:32:00	0.15
00:41:28	0.16
00:51:44	0.18
01:02:00	0.20
01:14:00	0.28
01:25:00	0.32
01:43:00	0.31
02:00:00	0.33
02:24:00	0.35
02:39:00	0.44
03:05:00	0.52
03:27:00	0.52

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:07:00

01:00:00

03:10:00



Fecha ensayo: 16-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q58.0-Y8.4_r02

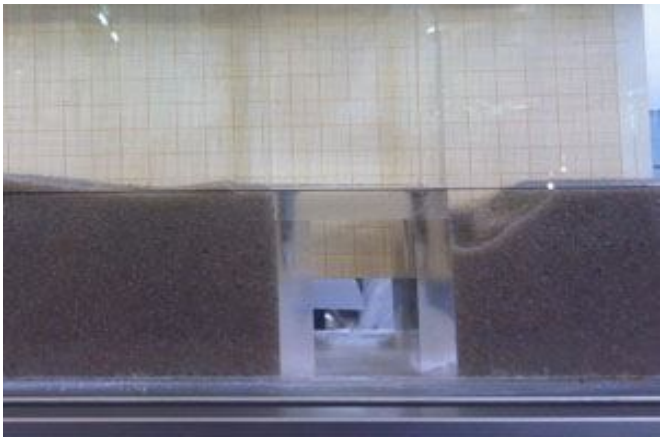
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:03:34	0.87
00:06:06	0.93
00:07:38	1.01
00:10:00	1.09
00:12:06	1.09
00:17:45	1.13
00:26:20	1.17
00:32:26	1.22
00:42:16	1.45
00:52:23	1.65
01:02:00	1.67
01:15:00	1.76
01:26:00	1.79
01:44:00	1.79
02:01:00	1.82
02:24:00	1.83
02:40:00	1.85
03:06:00	1.94
03:27:00	1.94

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:07:00

02:30:00



03:10:00

Fecha ensayo: 16-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

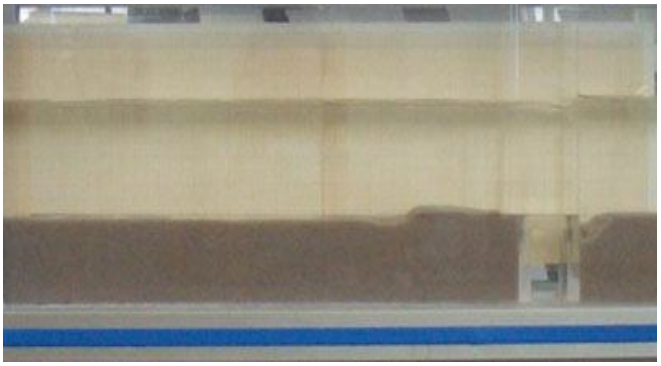
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q58.0-Y8.4_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

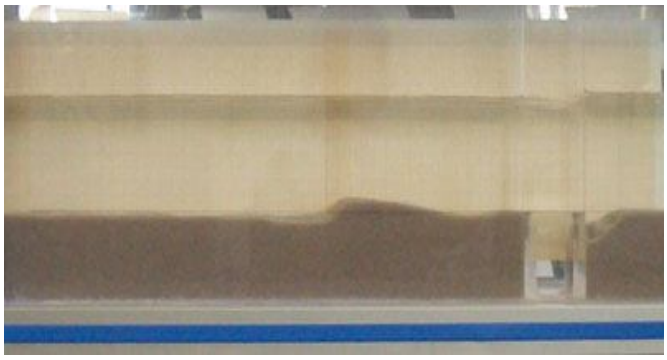
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.23
1.00	-0.33
1.50	-0.42
2.00	-0.48
2.50	-0.52
3.00	-0.52
3.50	-0.52
4.00	-0.45
5.00	-0.39
6.00	-0.31
7.00	-0.14
8.00	0.11
9.00	0.30
10.00	0.48
12.50	0.91
15.00	0.98
17.00	-0.38
18.00	-0.38
20.00	-0.60
22.00	-0.34
24.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

01:05:00



03:30:00



Fecha ensayo: 16-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r01**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.79	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.58	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.13	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.14	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.43	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.15	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.6	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3948	Transición
Caudal (contador)	45.5	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Ver notas					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Vertedero subido 1 cm respecto de su cota mínima

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con una bomba, con el vertedero subido para aumentar calados y disminuir el nº de Froude
El ensayo se ha prolongado durante 2:30 horas, y como se puede observar en las gráficas
se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es simétrico, tanto aguas arriba como aguas abajo.

La profundidad máxima de socavación se produce a 1.5 cm del borde
aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

0.35 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

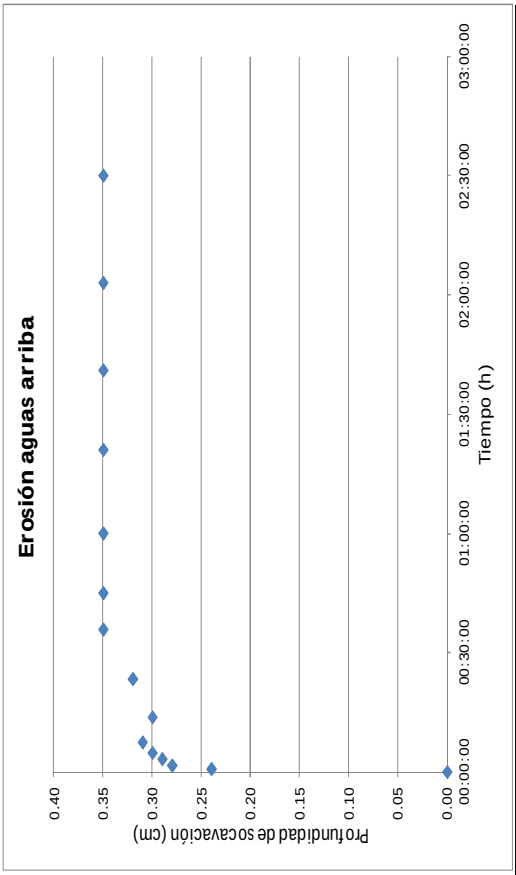
0.11 cm

Fecha ensayo: 10-Aug-12

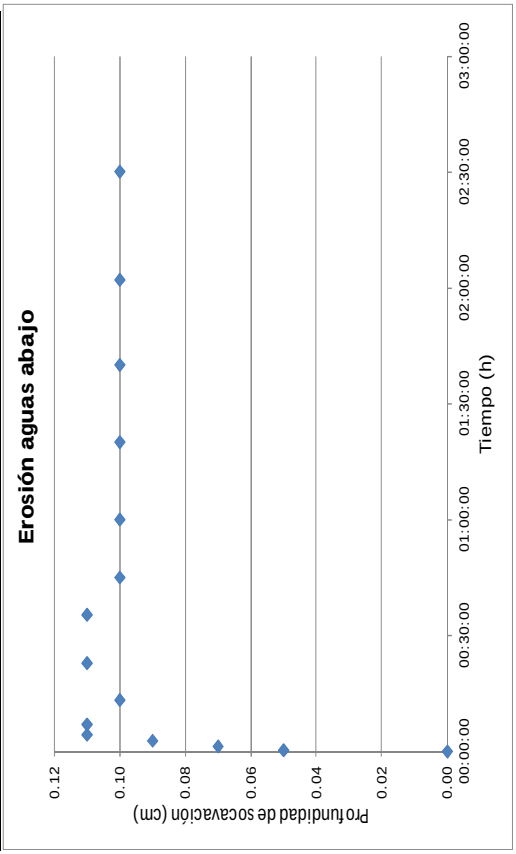
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r01

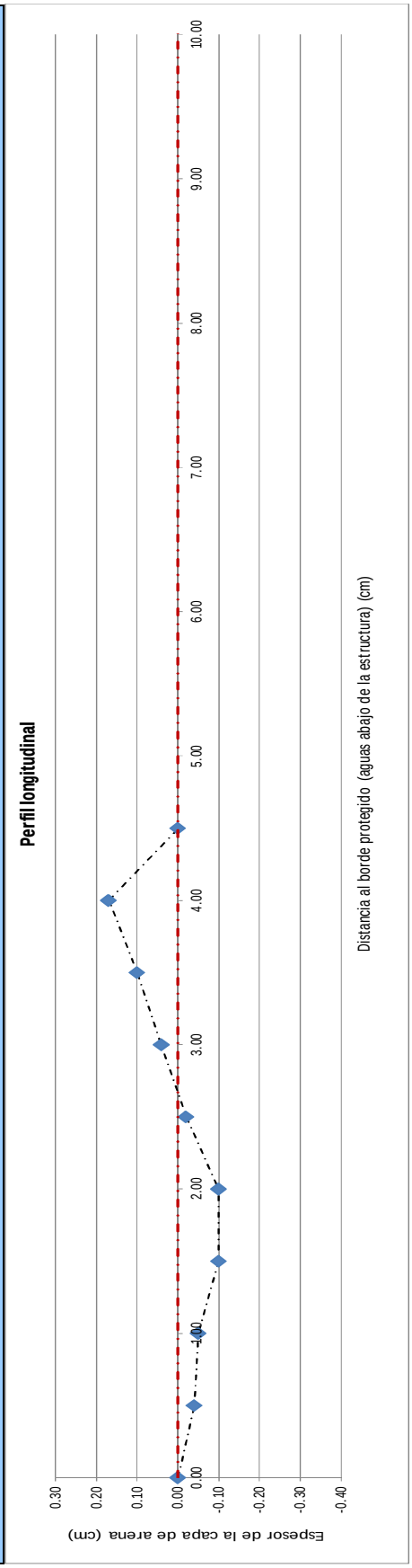
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 10-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

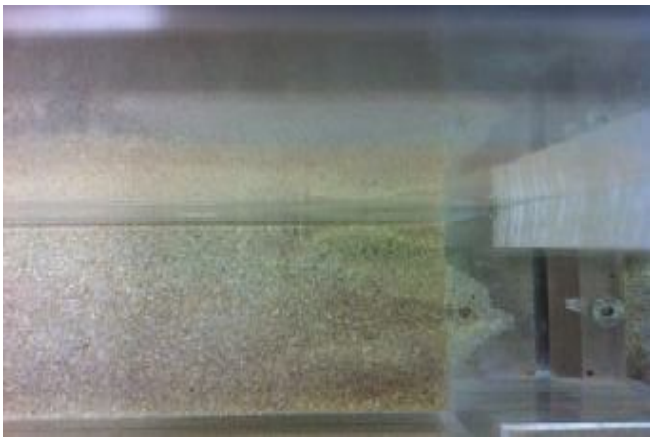
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:19	0.05
00:01:18	0.07
00:02:46	0.09
00:04:18	0.11
00:06:57	0.11
00:13:17	0.10
00:22:50	0.11
00:35:21	0.11
00:45:00	0.10
01:00:00	0.10
01:20:00	0.10
01:40:00	0.10
02:02:00	0.10
02:30:00	0.10

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:20:00

01:00:00

02:30:00



Fecha ensayo: 10-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

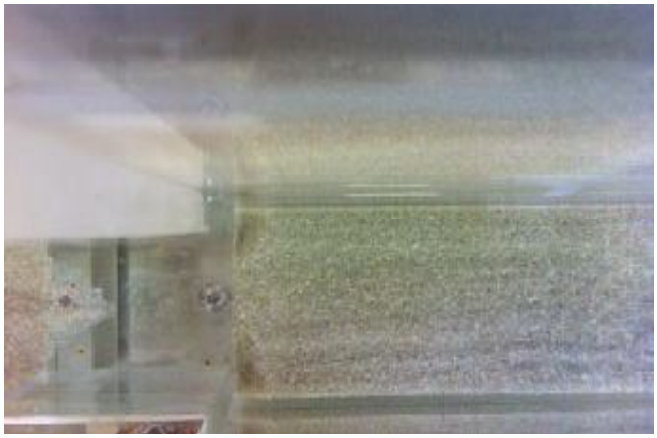
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:45	0.24
00:01:38	0.28
00:03:14	0.29
00:04:47	0.30
00:07:27	0.31
00:13:45	0.30
00:23:22	0.32
00:35:49	0.35
00:45:00	0.35
01:00:00	0.35
01:21:00	0.35
01:41:00	0.35
02:03:00	0.35
02:30:00	0.35

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

01:00:00

02:30:00



Fecha ensayo: 10-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.04
1.00	-0.05
1.50	-0.10
2.00	-0.10
2.50	-0.02
3.00	0.04
3.50	0.10
4.00	0.17
4.50	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

01:00:00

Fecha ensayo: 10-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.84	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.58	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.13	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.14	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.43	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.14	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.7	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.82	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3825	Transición
Caudal (contador)	45.5	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Ver notas					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Vertedero subido 1 cm respecto de su cota mínima

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con una bomba, con el vertedero subido para aumentar calados y disminuir el nº de Froude
El ensayo se ha prolongado durante 2:30 horas, y como se puede observar en las gráficas
se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es simétrico, tanto aguas arriba como aguas abajo.

La profundidad máxima de socavación se produce a 1.5 cm del borde
aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

0.39 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

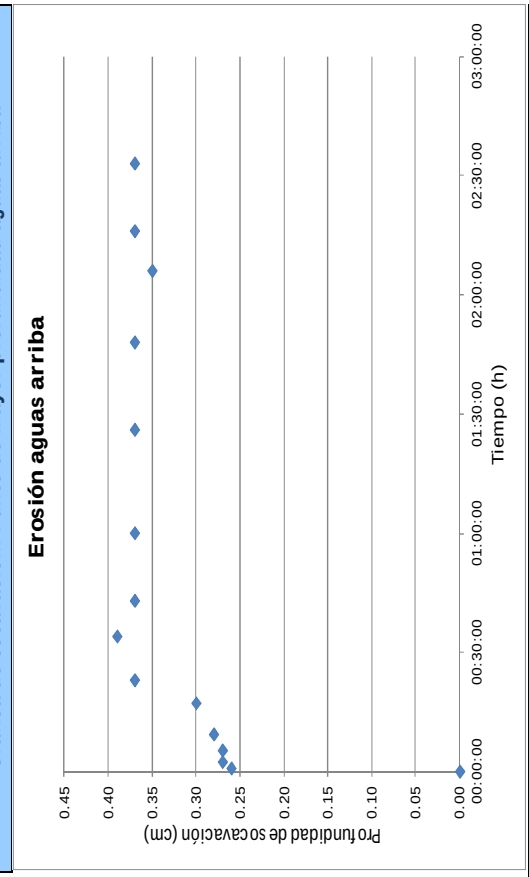
0.10 cm

Fecha ensayo: 11-Aug-12

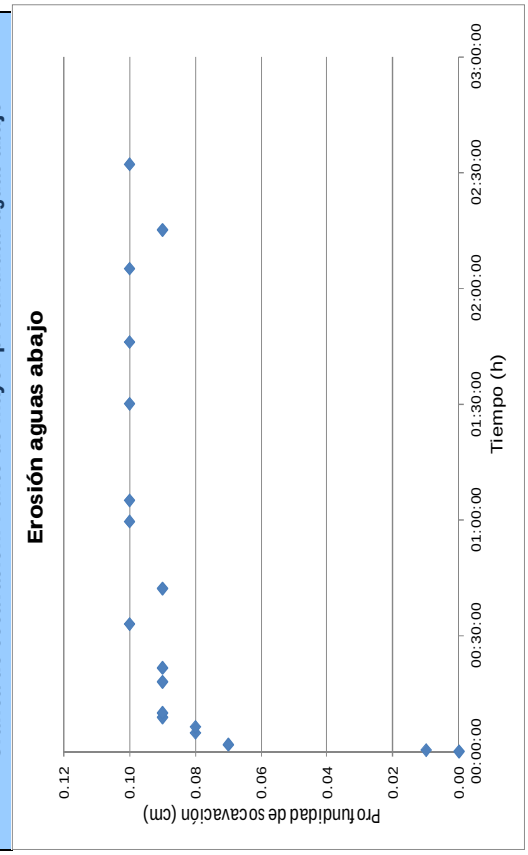
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r02

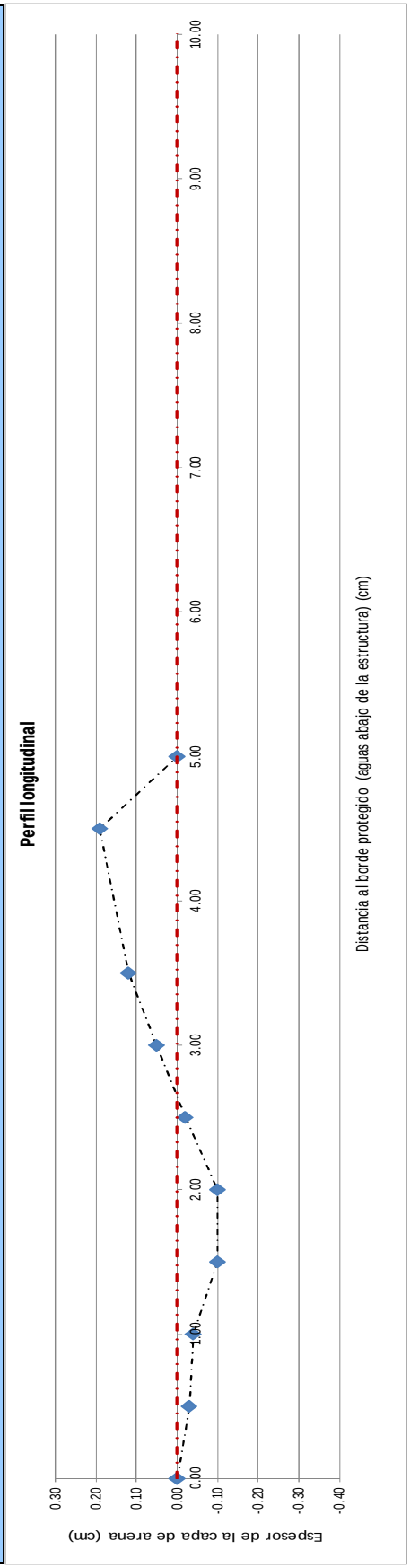
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 11-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:22	0.01
00:01:48	0.07
00:04:50	0.08
00:06:22	0.08
00:08:50	0.09
00:10:00	0.09
00:18:02	0.09
00:21:40	0.09
00:33:00	0.10
00:42:10	0.09
00:59:33	0.10
01:05:00	0.10
01:30:00	0.10
01:46:00	0.10
02:05:00	0.10
02:15:00	0.09
02:32:00	0.10

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:25:00

02:00:00

Fecha ensayo: 11-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:48	0.26
00:02:25	0.27
00:05:19	0.27
00:09:22	0.28
00:17:11	0.30
00:23:00	0.37
00:34:00	0.39
00:42:59	0.37
01:00:00	0.37
01:26:00	0.37
01:48:00	0.37
02:06:00	0.35
02:16:00	0.37
02:33:00	0.37

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:25:00

02:00:00

Fecha ensayo: 11-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q45.5-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.03
1.00	-0.04
1.50	-0.10
2.00	-0.10
2.50	-0.02
3.00	0.05
3.50	0.12
4.50	0.19
5.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

01:30:00

Fecha ensayo: 11-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.4-Y7.2_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.23	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.86	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.21	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.23	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.25	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.1	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5925	Transición
Caudal (contador)	59.4	l/min	Radio hidráulico	2.22	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con las dos bombas a su velocidad nominal. Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 2 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 4 cm aguas abajo de la estructura

Se observan mayores profundidades de socavación a partir de los 6 cm, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

SE DAN CONDICIONES DE LECHO VIVO

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
1.91 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
0.81 cm

Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 21-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

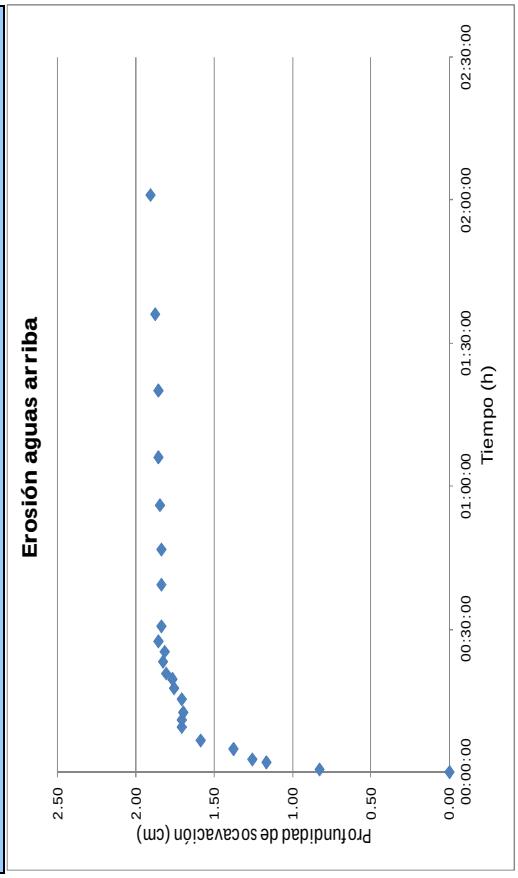
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

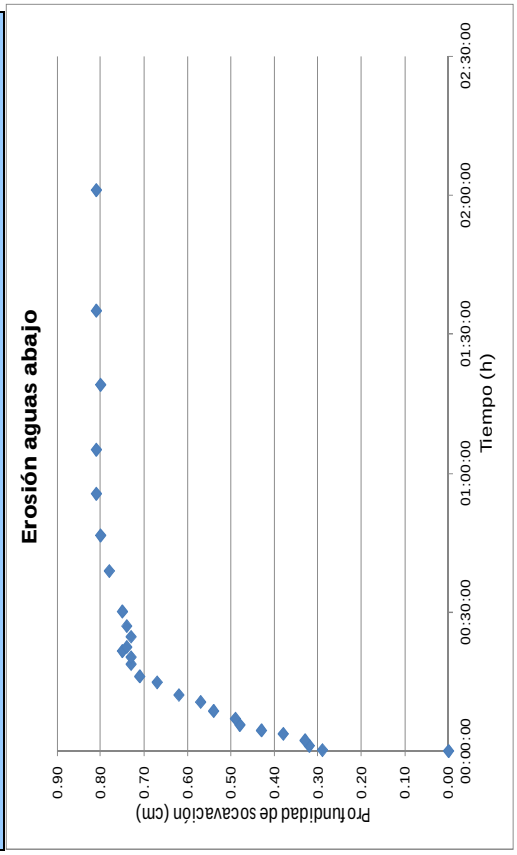
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.4-Y7.2_r01

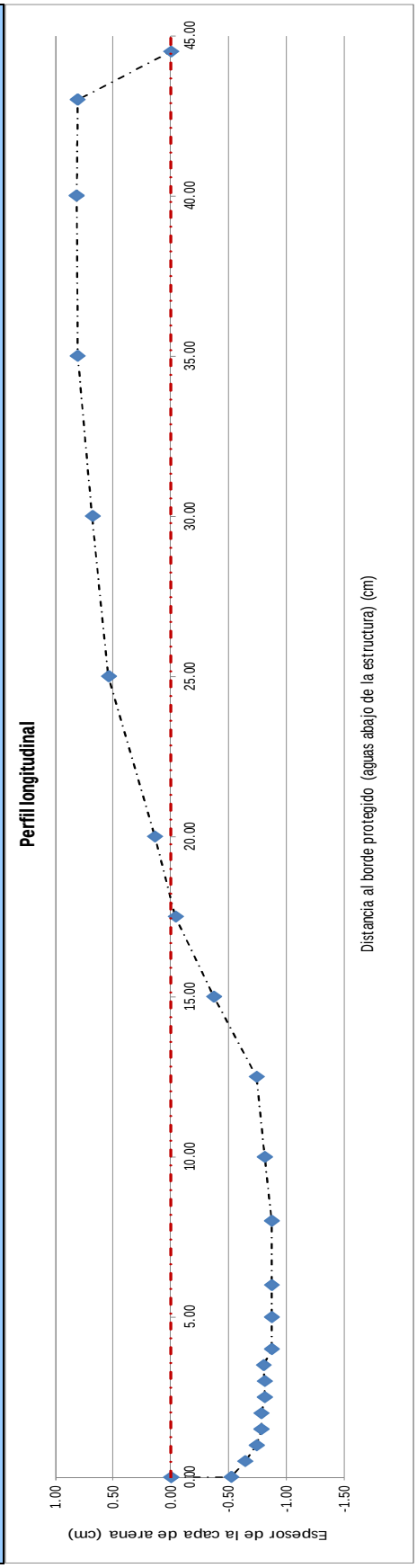
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 21-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q59.4-Y7.2_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.29
00:01:09	0.32
00:02:19	0.33
00:03:43	0.38
00:04:29	0.43
00:05:39	0.48
00:07:00	0.49
00:08:39	0.54
00:10:35	0.57
00:12:06	0.62
00:14:50	0.67
00:16:08	0.71
00:18:47	0.73
00:20:16	0.73
00:21:34	0.75
00:22:27	0.74
00:24:40	0.73
00:26:58	0.74
00:30:07	0.75
00:38:50	0.78
00:46:30	0.80
00:55:31	0.81
01:05:00	0.81
01:19:00	0.80
01:35:00	0.81
02:01:00	0.81

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:01:09

00:16:08

02:01:00

Fecha ensayo: 21-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.4-Y7.2_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:34	0.83
00:02:03	1.17
00:02:40	1.26
00:04:51	1.38
00:06:38	1.59
00:09:26	1.71
00:10:58	1.71
00:12:30	1.70
00:15:17	1.71
00:17:36	1.76
00:19:30	1.77
00:20:40	1.81
00:23:10	1.83
00:25:14	1.82
00:27:25	1.86
00:30:34	1.84
00:39:17	1.84
00:46:40	1.84
00:55:58	1.85
01:06:00	1.86
01:20:00	1.86
01:36:00	1.88
02:01:00	1.91

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:08:39

00:16:08

02:01:00

Fecha ensayo: 21-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

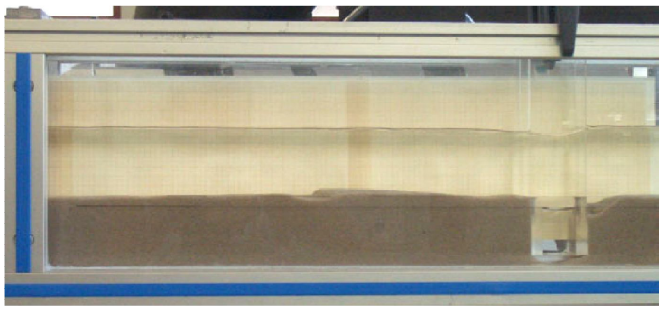
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.4-Y7.2_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.52
0.50	-0.64
1.00	-0.74
1.50	-0.78
2.00	-0.78
2.50	-0.81
3.00	-0.81
3.50	-0.80
4.00	-0.87
5.00	-0.87
6.00	-0.87
8.00	-0.87
10.00	-0.81
12.50	-0.74
15.00	-0.37
17.50	-0.04
20.00	0.14
25.00	0.54
30.00	0.68
35.00	0.81
40.00	0.82
43.00	0.81
44.50	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:14:50



00:38:50

02:01:00

Fecha ensayo: 21-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.5-Y7.2_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	10.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	20.0	mm	Lecho: arena		
b	4.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.69		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.19	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.77	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.22	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.23	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.26	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	33.2	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5958	Transición
Caudal (contador)	59.5	l/min	Radio hidráulico	2.21	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

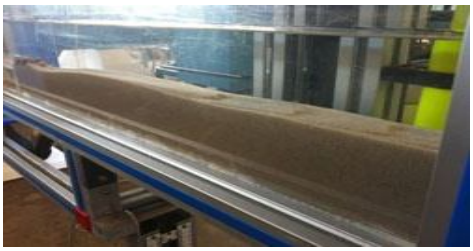
OTROS:

Ensayo con las dos bombas a su velocidad nominal. Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 2 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 4 cm aguas abajo de la estructura

Se observan mayores profundidades de socavación a partir de los 6 cm, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

Se dan condiciones de lecho vivo

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.11 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
0.91 cm



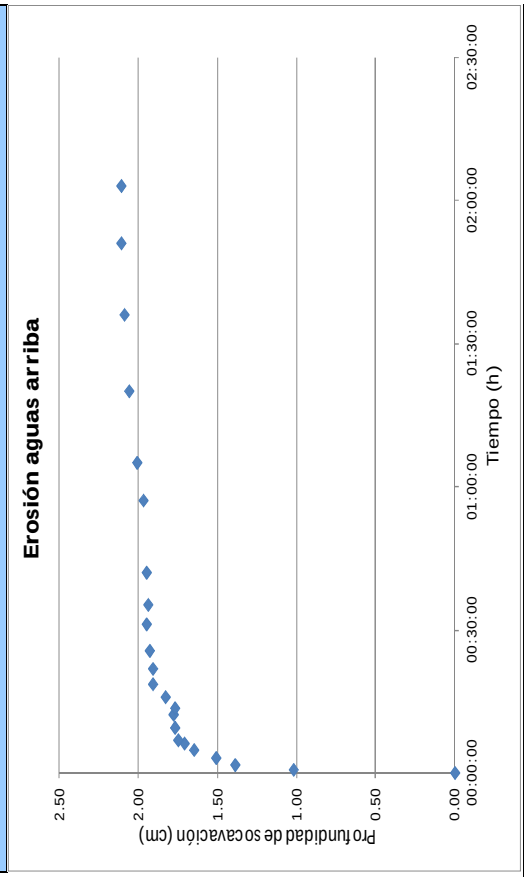
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 21-Aug-12

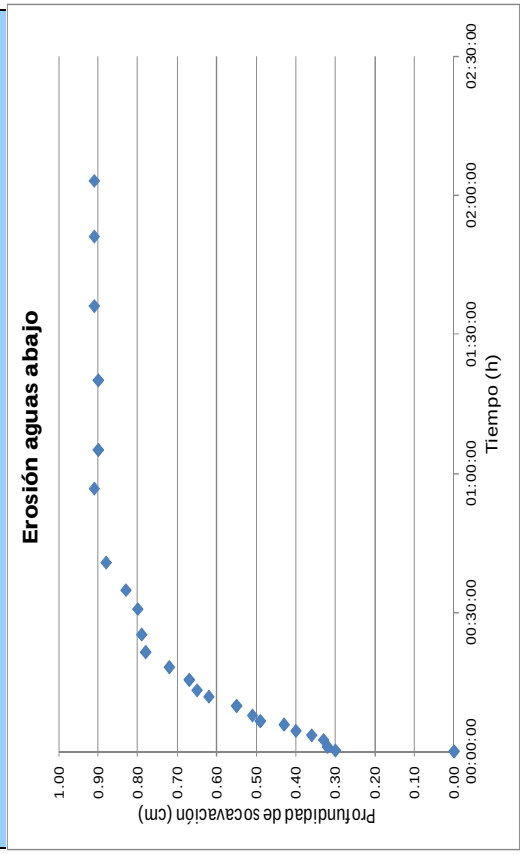
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.5-Y7.2_r02

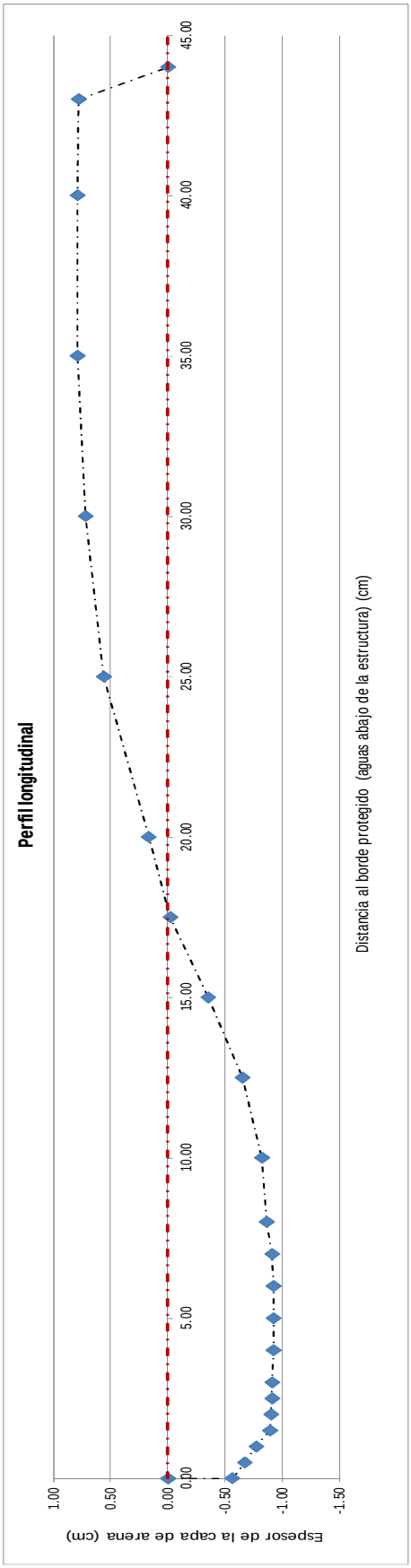
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 21-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.69-Q59.5-Y7.2_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.30
00:01:00	0.32
00:02:29	0.33
00:03:28	0.36
00:04:26	0.40
00:05:48	0.43
00:06:33	0.49
00:07:45	0.51
00:09:48	0.55
00:11:48	0.62
00:13:10	0.65
00:15:26	0.67
00:18:10	0.72
00:21:25	0.78
00:25:11	0.79
00:30:41	0.80
00:34:46	0.83
00:40:43	0.88
00:56:40	0.91
01:05:00	0.90
01:20:00	0.90
01:36:00	0.91
01:51:00	0.91
02:03:00	0.91

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:02:29

00:21:25

01:20:00

Fecha ensayo: 21-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.5-Y7.2_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:40	1.02
00:01:40	1.39
00:03:08	1.51
00:04:49	1.65
00:06:11	1.71
00:06:52	1.75
00:09:28	1.77
00:12:15	1.78
00:13:34	1.77
00:15:54	1.83
00:18:36	1.91
00:21:49	1.91
00:25:36	1.93
00:31:09	1.95
00:35:14	1.94
00:41:59	1.95
00:57:06	1.97
01:05:00	2.01
01:20:00	2.06
01:36:00	2.09
01:51:00	2.11
02:03:00	2.11

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:07:45

00:21:25

01:51:00

Fecha ensayo: 21-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.69-Q59.5-Y7.2_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

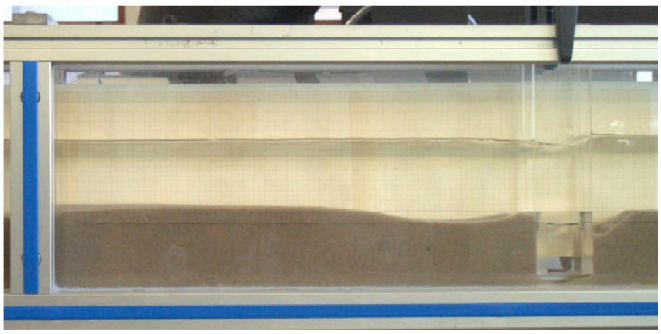
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.56
0.50	-0.67
1.00	-0.77
1.50	-0.89
2.00	-0.90
2.50	-0.91
3.00	-0.91
4.00	-0.92
5.00	-0.92
6.00	-0.92
7.00	-0.91
8.00	-0.86
10.00	-0.82
12.50	-0.65
15.00	-0.35
17.50	-0.02
20.00	0.17
25.00	0.56
30.00	0.72
35.00	0.79
40.00	0.79
43.00	0.78
44.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:28

00:56:40

02:03:00



Fecha ensayo: 21-Aug-12

RELACIÓN DE CONTRACCIÓN

0.41

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.0-Y7.7_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.71	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.35	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.15	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.16	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.41	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.85	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4046	Transición
Caudal (contador)	45.0	l/min	Radio hidráulico	2.26	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

La erosión es simétrica durante todo el ensayo, tanto aguas arriba como aguas abajo.

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2.5 cm de la sección aguas abajo del puente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.45 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

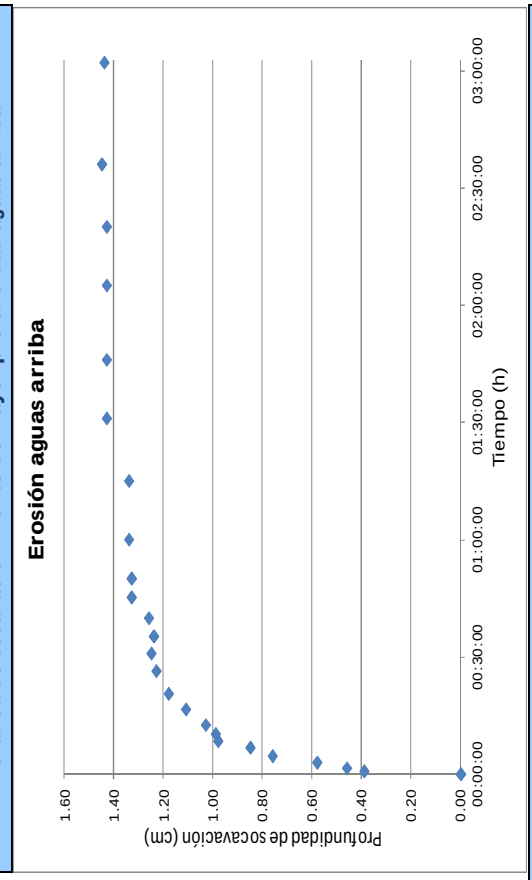
0.66 cm

Fecha ensayo: 24-Jul-12

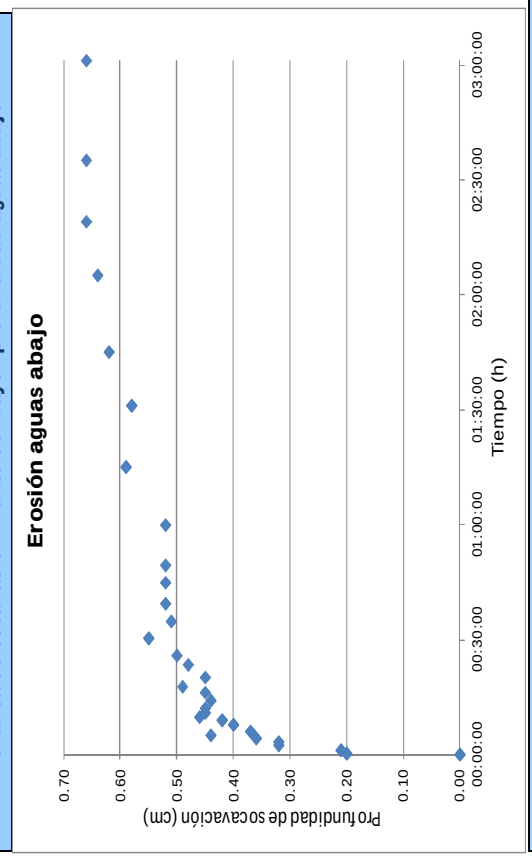
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.0-Y7.7_r01

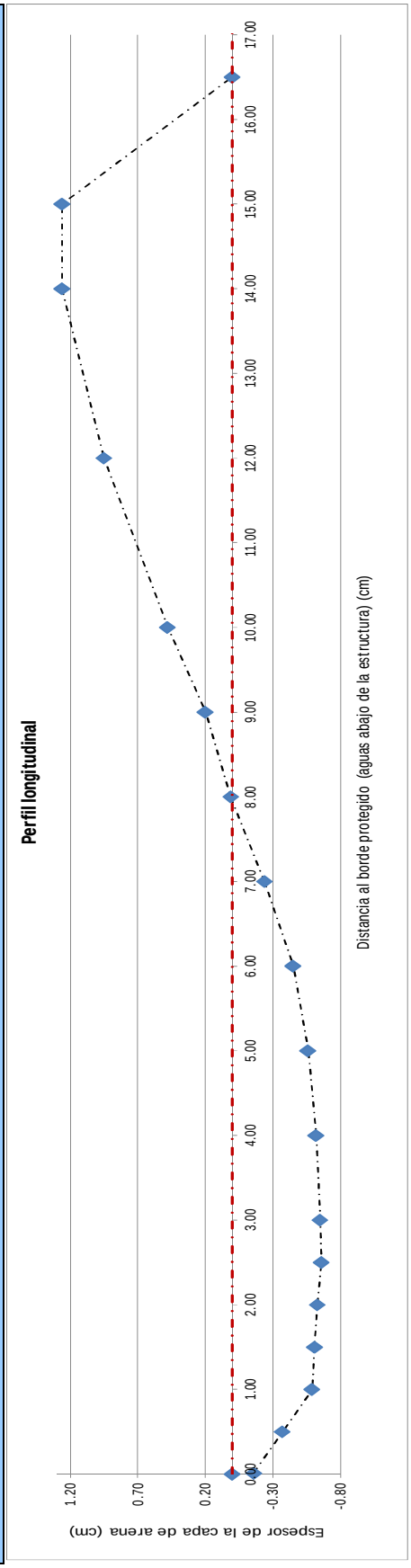
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 24-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q45.0-Y7.7_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:15	0.20
00:01:05	0.21
00:02:24	0.32
00:03:16	0.32
00:04:13	0.36
00:05:01	0.44
00:06:01	0.37
00:07:46	0.40
00:08:56	0.42
00:09:45	0.46
00:10:50	0.45
00:12:02	0.45
00:14:04	0.44
00:16:08	0.45
00:17:41	0.49
00:20:06	0.45
00:23:24	0.48
00:25:48	0.50
00:30:20	0.55
00:34:44	0.51
00:39:20	0.52
00:44:49	0.52
00:49:22	0.52
00:59:52	0.52
01:15:00	0.59
01:31:00	0.58
01:45:00	0.62
02:05:00	0.64
02:19:00	0.66
02:35:00	0.66
03:01:00	0.66

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:50:00

02:00:00

Fecha ensayo: 24-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.0-Y7.7_r01

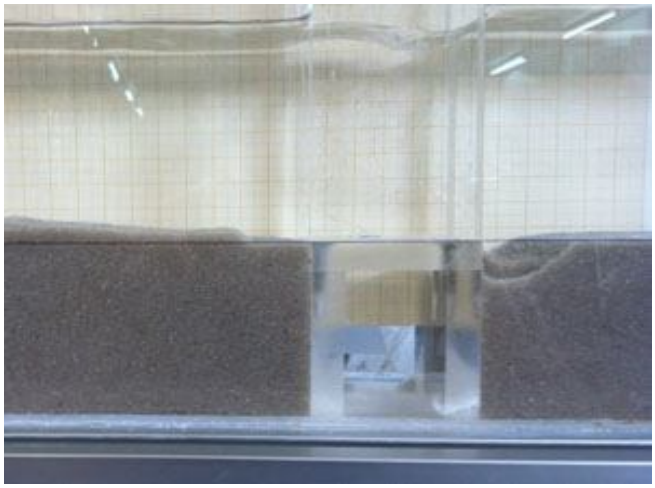
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:45	0.39
00:01:32	0.46
00:02:57	0.58
00:04:37	0.76
00:06:47	0.85
00:08:28	0.98
00:10:17	0.99
00:12:35	1.03
00:16:35	1.11
00:20:34	1.18
00:26:23	1.23
00:30:53	1.25
00:35:16	1.24
00:39:55	1.26
00:45:14	1.33
00:50:02	1.33
01:00:00	1.34
01:15:00	1.34
01:31:00	1.43
01:46:00	1.43
02:05:00	1.43
02:20:00	1.43
02:36:00	1.45
03:02:00	1.44

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:50:00



02:30:00

Fecha ensayo: 24-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.0-Y7.7_r01

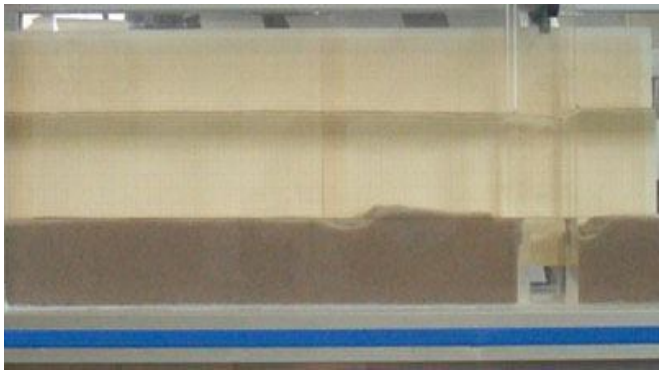
Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.16
0.50	-0.37
1.00	-0.59
1.50	-0.61
2.00	-0.63
2.50	-0.66
3.00	-0.65
4.00	-0.62
5.00	-0.56
6.00	-0.45
7.00	-0.24
8.00	0.01
9.00	0.20
10.00	0.48
12.00	0.95
14.00	1.26
15.00	1.26
16.50	0.00

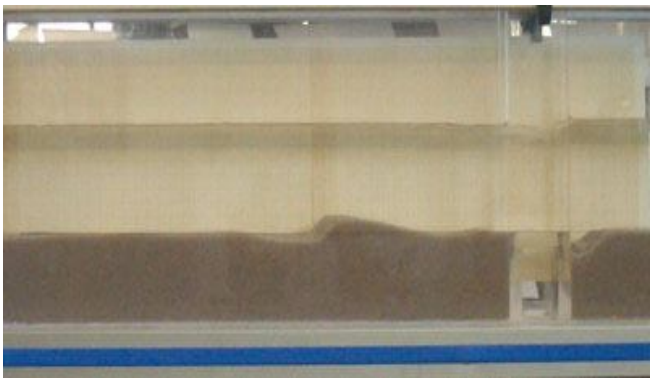
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

0.07.00

01:00:00



03:00:00



Fecha ensayo: 24-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y7.7_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.74	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.33	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.15	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.16	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.7	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.82	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4191	Transición
Caudal (contador)	45.3	l/min	Radio hidráulico	2.26	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

El proceso es ligeramente no simétrico durante los primeros minutos, pero se vuelve simétrico en seguida, tanto aguas arriba como aguas abajo.

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2.5 cm de la sección aguas abajo del puente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.29 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

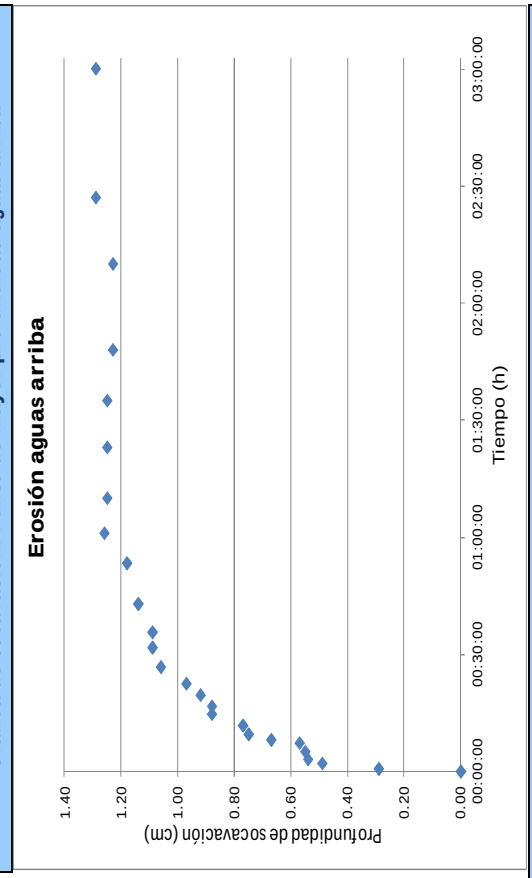
0.68 cm

Fecha ensayo: 24-Jul-12

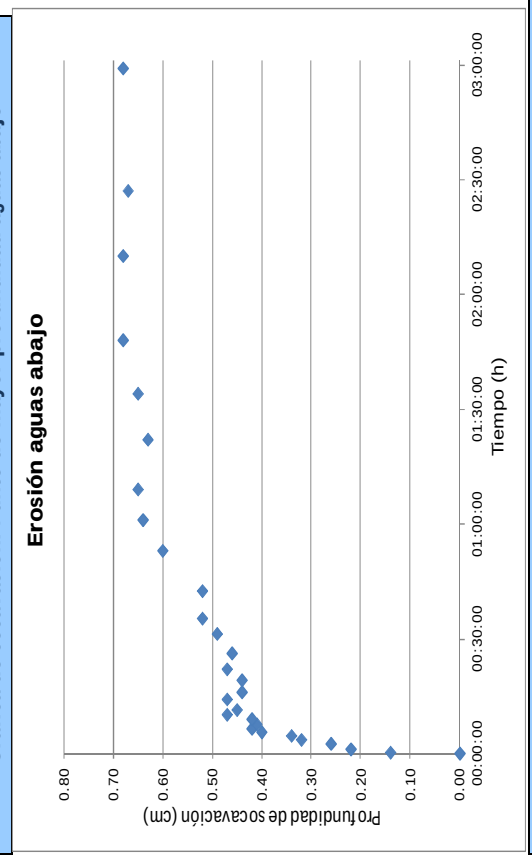
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y7.7_r02

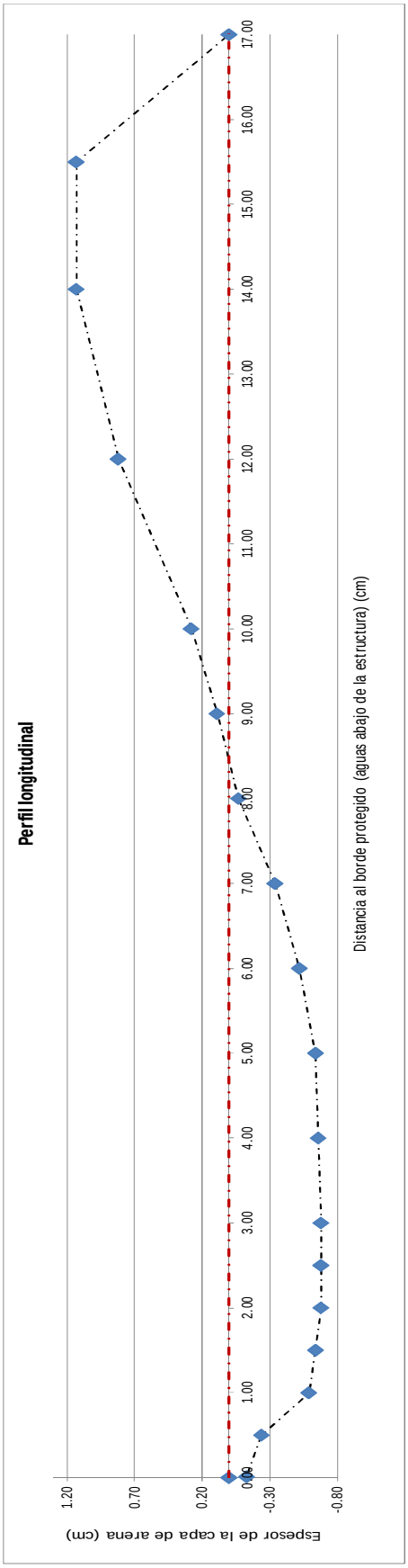
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 24-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y7.7_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:16	0.14
00:01:06	0.22
00:02:34	0.26
00:03:35	0.32
00:04:38	0.34
00:05:35	0.40
00:06:30	0.42
00:07:39	0.41
00:08:59	0.42
00:10:10	0.47
00:11:24	0.45
00:14:10	0.47
00:16:03	0.44
00:19:10	0.44
00:22:01	0.47
00:26:12	0.46
00:31:16	0.49
00:35:16	0.52
00:42:27	0.52
00:52:59	0.60
01:01:00	0.64
01:09:00	0.65
01:22:00	0.63
01:34:00	0.65
01:48:00	0.68
02:10:00	0.68
02:27:00	0.67
02:59:00	0.68

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

00:50:00

03:00:00

Fecha ensayo: 24-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y7.7_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

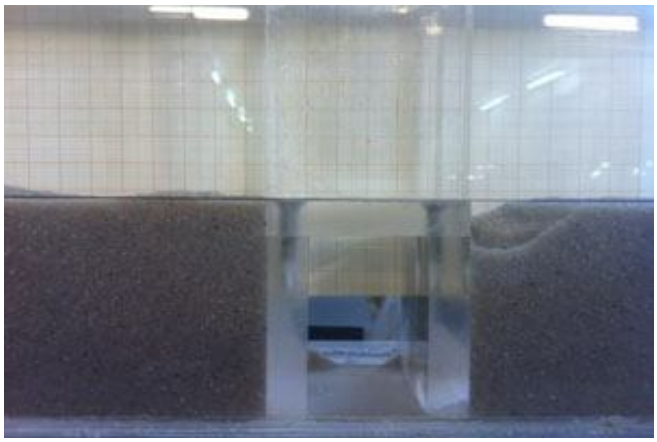
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:41	0.29
00:02:02	0.49
00:03:05	0.54
00:05:05	0.55
00:07:15	0.57
00:08:05	0.67
00:09:30	0.75
00:11:45	0.77
00:14:41	0.88
00:16:40	0.88
00:19:33	0.92
00:22:28	0.97
00:26:44	1.06
00:31:43	1.09
00:35:39	1.09
00:42:54	1.14
00:53:20	1.18
01:01:00	1.26
01:10:00	1.25
01:23:00	1.25
01:35:00	1.25
01:48:00	1.23
02:10:00	1.23
02:27:00	1.29
03:00:00	1.29

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

00:50:00

03:00:00



Fecha ensayo: 24-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

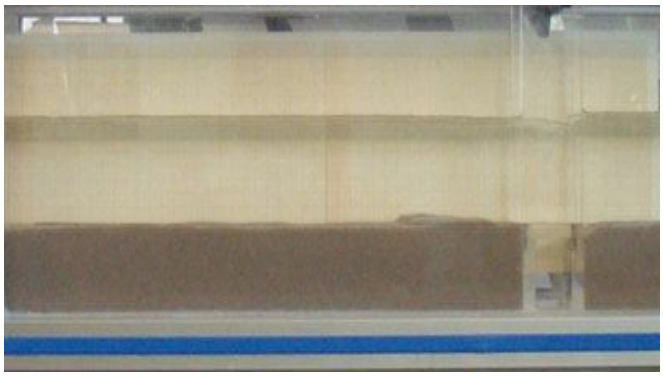
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y7.7_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

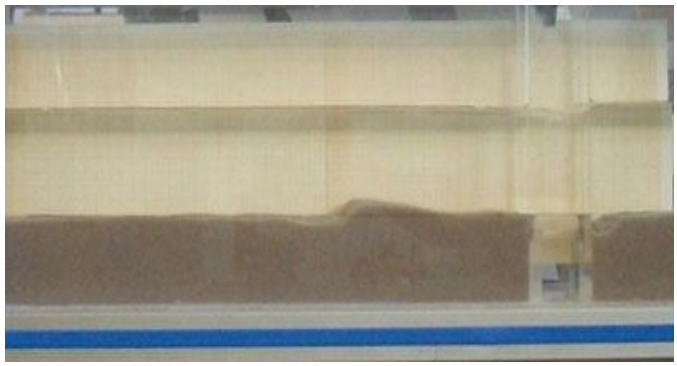
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.13
0.50	-0.24
1.00	-0.59
1.50	-0.64
2.00	-0.68
2.50	-0.68
3.00	-0.68
4.00	-0.66
5.00	-0.64
6.00	-0.52
7.00	-0.34
8.00	-0.07
9.00	0.09
10.00	0.28
12.00	0.82
14.00	1.13
15.50	1.13
17.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

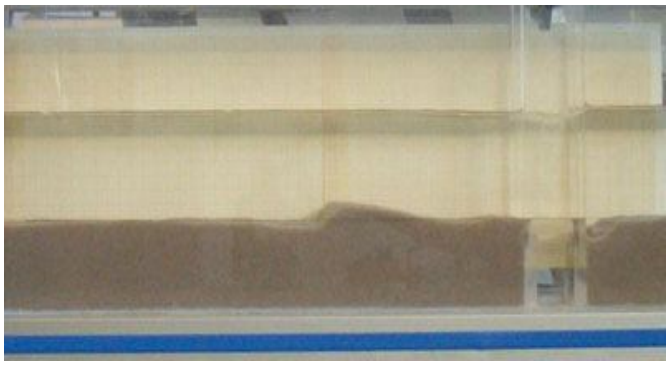
00:30:00



02:00:00



03:00:00



Fecha ensayo: 24-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.0-Y8.5_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.45	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.94	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.18	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.19	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.20	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.2	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.81	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5181	Transición
Caudal (contador)	59.0	l/min	Radio hidráulico	2.32	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3:20 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

HAY CONDICIONES DE LECHO MÓVIL

Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.23 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
0.95 cm

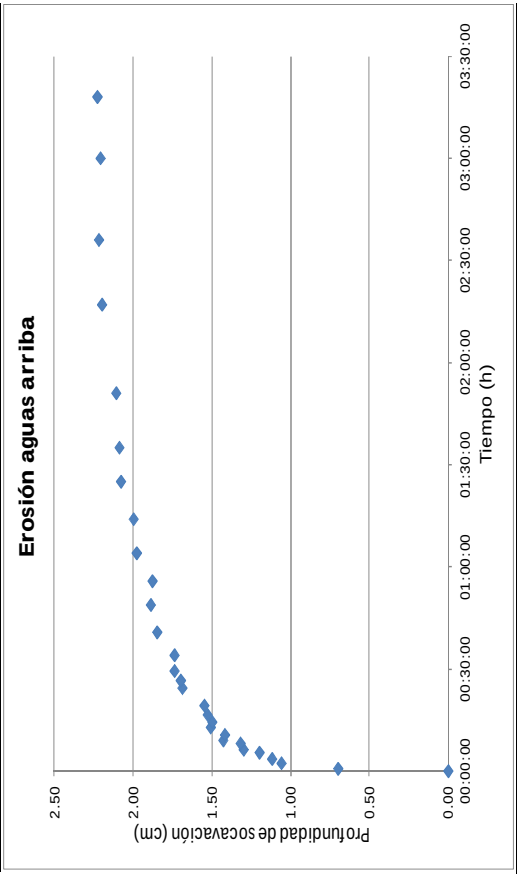
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 25-Jul-12

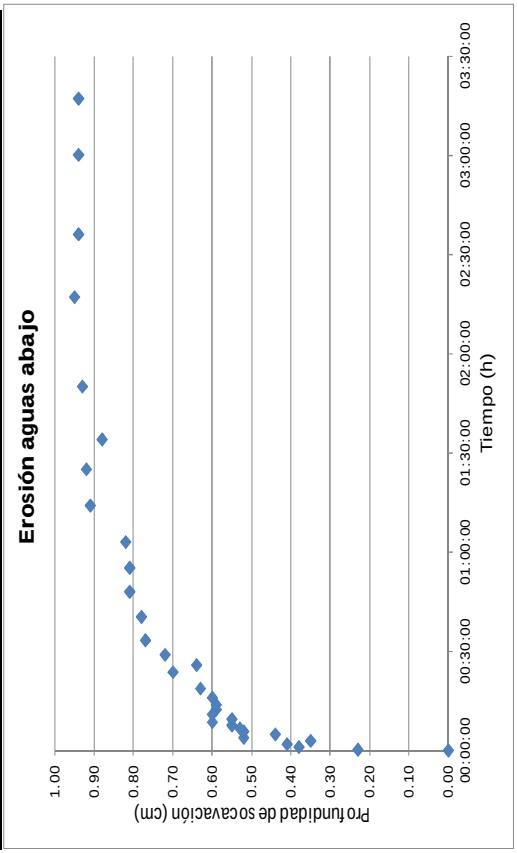
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.0-Y8.5_r01

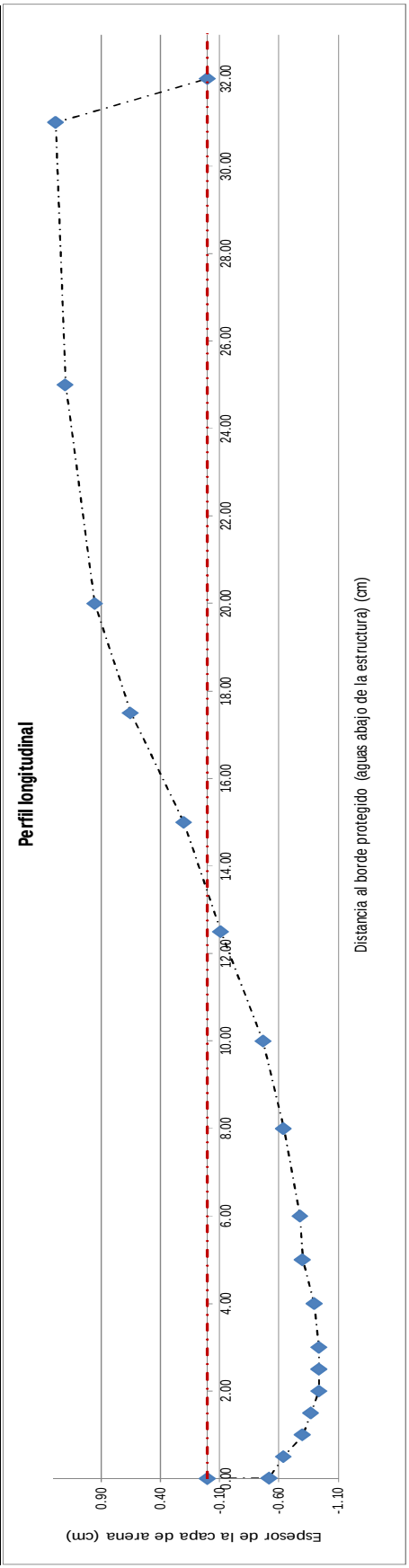
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 25-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.0-Y8.5_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.23
00:01:04	0.38
00:01:55	0.41
00:02:55	0.35
00:03:51	0.52
00:04:54	0.44
00:05:44	0.52
00:06:42	0.53
00:07:36	0.55
00:08:34	0.60
00:09:27	0.55
00:10:55	0.60
00:12:22	0.59
00:13:50	0.59
00:15:59	0.60
00:18:44	0.63
00:23:41	0.70
00:25:50	0.64
00:28:55	0.72
00:33:18	0.77
00:40:22	0.78
00:47:58	0.81
00:55:13	0.81
01:03:00	0.82
01:14:00	0.91
01:25:00	0.92
01:34:00	0.88
01:50:00	0.93
02:17:00	0.95
02:36:00	0.94
03:00:00	0.94
03:17:00	0.94

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:50:00

02:50:00

Fecha ensayo: 25-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.0-Y8.5_r01

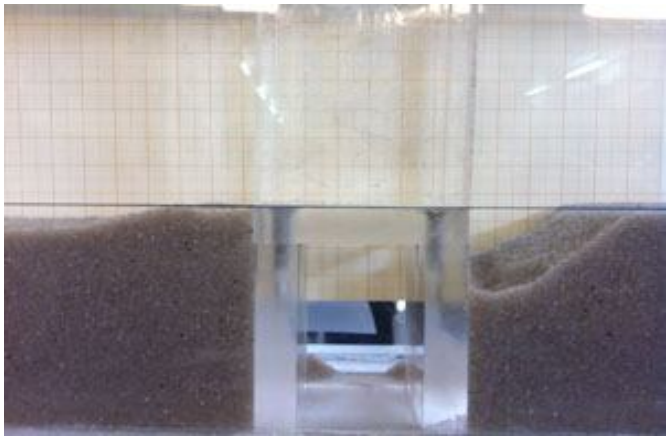
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:41	0.70
00:02:18	1.06
00:03:34	1.12
00:05:25	1.20
00:06:18	1.30
00:08:07	1.32
00:09:01	1.43
00:10:37	1.42
00:12:50	1.51
00:14:25	1.50
00:16:32	1.53
00:19:14	1.55
00:24:22	1.69
00:26:35	1.70
00:29:25	1.74
00:34:02	1.74
00:40:46	1.85
00:48:48	1.89
00:55:47	1.88
01:04:00	1.98
01:14:00	2.00
01:25:00	2.08
01:35:00	2.09
01:51:00	2.11
02:17:00	2.20
02:36:00	2.22
03:00:00	2.21
03:18:00	2.23

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:10:00



02:50:00

Fecha ensayo: 25-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

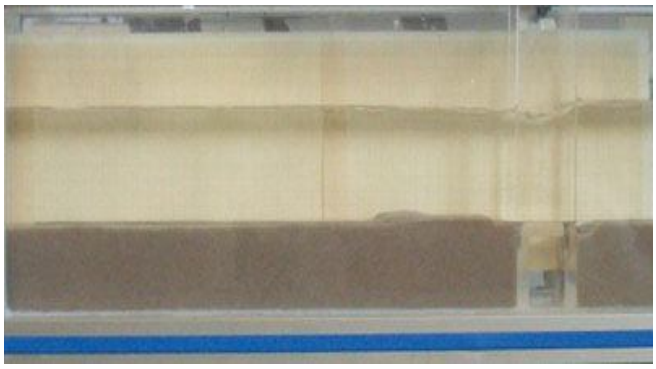
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.0-Y8.5_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

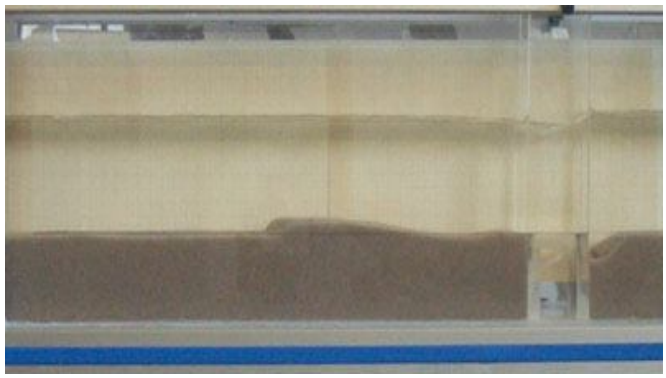
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.52
0.50	-0.64
1.00	-0.80
1.50	-0.87
2.00	-0.94
2.50	-0.94
3.00	-0.94
4.00	-0.90
5.00	-0.80
6.00	-0.78
8.00	-0.64
10.00	-0.47
12.50	-0.11
15.00	0.20
17.50	0.65
20.00	0.95
25.00	1.20
31.00	1.28
32.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

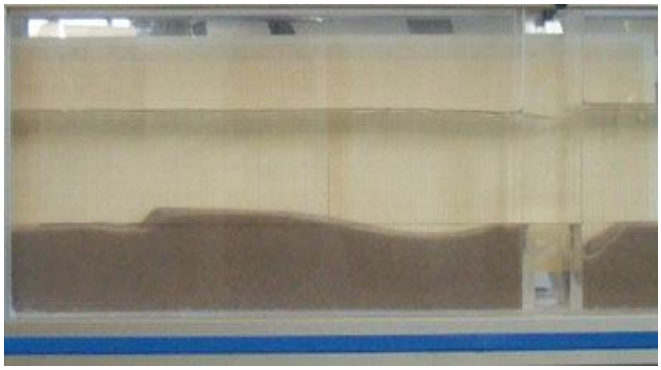
00:07:00



01:00:00



03:00:00



Fecha ensayo: 25-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.2-Y8.4_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.41	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.98	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.18	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.19	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.20	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	32.6	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5305	Transición
Caudal (contador)	59.2	l/min	Radio hidráulico	2.32	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

HAY CONDICIONES DE LECHO VIVO

Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.43 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
0.93 cm

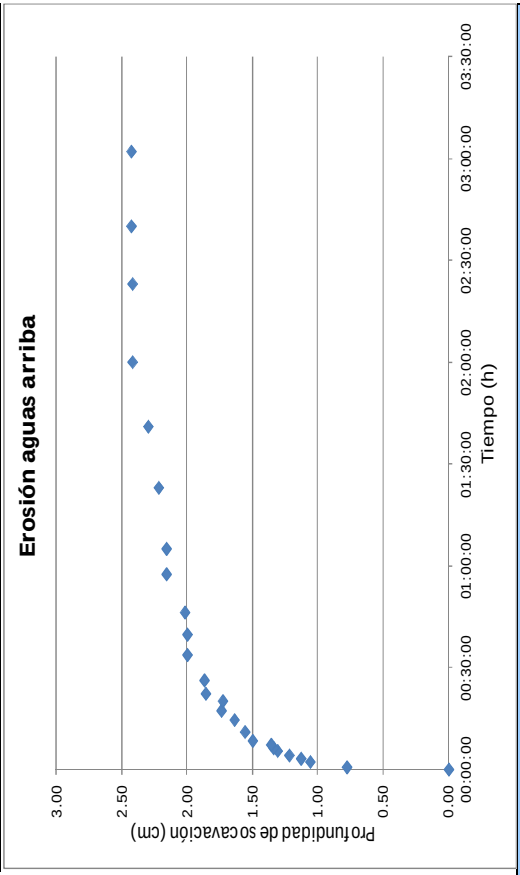
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 25-Jul-12

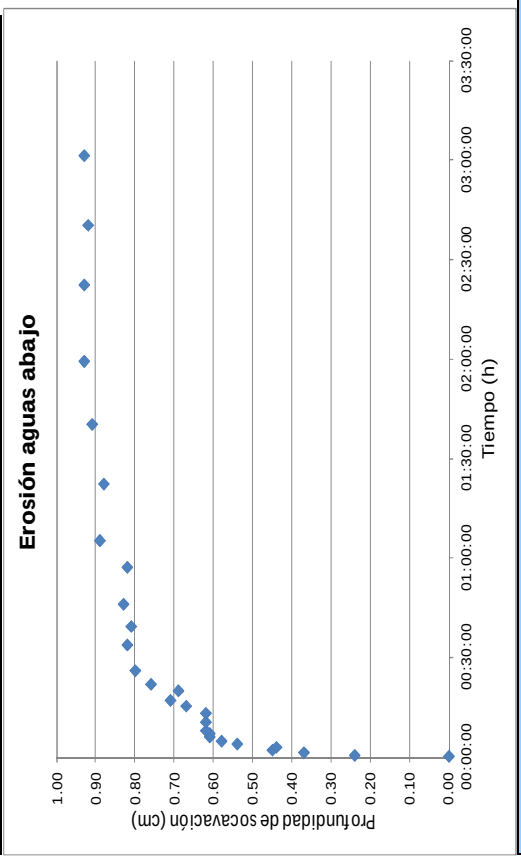
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.2-Y8.4_r02

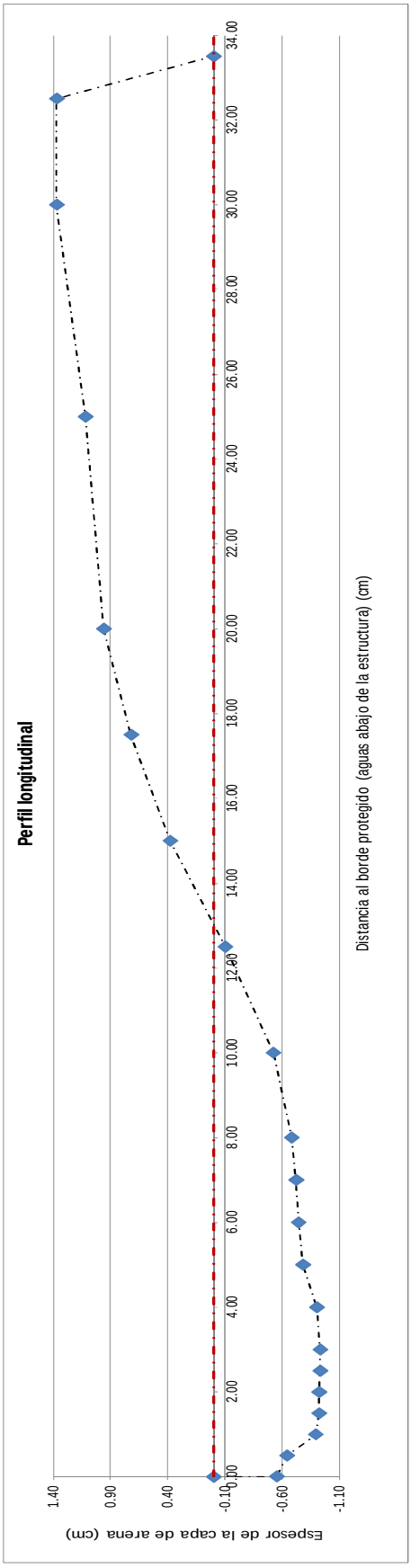
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 25-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.2-Y8.4_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.24
00:01:02	0.37
00:01:48	0.45
00:02:38	0.44
00:03:38	0.54
00:04:32	0.58
00:05:51	0.61
00:06:50	0.61
00:07:39	0.62
00:10:18	0.62
00:12:54	0.62
00:15:03	0.67
00:16:48	0.71
00:19:43	0.69
00:21:41	0.76
00:25:44	0.80
00:33:32	0.82
00:39:07	0.81
00:45:47	0.83
00:56:55	0.82
01:05:00	0.89
01:22:00	0.88
01:40:00	0.91
01:59:00	0.93
02:22:00	0.93
02:40:00	0.92
03:01:00	0.93

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:01:02

01:22:00

02:09:00

Fecha ensayo: 25-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.2-Y8.4_r02

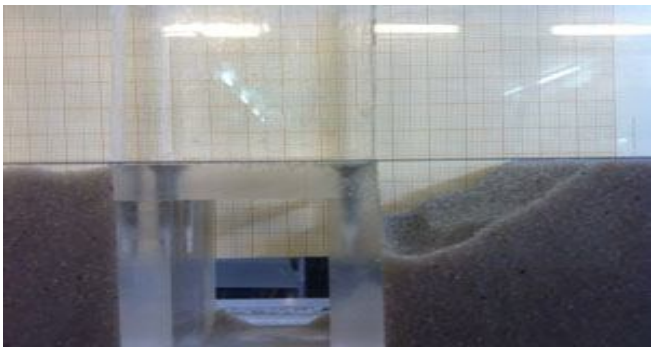
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:40	0.78
00:02:14	1.06
00:03:11	1.13
00:04:10	1.22
00:05:28	1.31
00:06:18	1.34
00:07:17	1.36
00:08:27	1.50
00:11:04	1.56
00:14:35	1.64
00:17:19	1.74
00:20:09	1.73
00:22:19	1.86
00:26:15	1.87
00:33:45	2.00
00:39:45	2.00
00:46:15	2.02
00:57:31	2.16
01:05:00	2.16
01:23:00	2.22
01:41:00	2.30
02:00:00	2.42
02:23:00	2.42
02:40:00	2.43
03:02:00	2.43

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:12:45

00:45:47



03:00:00

Fecha ensayo: 25-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

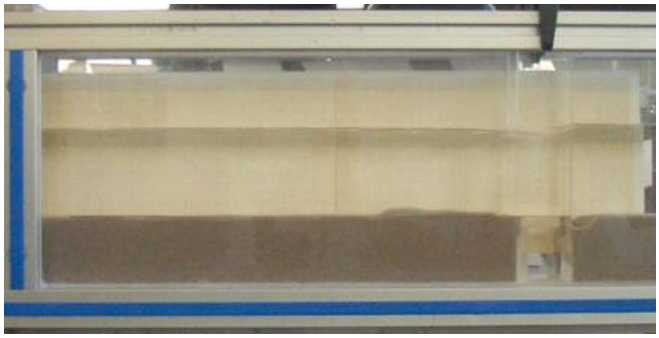
CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q59.2-Y8.4_r02**

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

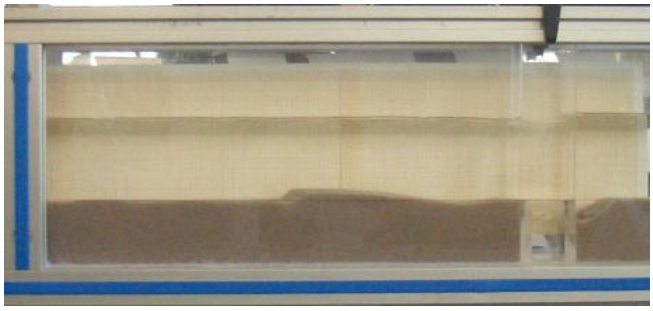
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.55
0.50	-0.64
1.00	-0.89
1.50	-0.92
2.00	-0.92
2.50	-0.93
3.00	-0.93
4.00	-0.90
5.00	-0.78
6.00	-0.74
7.00	-0.72
8.00	-0.68
10.00	-0.52
12.50	-0.10
15.00	0.38
17.50	0.72
20.00	0.96
25.00	1.12
30.00	1.37
32.50	1.37
33.50	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:51



00:56:55



03:00:00

Fecha ensayo: 25-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q45.3-Y8.8_r01**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.80	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.49	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.13	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.14	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.14	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	31.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3927	Transición
Caudal (contador)	45.3	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Ver notas					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Vertedero subido 1 cm respecto de su cota mínima

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con una bomba, con el vertedero subido para aumentar calados y disminuir el nº de Froude
El ensayo se ha prolongado durante 3 horas, y como se puede observar en las gráficas
se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es ligeramente asimétrico aguas arriba

La profundidad máxima de socavación se produce a 2 cm del borde
aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.15 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

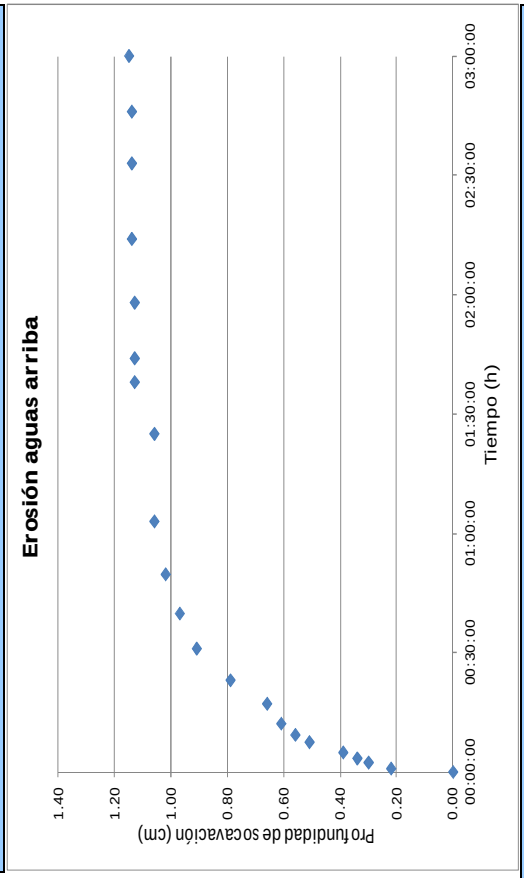
0.38 cm

Fecha ensayo: 08-Aug-12

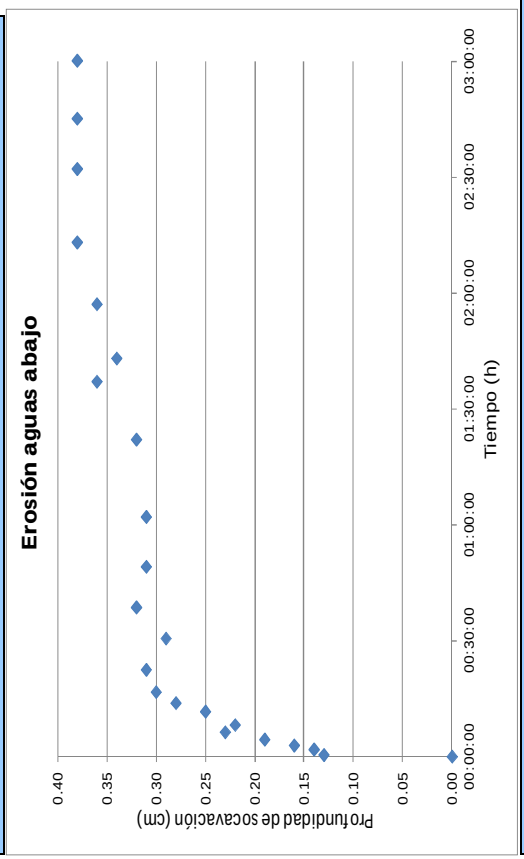
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y8.8_r01

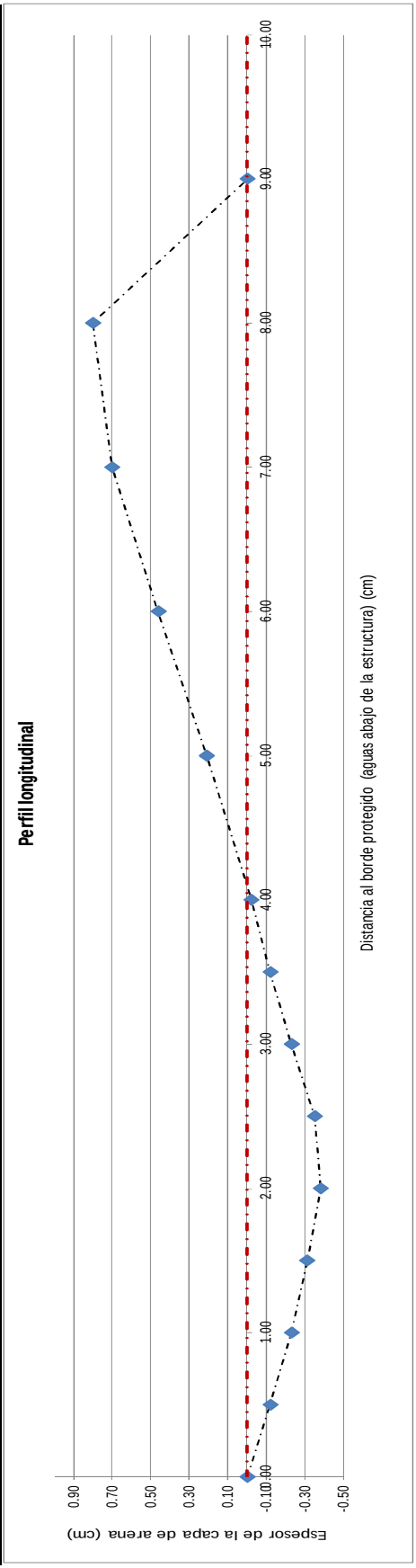
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 08-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:26	0.13
00:01:52	0.14
00:02:54	0.16
00:04:26	0.19
00:06:20	0.23
00:08:11	0.22
00:11:38	0.25
00:13:52	0.28
00:16:42	0.30
00:22:28	0.31
00:30:33	0.29
00:38:37	0.32
00:49:07	0.31
01:02:00	0.31
01:22:00	0.32
01:37:00	0.36
01:43:00	0.34
01:57:00	0.36
02:13:00	0.38
02:32:00	0.38
02:45:00	0.38
03:00:00	0.38

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:08:00

00:50:00

03:00:00

Fecha ensayo: 08-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:52	0.22
00:02:22	0.30
00:03:25	0.34
00:04:55	0.39
00:07:31	0.51
00:09:20	0.56
00:12:10	0.61
00:17:09	0.66
00:23:04	0.79
00:31:01	0.91
00:39:50	0.97
00:49:41	1.02
01:03:00	1.06
01:25:00	1.06
01:38:00	1.13
01:44:00	1.13
01:58:00	1.13
02:14:00	1.14
02:33:00	1.14
02:46:00	1.14
03:00:00	1.15

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:08:00

00:50:00

03:00:00

Fecha ensayo: 08-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.3-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

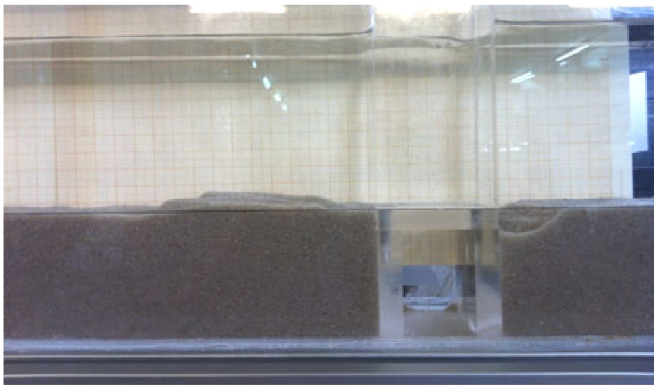
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.12
1.00	-0.23
1.50	-0.31
2.00	-0.38
2.50	-0.35
3.00	-0.23
3.50	-0.12
4.00	-0.02
5.00	0.21
6.00	0.46
7.00	0.70
8.00	0.80
9.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:16:00

01:22:00

02:50:00



Fecha ensayo: 08-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q45.6-Y8.8_r02**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.82	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.55	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.13	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.14	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.43	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.14	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.0	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.84	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3782	Transición
Caudal (contador)	45.6	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Ver notas					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Vertedero subido 1 cm respecto de su cota mínima

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con una bomba, con el vertedero subido para aumentar calados y disminuir el nº de Froude
El ensayo se ha prolongado durante 3 horas, y como se puede observar en las gráficas
se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es ligeramente asimétrico aguas arriba

La profundidad máxima de socavación se produce a 2.5 cm del borde
aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.08 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

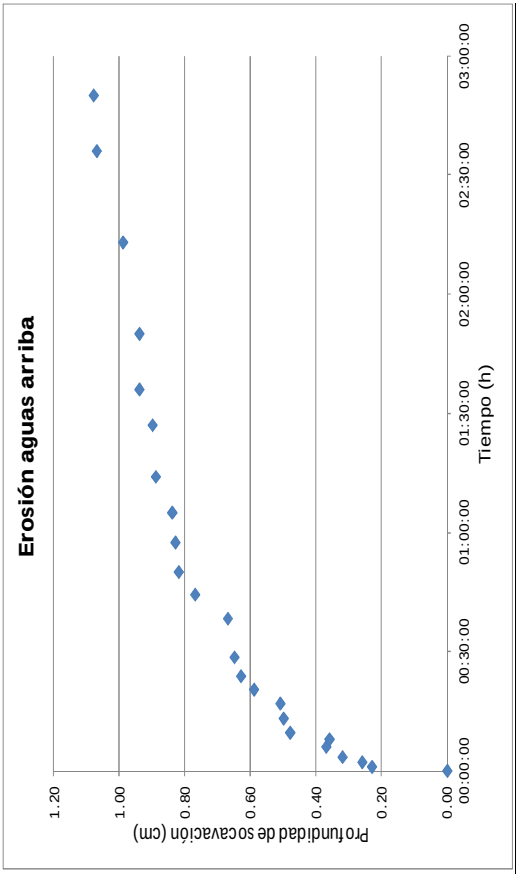
0.43 cm

Fecha ensayo: 09-Aug-12

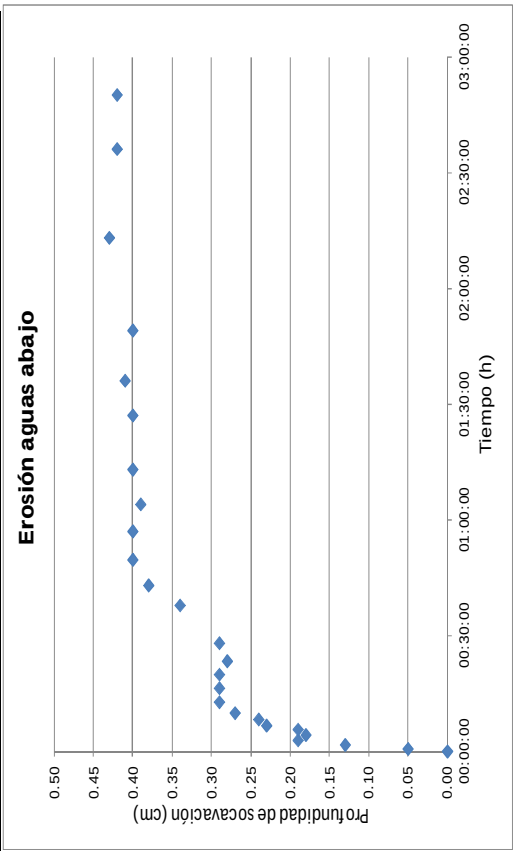
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.6-Y8.8_r02

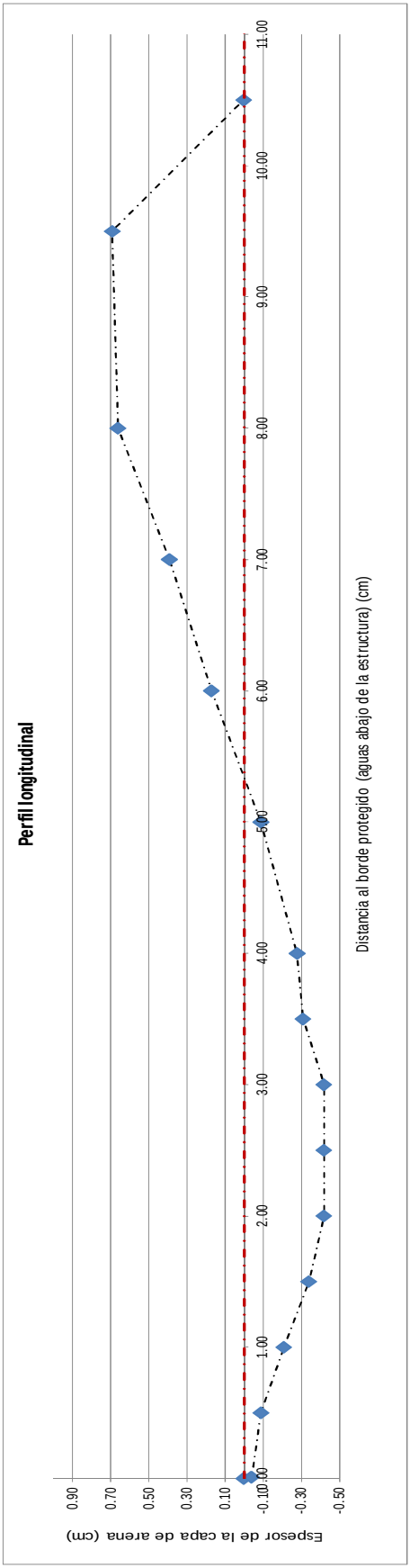
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q45.6-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:40	0.05
00:01:42	0.13
00:02:54	0.19
00:04:16	0.18
00:05:40	0.19
00:06:43	0.23
00:08:18	0.24
00:09:57	0.27
00:12:45	0.29
00:16:24	0.29
00:19:54	0.29
00:23:23	0.28
00:28:02	0.29
00:37:50	0.34
00:43:00	0.38
00:49:37	0.40
00:56:59	0.40
01:04:00	0.39
01:13:00	0.40
01:27:00	0.40
01:36:00	0.41
01:49:00	0.40
02:13:00	0.43
02:36:00	0.42
02:50:00	0.42

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:00

01:00:00

02:35:00

Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q45.6-Y8.8_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:01:00	0.23
00:02:10	0.26
00:03:28	0.32
00:06:03	0.37
00:07:56	0.36
00:09:36	0.48
00:13:10	0.50
00:16:57	0.51
00:20:27	0.59
00:23:50	0.63
00:28:34	0.65
00:38:19	0.67
00:44:21	0.77
00:50:03	0.82
00:57:28	0.83
01:05:00	0.84
01:14:00	0.89
01:27:00	0.90
01:36:00	0.94
01:50:00	0.94
02:13:00	0.99
02:36:00	1.07
02:50:00	1.08

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:00

01:00:00

02:35:00

Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q45.6-Y8.8_r02**

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.04
0.50	-0.09
1.00	-0.21
1.50	-0.34
2.00	-0.42
2.50	-0.42
3.00	-0.42
3.50	-0.31
4.00	-0.28
5.00	-0.09
6.00	0.17
7.00	0.39
8.00	0.66
9.50	0.69
10.50	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:28:00

01:05:00

02:35:00

Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.6_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.55	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.65	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.20	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.23	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.24	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.1	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5739	Transición
Caudal (contador)	59.3	l/min	Radio hidráulico	2.25	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con las dos bombas a su velocidad nominal. Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 2:30 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 4 cm aguas abajo de la estructura
El proceso es ligeramente asimétrico.
Se observan mayores profundidades de socavación a partir de los 8 cm, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

SE DAN CONDICIONES DE LECHO VIVO

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.46 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
1.20 cm

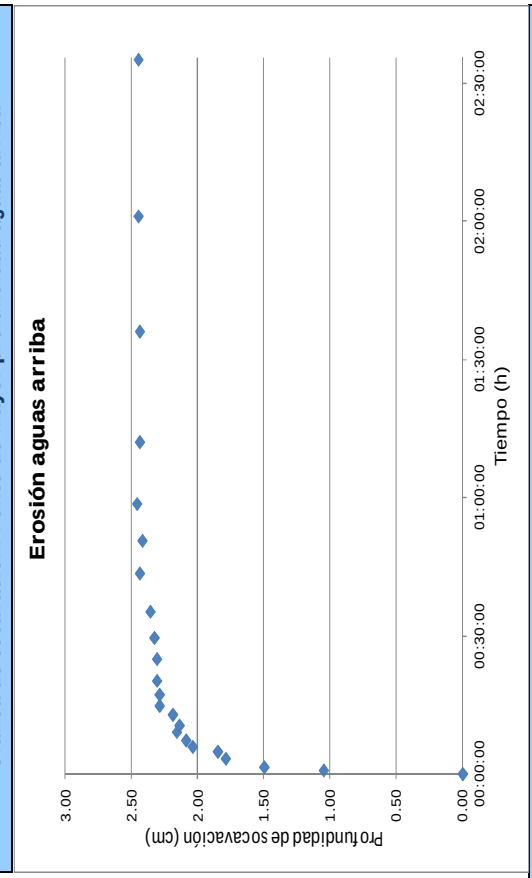
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 13-Aug-12

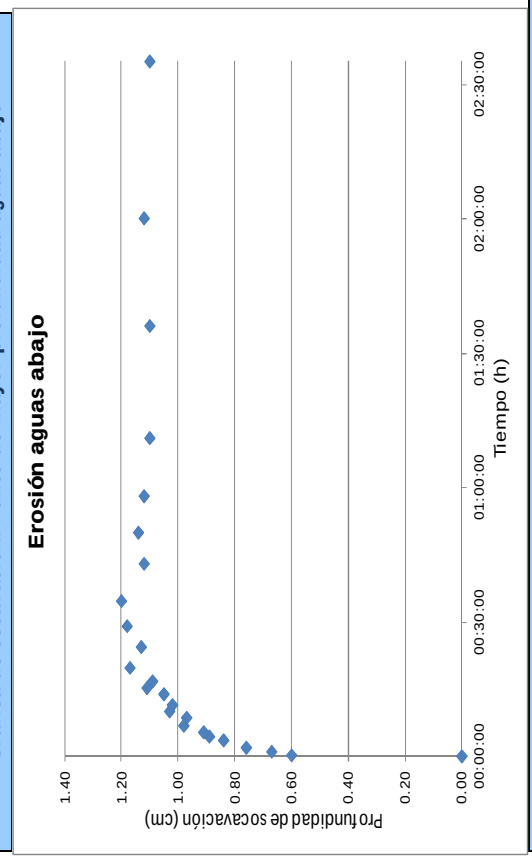
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.6_r01

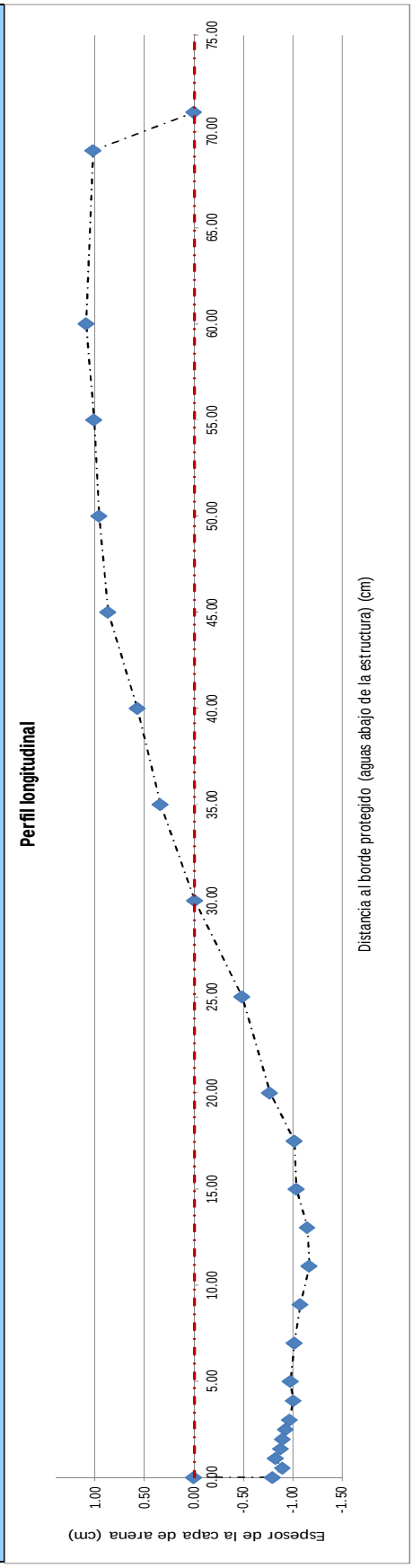
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 13-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.59-Q59.3-Y7.6_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.60
00:01:02	0.67
00:01:56	0.76
00:03:34	0.84
00:04:25	0.89
00:05:21	0.91
00:06:50	0.98
00:08:37	0.97
00:10:02	1.03
00:11:26	1.02
00:13:51	1.05
00:15:14	1.11
00:16:42	1.09
00:19:44	1.17
00:24:23	1.13
00:29:02	1.18
00:34:38	1.20
00:42:57	1.12
00:49:54	1.14
00:58:01	1.12
01:11:00	1.10
01:36:00	1.10
02:00:00	1.12
02:35:00	1.10

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:30:00

02:00:00

Fecha ensayo: 13-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.6_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:46	1.05
00:01:27	1.50
00:03:18	1.79
00:04:50	1.85
00:05:52	2.04
00:07:16	2.09
00:09:04	2.16
00:10:31	2.14
00:12:50	2.19
00:14:46	2.29
00:17:12	2.29
00:20:12	2.31
00:24:55	2.31
00:29:32	2.33
00:35:12	2.36
00:43:30	2.44
00:50:36	2.42
00:58:36	2.46
01:12:00	2.44
01:36:00	2.44
02:01:00	2.45
02:35:00	2.45

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:30:00

02:00:00

Fecha ensayo: 13-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

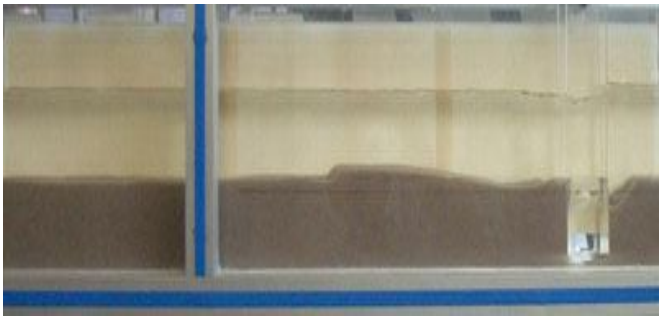
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.6_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.80
0.50	-0.90
1.00	-0.83
1.50	-0.88
2.00	-0.90
2.50	-0.93
3.00	-0.97
4.00	-1.01
5.00	-0.98
7.00	-1.02
9.00	-1.08
11.00	-1.17
13.00	-1.15
15.00	-1.04
17.50	-1.02
20.00	-0.77
25.00	-0.49
30.00	-0.01
35.00	0.34
40.00	0.57
45.00	0.87
50.00	0.96
55.00	1.01
60.00	1.09
69.00	1.02
71.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:20:00



01:00:00

02:20:00

Fecha ensayo: 13-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.5_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.47	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.62	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.21	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.23	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.24	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.5	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5782	Transición
Caudal (contador)	59.3	l/min	Radio hidráulico	2.24	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

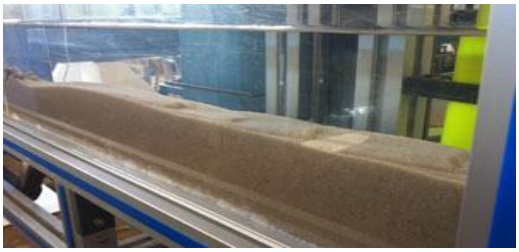
OTROS:

Ensayo con las dos bombas a su velocidad nominal. Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 2:30 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 4 cm aguas abajo de la estructura

Se observan mayores profundidades de socavación a partir de los 8 cm, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

CONDICIONES DE LECHO VIVO

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.52 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
1.08 cm



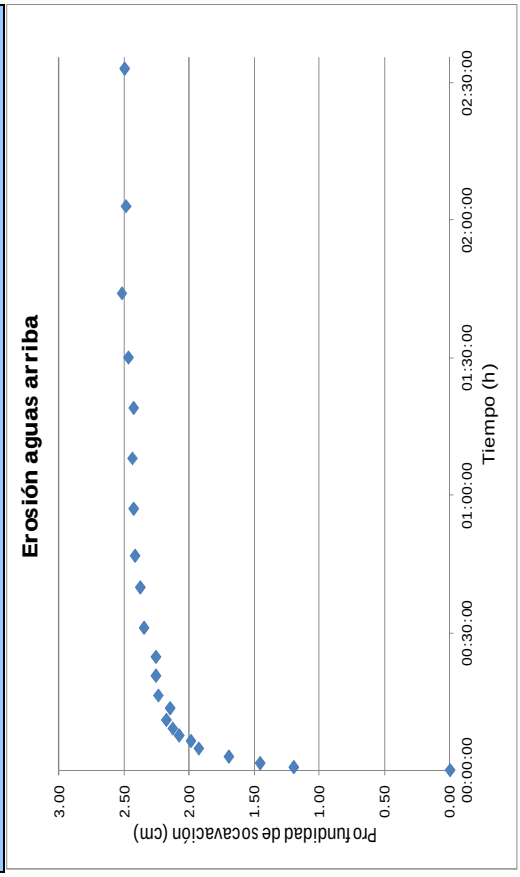
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 16-Aug-12

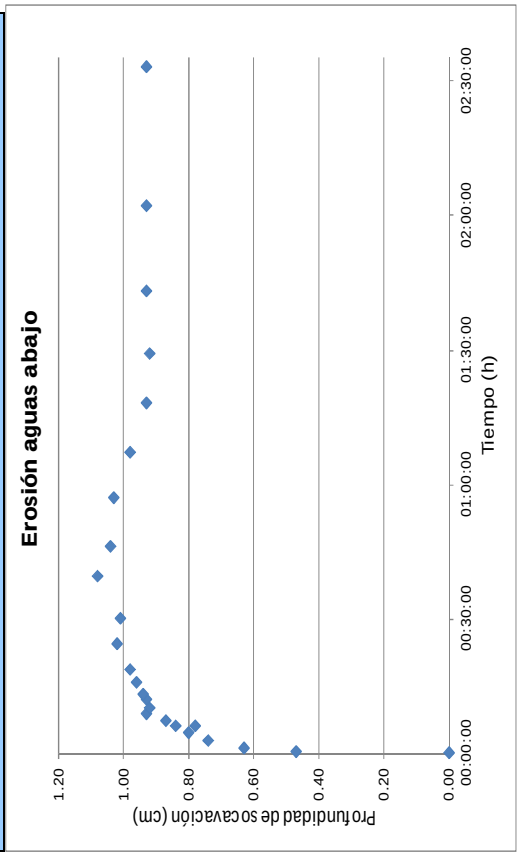
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.5_r02

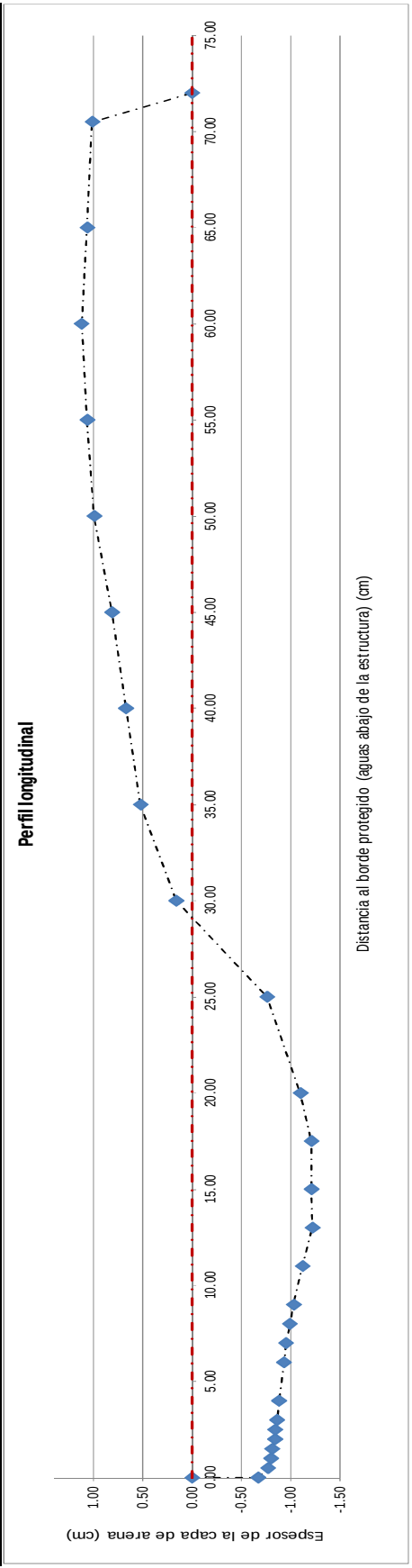
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 16-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.5_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:14	0.47
00:01:03	0.63
00:02:42	0.74
00:04:27	0.80
00:06:00	0.78
00:06:00	0.84
00:07:09	0.87
00:08:41	0.93
00:10:01	0.92
00:11:55	0.93
00:13:01	0.94
00:15:41	0.96
00:18:35	0.98
00:24:18	1.02
00:30:00	1.01
00:39:23	1.08
00:46:00	1.04
00:56:52	1.03
01:07:00	0.98
01:18:00	0.93
01:29:00	0.92
01:43:00	0.93
02:02:00	0.93
02:33:00	0.93

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:06:00

00:40:00

02:30:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.5_r02

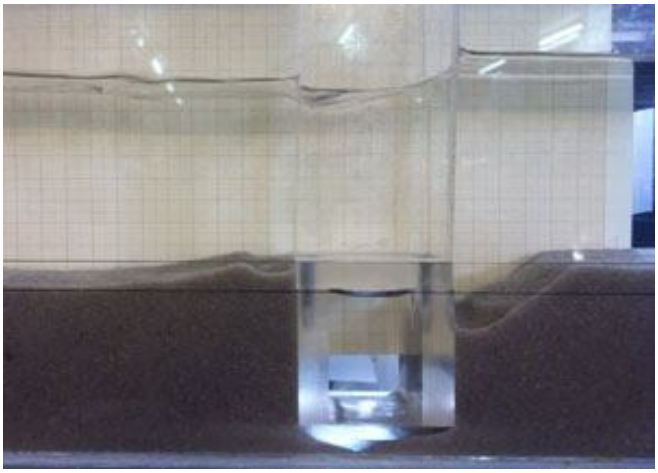
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:39	1.20
00:01:32	1.46
00:02:57	1.70
00:04:44	1.93
00:06:22	1.99
00:07:34	2.08
00:09:05	2.13
00:10:57	2.18
00:13:31	2.15
00:16:17	2.24
00:20:35	2.26
00:24:42	2.26
00:31:03	2.35
00:39:52	2.38
00:46:46	2.42
00:57:00	2.43
01:08:00	2.44
01:19:00	2.43
01:30:00	2.47
01:44:00	2.52
02:03:00	2.49
02:33:00	2.50

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:06:00

00:40:00



02:30:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.59-Q59.3-Y7.5_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.67
0.50	-0.77
1.00	-0.80
1.50	-0.81
2.00	-0.84
2.50	-0.84
3.00	-0.86
4.00	-0.88
6.00	-0.93
7.00	-0.95
8.00	-0.99
9.00	-1.03
11.00	-1.12
13.00	-1.22
15.00	-1.21
17.50	-1.21
20.00	-1.10
25.00	-0.76
30.00	0.16
35.00	0.52
40.00	0.67
45.00	0.81
50.00	0.99
55.00	1.06
60.00	1.12
65.00	1.06
70.50	1.01
72.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:40:00

01:30:00

02:30:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

RELACIÓN DE CONTRACCIÓN

0.50

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q45.1-Y7.8_r01**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.81	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.14	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.15	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.15	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.41	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.5	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.85	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4040	Transición
Caudal (contador)	45.1	l/min	Radio hidráulico	2.27	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

La erosión es simétrica durante todo el ensayo, tanto aguas arriba como aguas abajo.

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2.5 - 3 cm de la sección aguas abajo del puente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.77 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

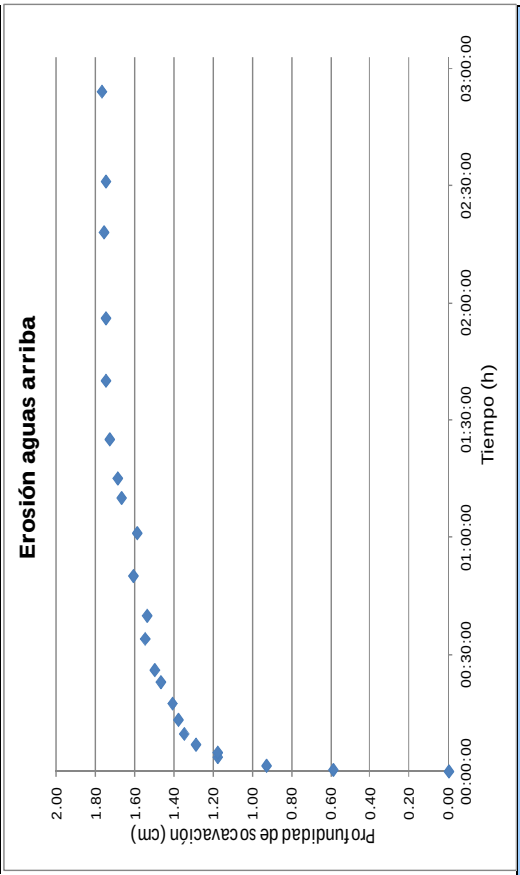
0.94 cm

Fecha ensayo: 05-Jul-12

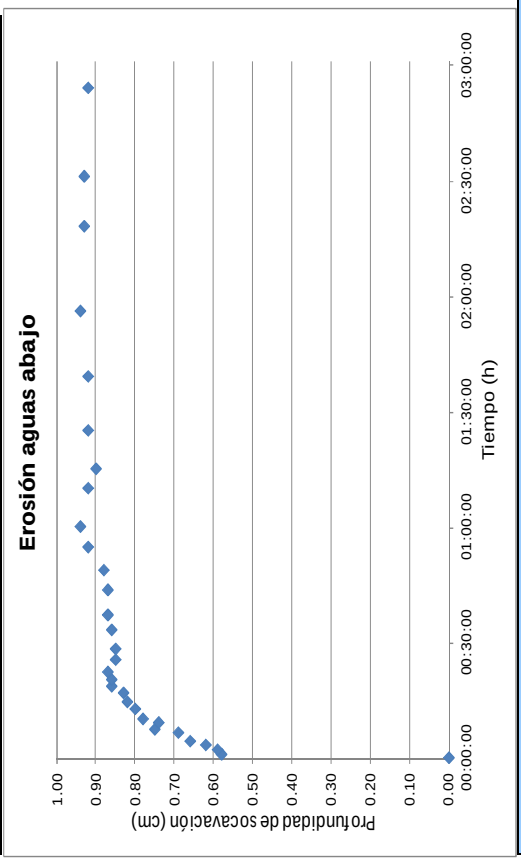
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.1-Y7.8_r01

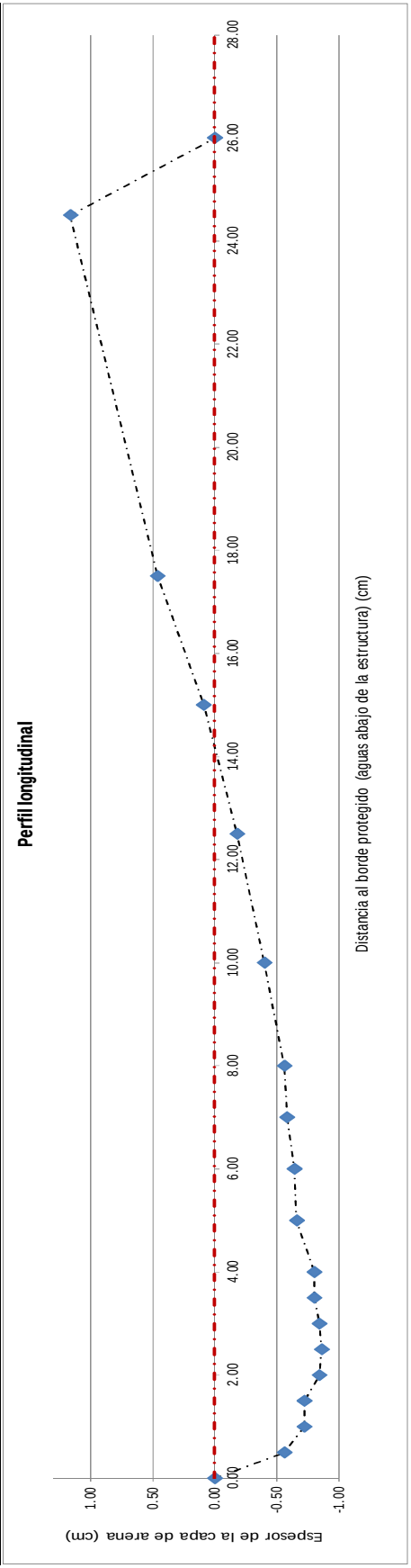
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 05-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q45.1-Y7.8_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:52	0.58
00:02:05	0.59
00:03:17	0.62
00:04:17	0.66
00:06:29	0.69
00:07:22	0.75
00:09:07	0.74
00:10:03	0.78
00:12:40	0.80
00:14:30	0.82
00:16:48	0.83
00:18:31	0.86
00:20:14	0.86
00:22:15	0.87
00:25:25	0.85
00:28:13	0.85
00:33:10	0.86
00:37:04	0.87
00:43:35	0.87
00:48:41	0.88
00:54:40	0.92
01:00:00	0.94
01:10:00	0.92
01:15:00	0.90
01:25:00	0.92
01:39:00	0.92
01:56:00	0.94
02:18:00	0.93
02:31:00	0.93
02:54:00	0.92

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:02:05

00:18:31

02:18:00

Fecha ensayo: 05-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

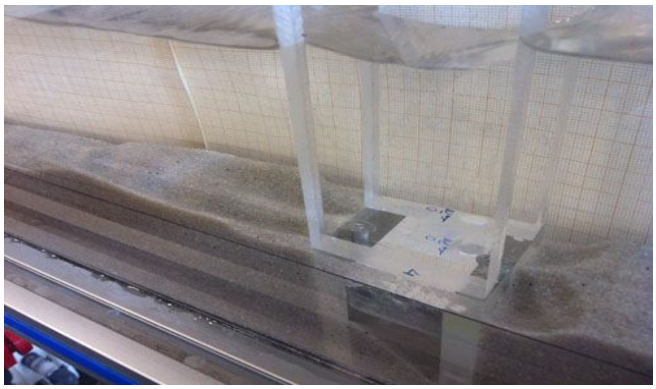
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.1-Y7.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:22	0.59
00:01:26	0.93
00:03:39	1.18
00:04:48	1.18
00:06:51	1.29
00:09:35	1.35
00:13:12	1.38
00:17:22	1.41
00:22:50	1.47
00:25:57	1.50
00:33:55	1.55
00:39:50	1.54
00:50:00	1.61
01:01:00	1.59
01:10:00	1.67
01:15:00	1.69
01:25:00	1.73
01:40:00	1.75
01:56:00	1.75
02:18:00	1.76
02:31:00	1.75
02:54:00	1.77

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:17



00:48:41

02:18:00

Fecha ensayo: 05-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

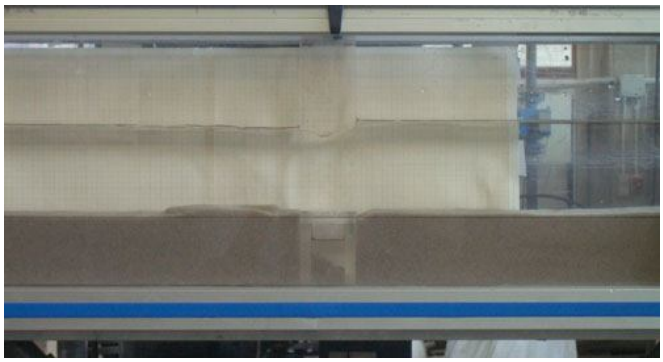
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.1-Y7.8_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

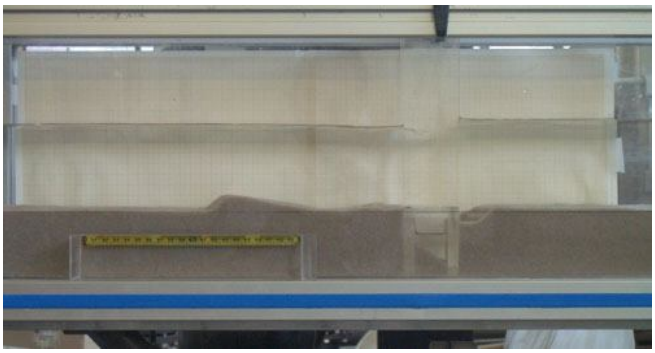
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.56
1.00	-0.72
1.50	-0.72
2.00	-0.84
2.50	-0.86
3.00	-0.84
3.50	-0.80
4.00	-0.80
5.00	-0.66
6.00	-0.64
7.00	-0.58
8.00	-0.56
10.00	-0.40
12.50	-0.18
15.00	0.09
17.50	0.46
24.50	1.16
26.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

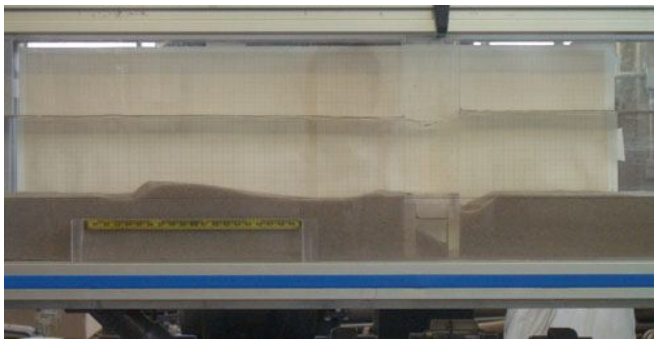
00:02:05



00:37:04



02:54:00



Fecha ensayo: 05-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.2-Y7.7_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.68	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.12	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.15	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.17	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.18	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.4	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.83	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4173	Transición
Caudal (contador)	45.2	l/min	Radio hidráulico	2.26	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3:20 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

La erosión es simétrica durante todo el ensayo, tanto aguas arriba como aguas abajo.

La profundidad máxima de socavación se produce a unos 2.5 - 3 cm de la sección aguas abajo del puente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.61 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

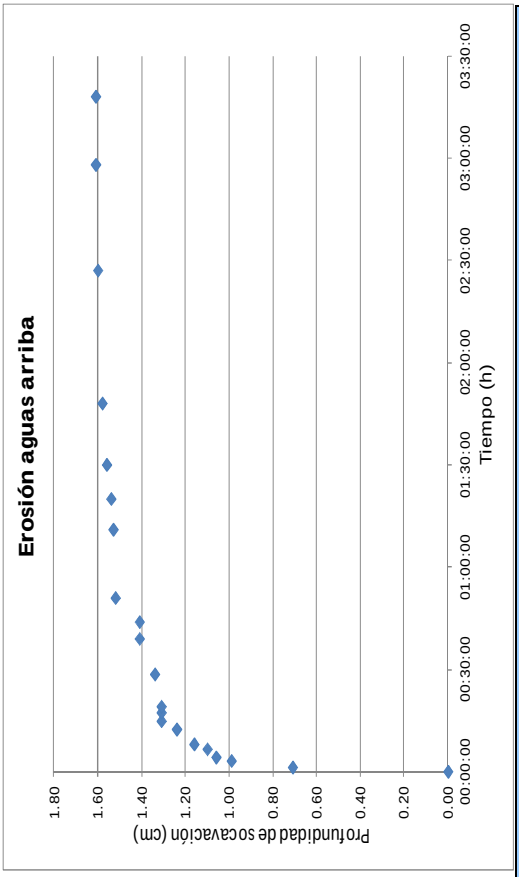
1.12 cm

Fecha ensayo: 09-Jul-12

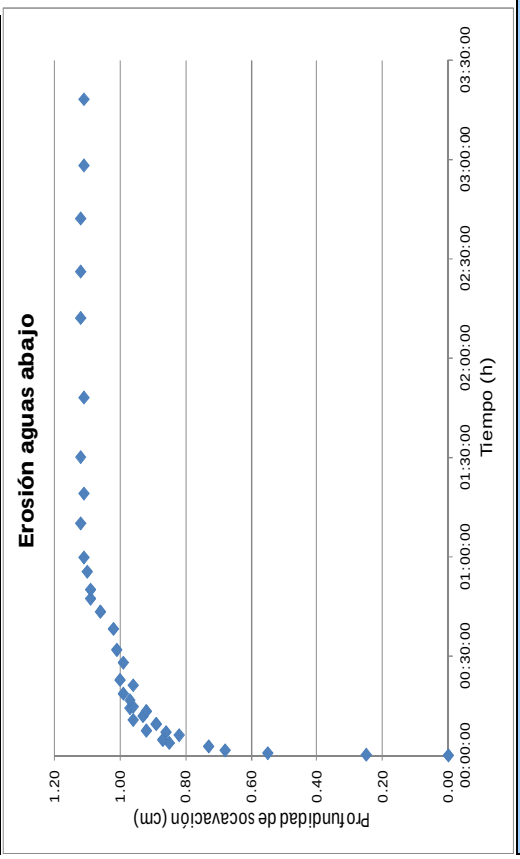
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.2-Y7.7_r02

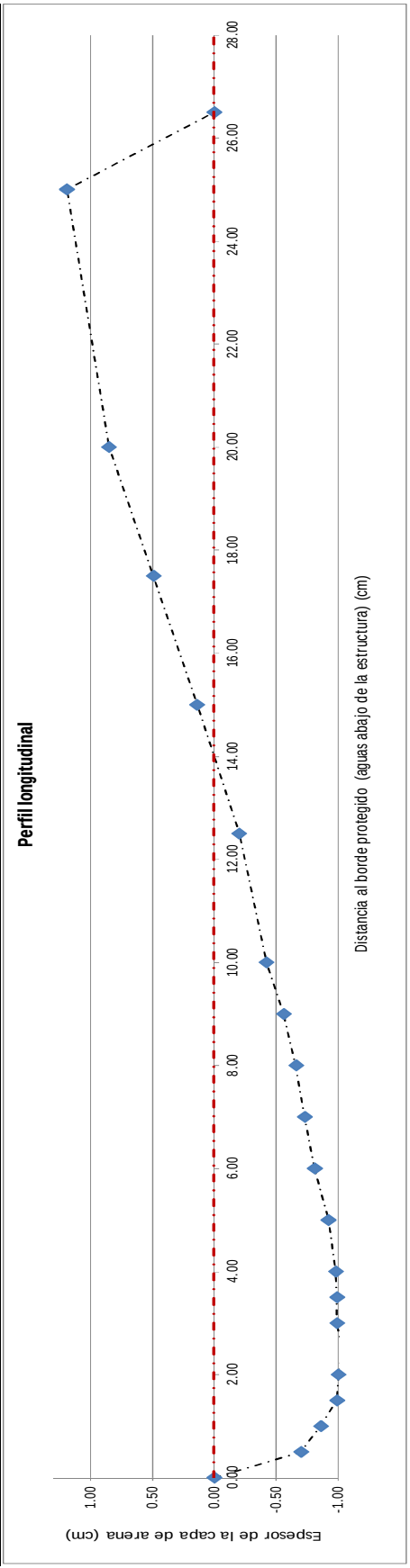
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 09-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q45.2-Y7.7_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

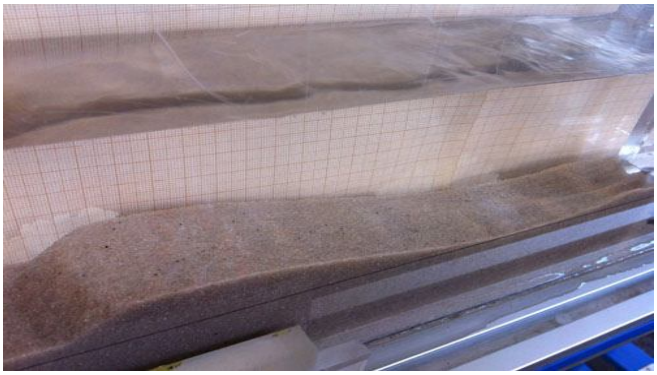
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.25
00:00:40	0.55
00:01:32	0.68
00:02:43	0.73
00:03:45	0.85
00:04:40	0.87
00:06:08	0.82
00:07:01	0.86
00:07:30	0.92
00:09:30	0.89
00:10:41	0.96
00:11:55	0.93
00:13:20	0.92
00:14:17	0.97
00:14:41	0.96
00:16:40	0.97
00:18:37	0.99
00:21:10	0.96
00:22:48	1.00
00:27:58	0.99
00:31:50	1.01
00:38:11	1.02
00:43:21	1.06
00:47:17	1.09
00:50:00	1.09
00:55:25	1.10
00:59:44	1.11
01:10:00	1.12
01:19:00	1.11
01:30:00	1.12
01:48:00	1.11
02:12:00	1.12
02:26:00	1.12
02:42:00	1.12
02:58:00	1.11
03:18:00	1.11

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:40

00:43:21

02:26:00



Fecha ensayo: 09-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.2-Y7.7_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

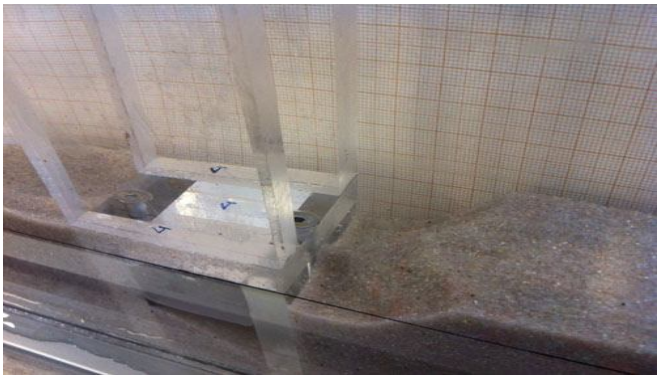
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:01:15	0.71
00:03:10	0.99
00:04:11	1.06
00:06:35	1.10
00:08:01	1.16
00:12:24	1.24
00:14:50	1.31
00:17:20	1.31
00:19:04	1.31
00:28:33	1.34
00:38:58	1.41
00:43:54	1.41
00:50:58	1.52
01:11:00	1.53
01:20:00	1.54
01:30:00	1.56
01:48:00	1.58
02:27:00	1.60
02:58:00	1.61
03:18:00	1.61

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:07:30

01:48:00

02:26:00



Fecha ensayo: 09-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

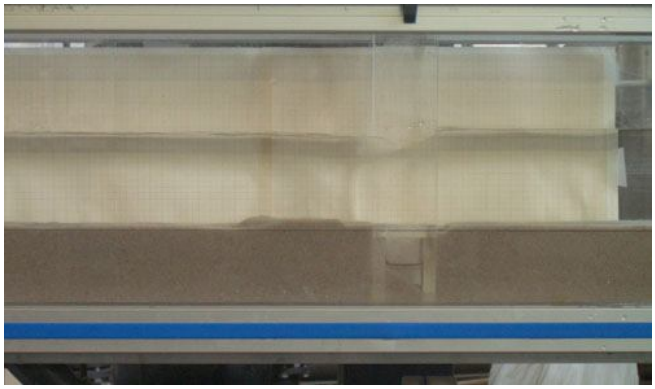
CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q45.2-Y7.7_r02**

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

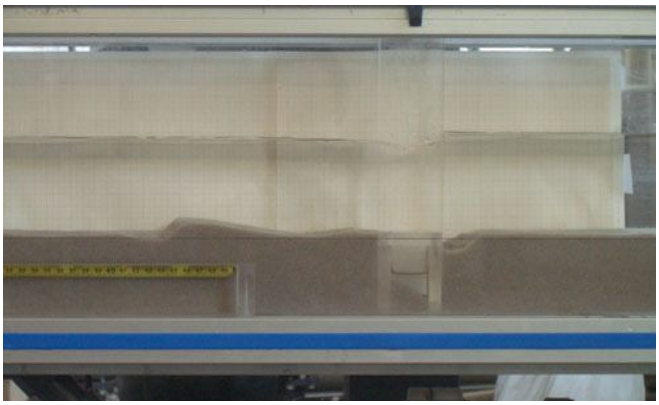
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.50	-0.70
1.00	-0.86
1.50	-0.99
2.00	-1.00
2.50	-1.04
3.00	-0.99
3.50	-0.99
4.00	-0.98
5.00	-0.92
6.00	-0.81
7.00	-0.73
8.00	-0.66
9.00	-0.56
10.00	-0.42
12.50	-0.20
15.00	0.14
17.50	0.49
20.00	0.85
25.00	1.19
26.50	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

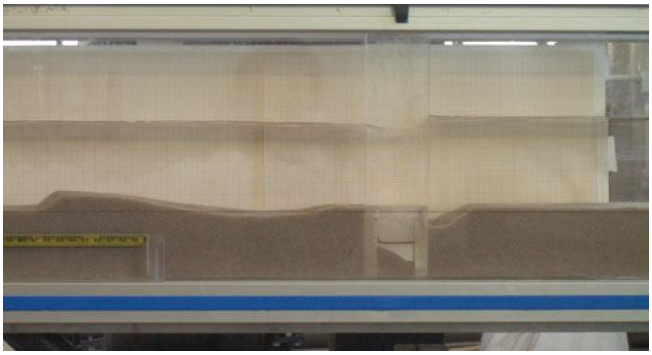
00:01:32



00:38:11



03:18:00



Fecha ensayo: 09-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.7_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.73	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.77	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.18	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.18	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.19	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.0	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.82	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5038	Transición
Caudal (contador)	59.0	l/min	Radio hidráulico	2.34	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3:15 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

SE DAN CONDICIONES DE LECHO VIVO

Tanto en el tramo de aproximación com
aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

2.62 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

0.95 cm

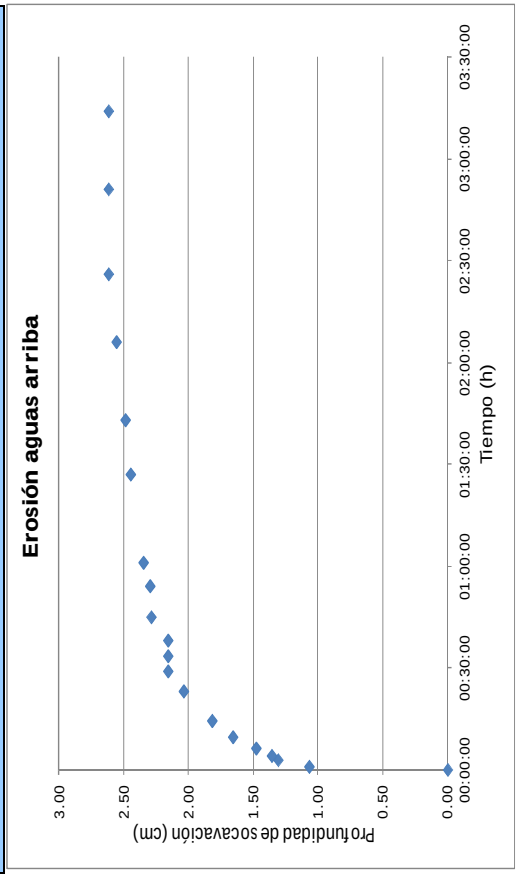
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 18-Jul-12

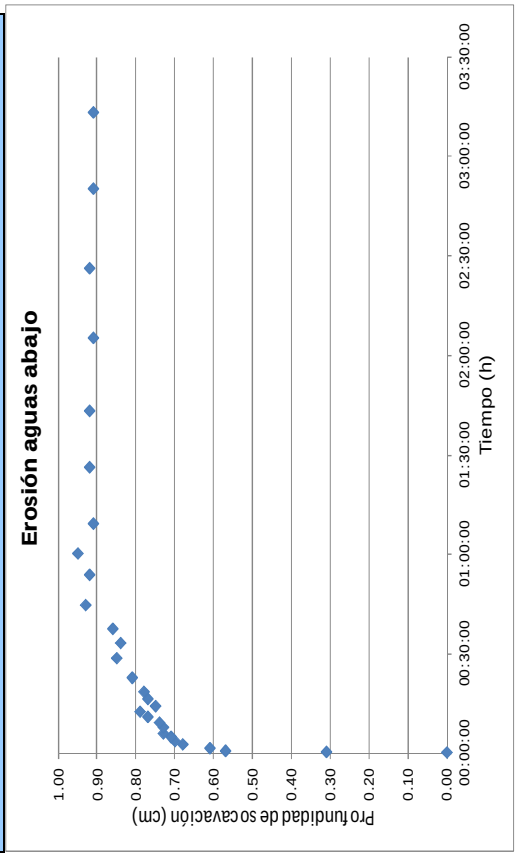
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.7_r01

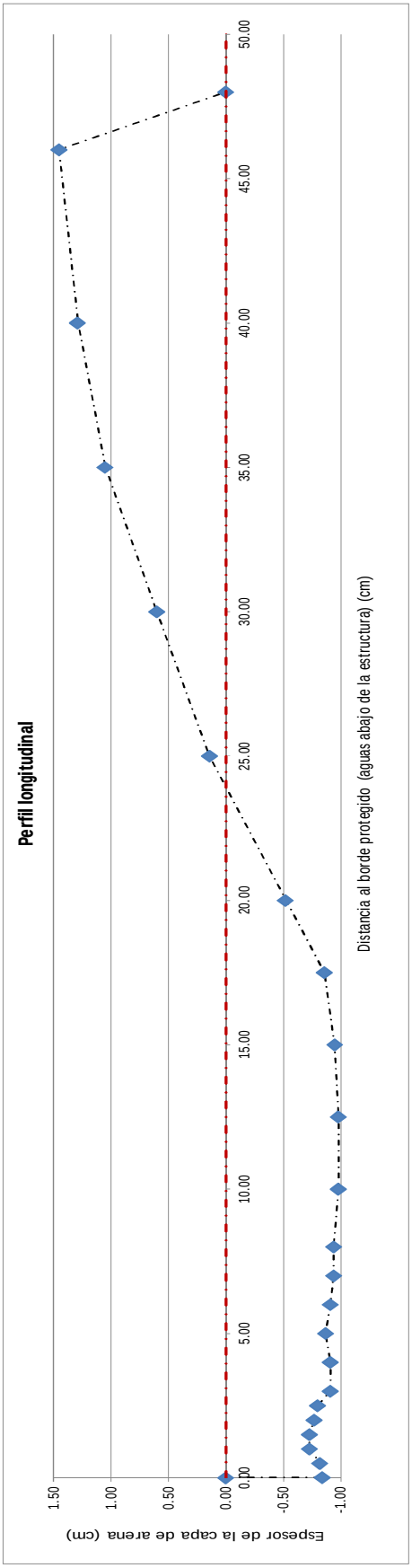
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 18-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.7_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:11	0.31
00:00:30	0.57
00:01:16	0.61
00:02:26	0.68
00:03:26	0.70
00:04:40	0.71
00:05:45	0.73
00:07:33	0.73
00:09:03	0.74
00:10:46	0.77
00:12:16	0.79
00:13:58	0.75
00:16:09	0.77
00:18:17	0.78
00:22:32	0.81
00:28:24	0.85
00:32:59	0.84
00:37:15	0.86
00:44:25	0.93
00:53:33	0.92
01:00:00	0.95
01:09:00	0.91
01:26:00	0.92
01:43:00	0.92
02:05:00	0.91
02:26:00	0.92
02:50:00	0.91
03:13:00	0.91

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:28:00

01:43:00

Fecha ensayo: 18-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.7_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:54	1.07
00:02:52	1.31
00:04:07	1.36
00:06:18	1.48
00:09:38	1.66
00:14:26	1.82
00:23:07	2.04
00:29:02	2.16
00:33:30	2.16
00:38:06	2.16
00:44:58	2.29
00:54:06	2.30
01:01:00	2.35
01:27:00	2.45
01:43:00	2.49
02:06:00	2.56
02:26:00	2.62
02:51:00	2.62
03:14:00	2.62

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:44:00

01:43:00

Fecha ensayo: 18-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

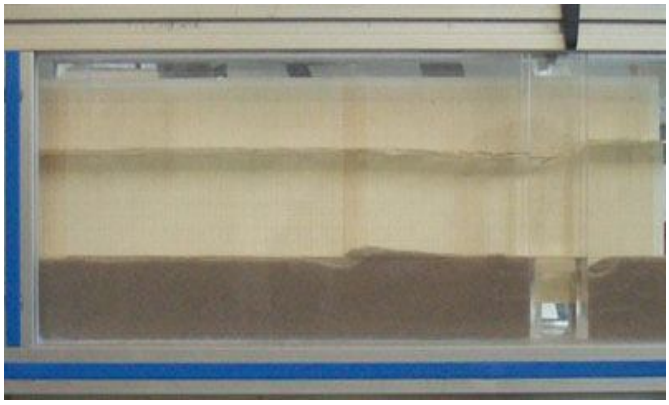
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.7_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.84
0.50	-0.82
1.00	-0.73
1.50	-0.73
2.00	-0.77
2.50	-0.80
3.00	-0.91
4.00	-0.91
5.00	-0.87
6.00	-0.91
7.00	-0.94
8.00	-0.94
10.00	-0.98
12.50	-0.98
15.00	-0.95
17.50	-0.86
20.00	-0.52
25.00	0.14
30.00	0.60
35.00	1.05
40.00	1.29
46.00	1.45
48.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00



01:30:00

03:00:00

Fecha ensayo: 18-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r02

Parámetros geométricos

Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos

Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.76	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.76	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.18	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.18	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.19	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	32.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5132	Transición
Caudal (contador)	59.0	l/min	Radio hidráulico	2.34	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

SE DAN CONDICIONES DE LECHO VIVO
Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.63 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
0.89 cm

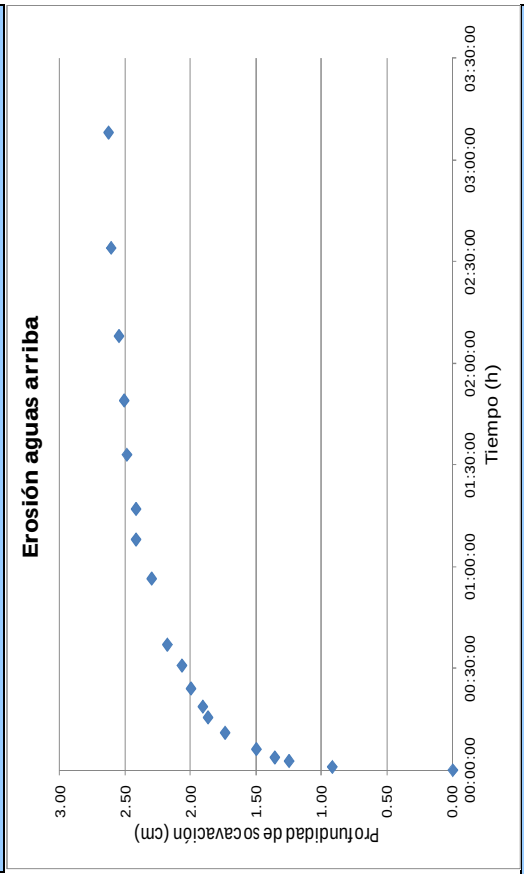
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 18-Jul-12

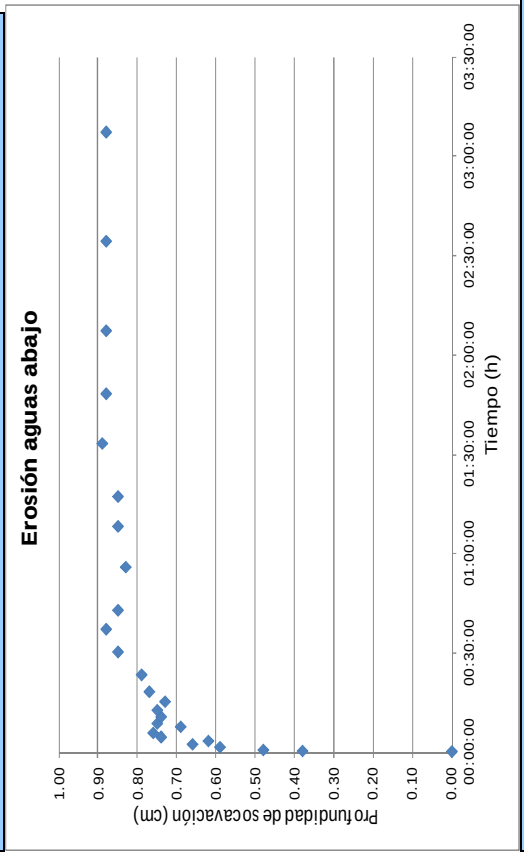
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r02

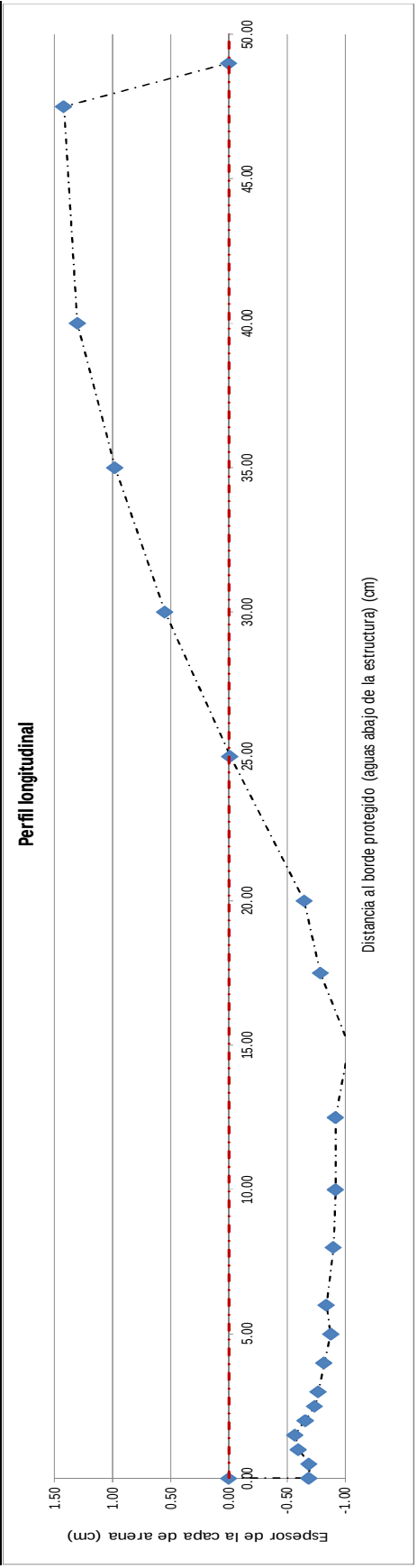
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 18-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:11	0.38
00:00:30	0.48
00:01:19	0.59
00:02:15	0.66
00:03:12	0.62
00:04:24	0.74
00:05:39	0.76
00:07:29	0.69
00:08:27	0.75
00:10:31	0.74
00:12:30	0.75
00:15:05	0.73
00:18:06	0.77
00:23:10	0.79
00:30:04	0.85
00:36:56	0.88
00:42:38	0.85
00:55:43	0.83
01:08:00	0.85
01:17:00	0.85
01:33:00	0.89
01:48:00	0.88
02:07:00	0.88
02:34:00	0.88
03:07:00	0.88

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:25:00

01:20:00

03:00:00

Fecha ensayo: 18-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r02

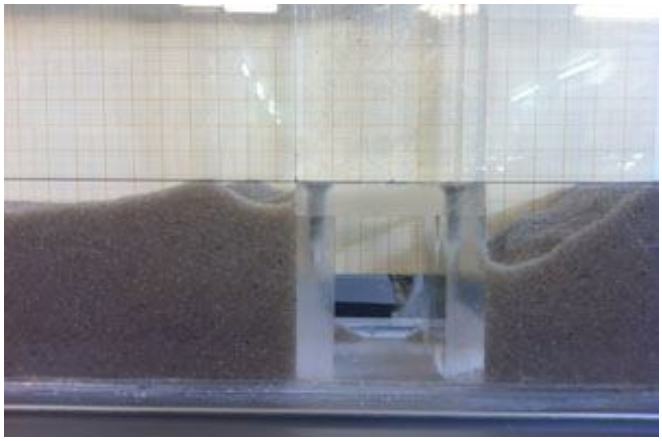
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:56	0.92
00:02:41	1.25
00:03:44	1.36
00:06:12	1.50
00:11:01	1.74
00:15:33	1.87
00:18:44	1.91
00:24:04	2.00
00:30:50	2.07
00:37:00	2.18
00:56:29	2.30
01:08:00	2.42
01:17:00	2.42
01:33:00	2.49
01:49:00	2.51
02:08:00	2.55
02:34:00	2.61
03:08:00	2.63

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:25:00

01:20:00



03:00:00

Fecha ensayo: 18-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

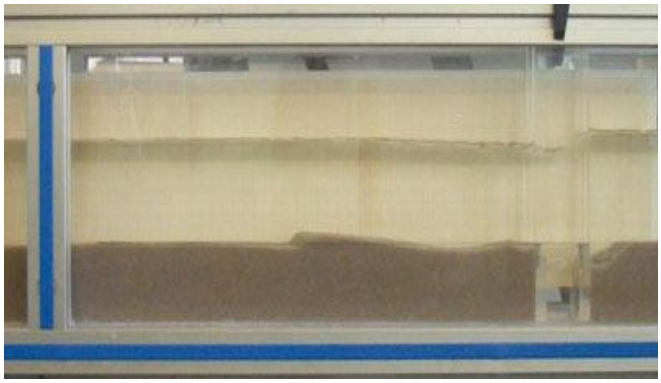
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.69
0.50	-0.69
1.00	-0.60
1.50	-0.57
2.00	-0.66
2.50	-0.74
3.00	-0.77
4.00	-0.82
5.00	-0.88
6.00	-0.84
8.00	-0.90
10.00	-0.92
12.50	-0.92
15.00	-1.03
17.50	-0.79
20.00	-0.65
25.00	-0.01
30.00	0.55
35.00	0.98
40.00	1.30
47.50	1.42
49.00	0.00

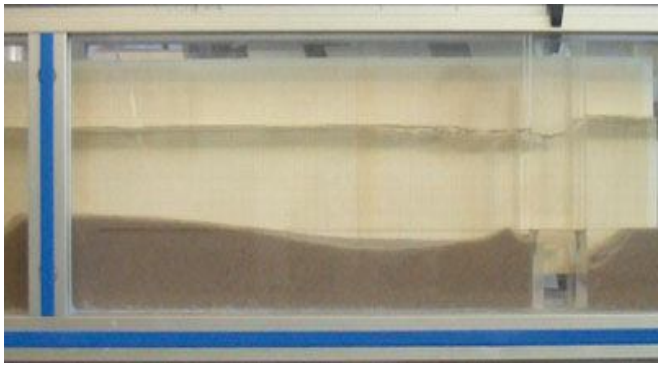
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

01:00:00



02:00:00

03:00:00



Fecha ensayo: 18-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r03

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.80	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.82	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.17	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.17	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.19	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.4	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.81	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5051	Transición
Caudal (contador)	59.0	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

SE DAN CONDICIONES DE LECHO VIVO

Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

2.40 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

1.05 cm

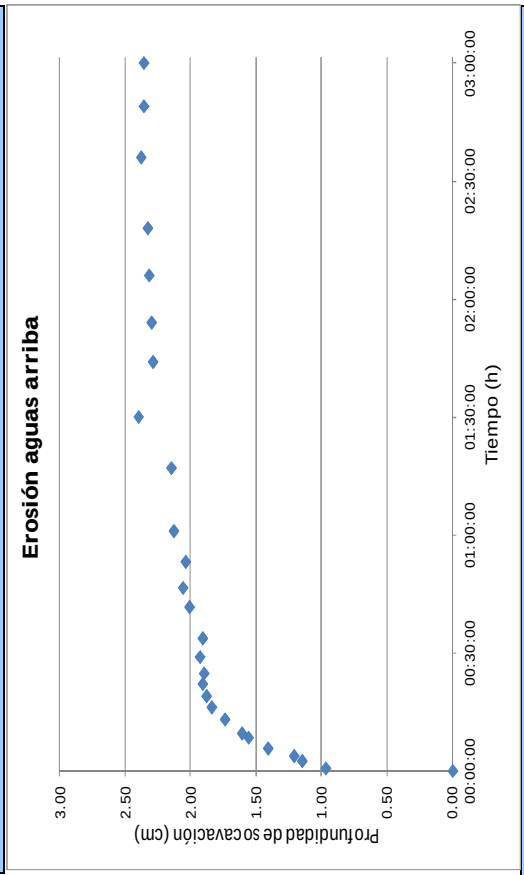
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 07-Aug-12

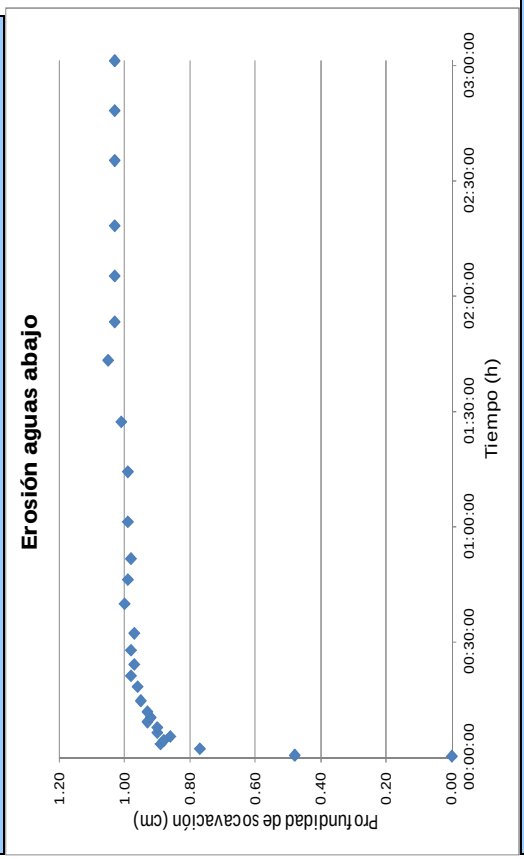
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r03

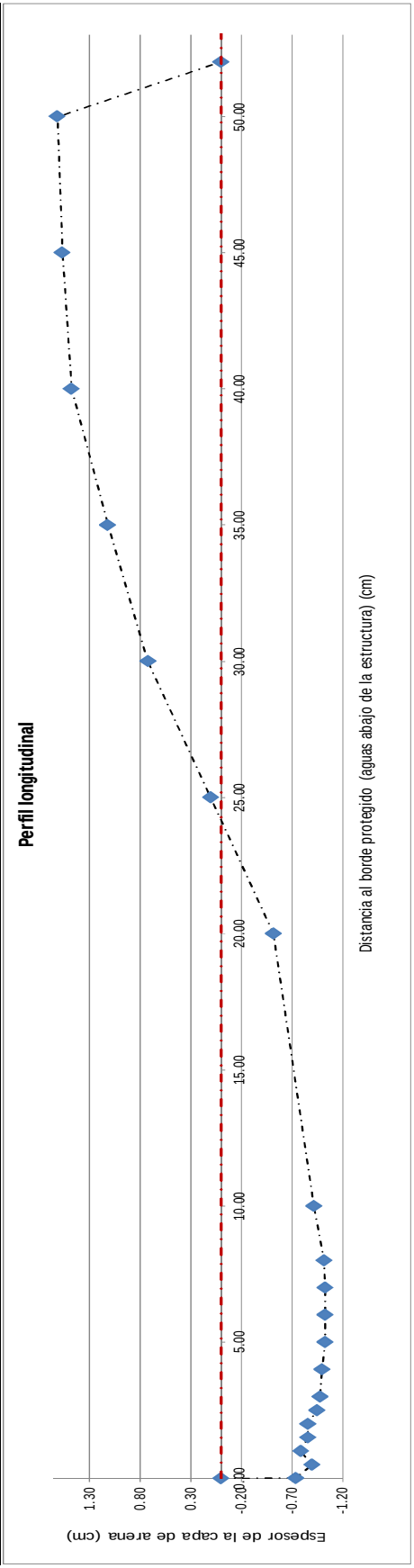
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 07-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r03

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:15	0.48
00:01:55	0.77
00:03:10	0.89
00:04:05	0.88
00:05:08	0.86
00:06:06	0.90
00:07:26	0.90
00:08:53	0.93
00:10:03	0.92
00:11:32	0.93
00:14:25	0.95
00:18:06	0.96
00:20:54	0.98
00:23:51	0.97
00:27:35	0.98
00:31:57	0.97
00:39:37	1.00
00:45:56	0.99
00:51:24	0.98
01:01:00	0.99
01:14:00	0.99
01:27:00	1.01
01:43:00	1.05
01:53:00	1.03
02:05:00	1.03
02:18:00	1.03
02:35:00	1.03
02:48:00	1.03
03:01:00	1.03

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:00

00:40:00

03:00:00

Fecha ensayo: 07-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

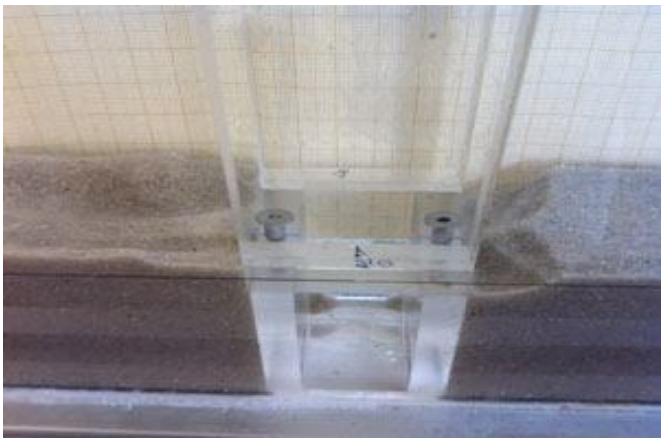
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r03

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

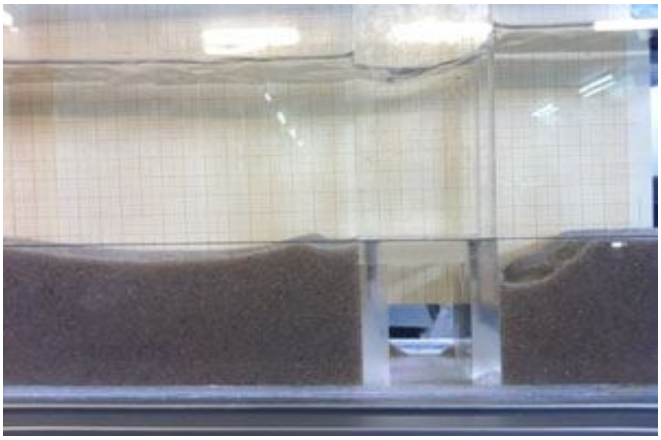
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:38	0.97
00:02:31	1.15
00:03:47	1.21
00:05:43	1.41
00:08:27	1.56
00:09:32	1.61
00:13:05	1.74
00:16:12	1.84
00:19:00	1.88
00:22:07	1.91
00:24:48	1.90
00:28:58	1.93
00:33:42	1.91
00:41:39	2.01
00:46:33	2.06
00:53:11	2.04
01:01:00	2.13
01:17:00	2.15
01:30:00	2.40
01:44:00	2.29
01:54:00	2.30
02:06:00	2.32
02:18:00	2.33
02:36:00	2.38
02:49:00	2.36
03:00:00	2.36

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:00



00:40:00



03:00:00

Fecha ensayo: 07-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.0-Y8.8_r03

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.74
0.50	-0.90
1.00	-0.79
1.50	-0.86
2.00	-0.86
2.50	-0.95
3.00	-0.98
4.00	-1.00
5.00	-1.03
6.00	-1.03
7.00	-1.03
8.00	-1.02
10.00	-0.92
20.00	-0.52
25.00	0.10
30.00	0.72
35.00	1.12
40.00	1.48
45.00	1.57
50.00	1.62
52.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:30:00

01:50:00

03:00:00

Fecha ensayo: 07-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.5-Y9.0_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.98	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.52	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.13	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.14	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.43	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.14	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.2	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3886	Transición
Caudal (contador)	45.5	l/min	Radio hidráulico	2.36	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Ver notas					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Vertedero subido 1 cm respecto de su cota mínima

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con una bomba, con el vertedero subido para aumentar calados y disminuir el nº de Froude
El ensayo se ha prolongado durante 3 horas, y como se puede observar en las gráficas
se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es ligeramente asimétrico aguas arriba

La profundidad máxima de socavación se produce a 3 cm del borde
aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.10 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

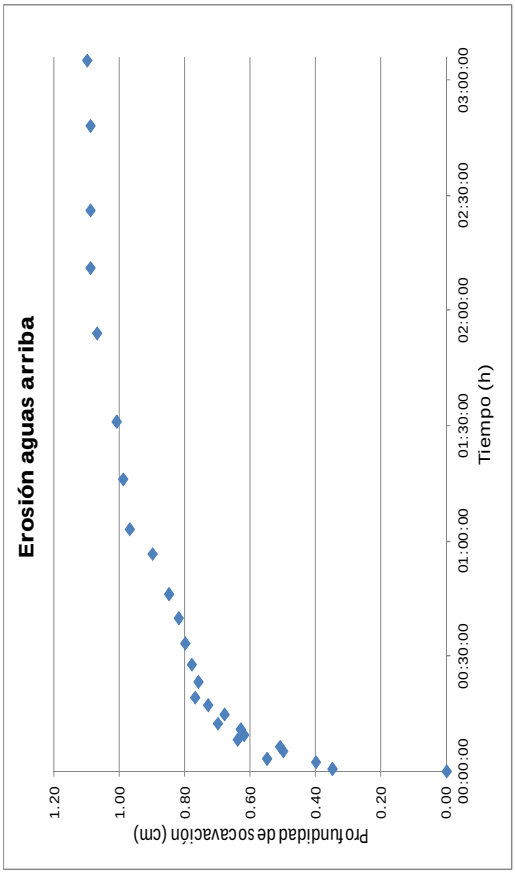
1.00 cm

Fecha ensayo: 09-Aug-12

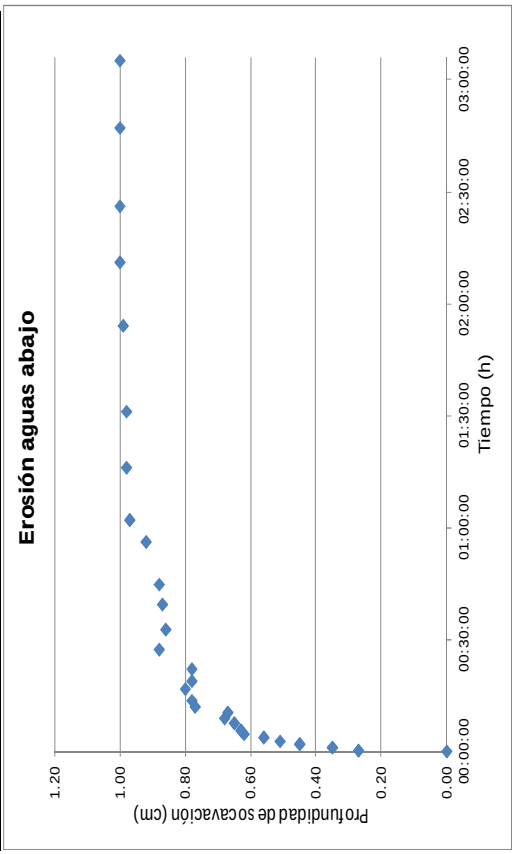
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.5-Y9.0_r01

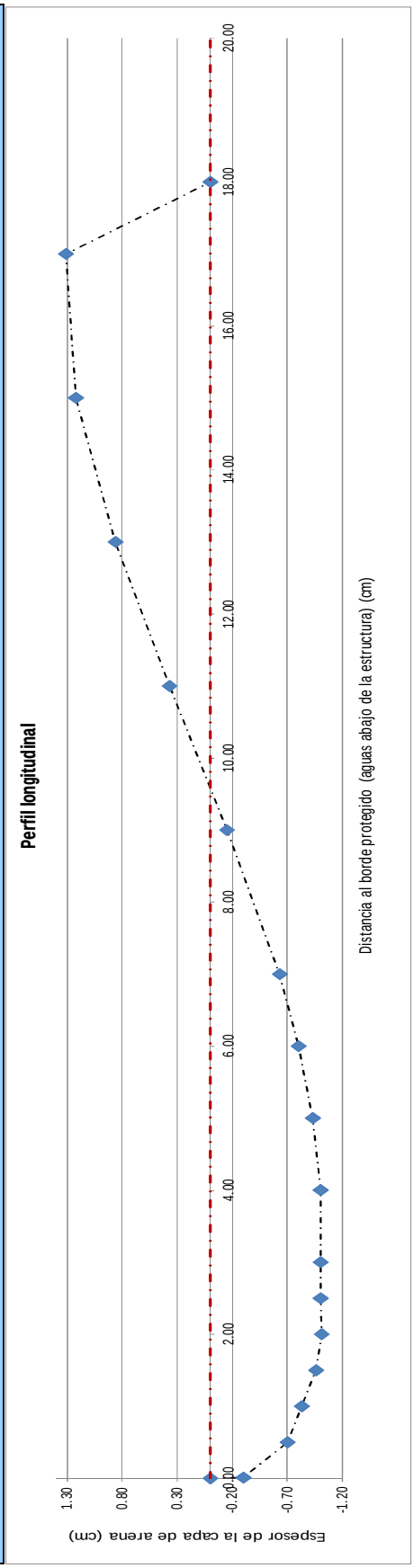
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q45.5-Y9.0_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:15	0.27
00:01:04	0.35
00:02:00	0.45
00:02:44	0.51
00:03:45	0.56
00:04:40	0.62
00:05:41	0.63
00:07:36	0.65
00:08:54	0.68
00:10:24	0.67
00:11:58	0.77
00:13:38	0.78
00:16:44	0.80
00:18:51	0.78
00:22:04	0.78
00:27:18	0.88
00:32:40	0.86
00:39:23	0.87
00:44:42	0.88
00:56:07	0.92
01:02:00	0.97
01:16:00	0.98
01:31:00	0.98
01:54:00	0.99
02:11:00	1.00
02:26:00	1.00
02:47:00	1.00
03:05:00	1.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:45

02:11:00

03:05:00

Fecha ensayo: 09-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.5-Y9.0_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:37	0.35
00:02:23	0.40
00:03:15	0.55
00:05:13	0.50
00:06:22	0.51
00:08:13	0.64
00:09:27	0.62
00:10:55	0.63
00:12:26	0.70
00:14:48	0.68
00:17:14	0.73
00:19:11	0.77
00:23:16	0.76
00:27:47	0.78
00:33:18	0.80
00:39:52	0.82
00:46:08	0.85
00:56:34	0.90
01:03:00	0.97
01:16:00	0.99
01:31:00	1.01
01:54:00	1.07
02:11:00	1.09
02:26:00	1.09
02:48:00	1.09
03:05:00	1.10

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:45

02:11:00

03:05:00

Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.5-Y9.0_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.30
0.50	-0.70
1.00	-0.83
1.50	-0.96
2.00	-1.01
2.50	-1.00
3.00	-1.00
4.00	-1.00
5.00	-0.93
6.00	-0.80
7.00	-0.63
9.00	-0.15
11.00	0.37
13.00	0.86
15.00	1.22
17.00	1.31
18.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:12:00

01:00:00

03:00:00

Fecha ensayo: 09-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q45.3-Y8.9_r02**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.94	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	8.51	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.13	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.14	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.14	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.8	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.82	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3785	Transición
Caudal (contador)	45.3	l/min	Radio hidráulico	2.36	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Ver notas					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Vertedero subido 1 cm respecto de su cota mínima

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con una bomba, con el vertedero subido para aumentar calados y disminuir el nº de Froude
El ensayo se ha prolongado durante 3 horas, y como se puede observar en las gráficas
se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es ligeramente asimétrico aguas arriba

La profundidad máxima de socavación se produce a 3 cm del borde
aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.12 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

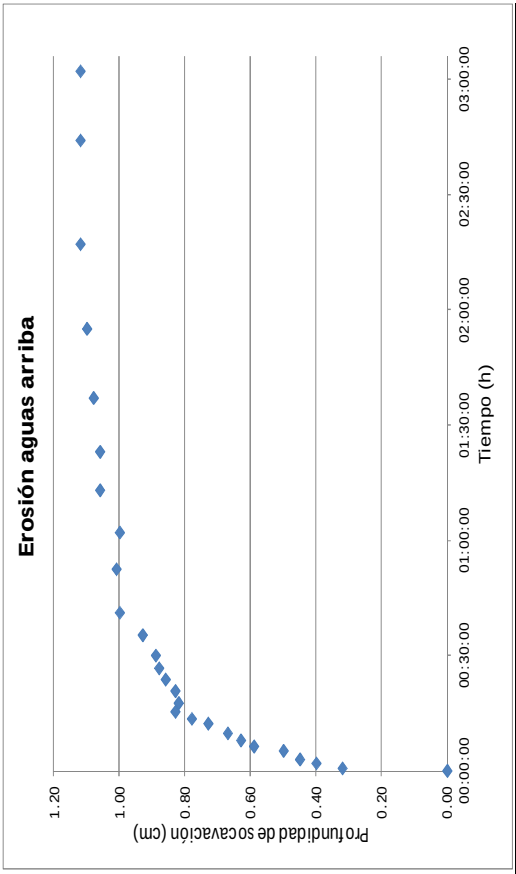
1.02 cm

Fecha ensayo: 10-Aug-12

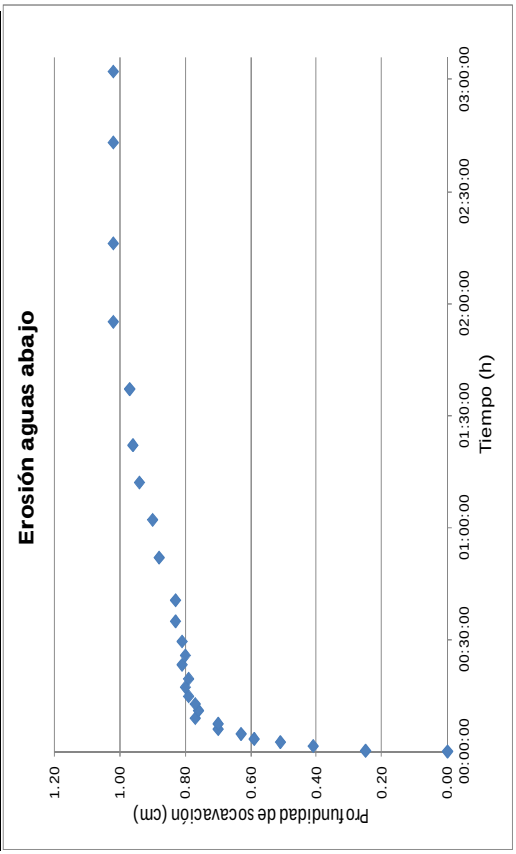
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.3-Y8.9_r02

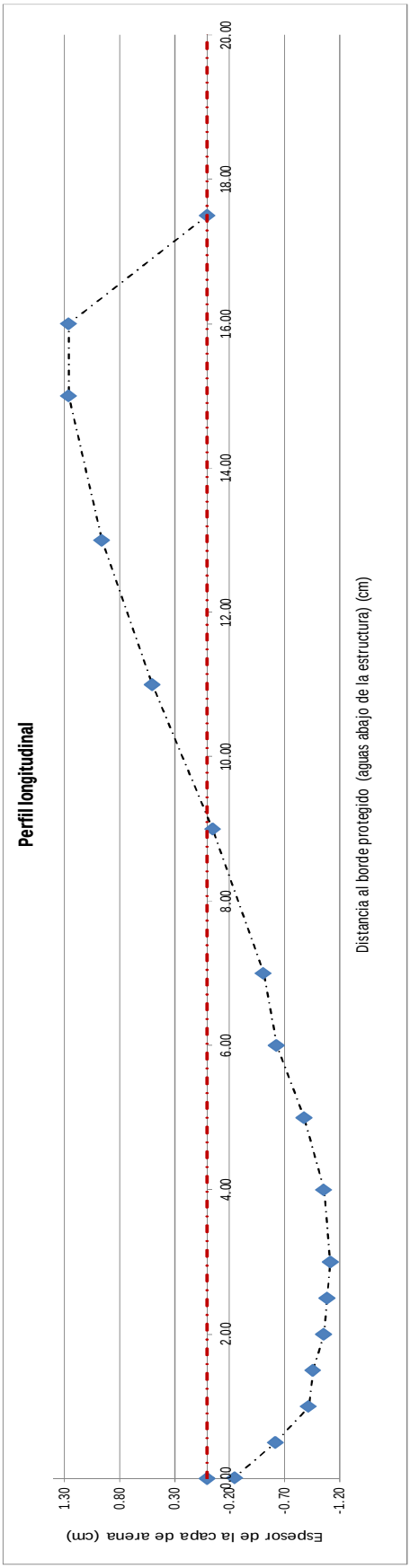
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 10-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.3-Y8.9_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.25
00:01:28	0.41
00:02:31	0.51
00:03:23	0.59
00:04:42	0.63
00:06:00	0.70
00:07:27	0.70
00:08:55	0.77
00:11:00	0.76
00:12:44	0.77
00:14:46	0.79
00:17:13	0.80
00:19:29	0.79
00:23:12	0.81
00:25:43	0.80
00:29:28	0.81
00:34:51	0.83
00:40:30	0.83
00:51:54	0.88
01:02:00	0.90
01:12:00	0.94
01:22:00	0.96
01:37:00	0.97
01:55:00	1.02
02:16:00	1.02
02:43:00	1.02
03:02:00	1.02

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:17:00

00:30:00

01:30:00

Fecha ensayo: 10-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.3-Y8.9_r02

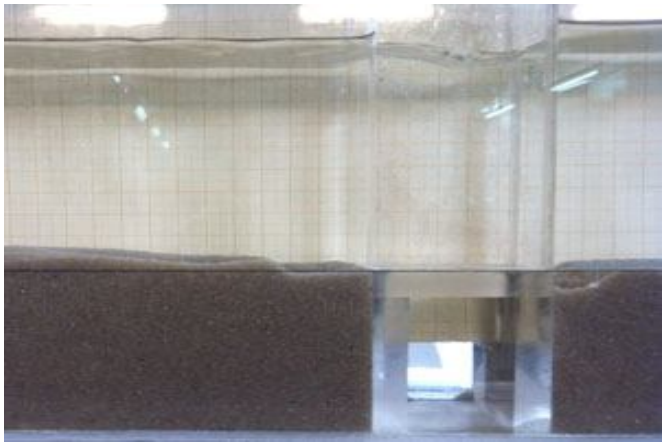
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:39	0.32
00:01:56	0.40
00:02:58	0.45
00:05:12	0.50
00:06:21	0.59
00:07:55	0.63
00:09:46	0.67
00:12:17	0.73
00:13:32	0.78
00:15:22	0.83
00:17:37	0.82
00:20:46	0.83
00:23:46	0.86
00:26:41	0.88
00:30:00	0.89
00:35:18	0.93
00:41:08	1.00
00:52:27	1.01
01:02:00	1.00
01:13:00	1.06
01:23:00	1.06
01:37:00	1.08
01:55:00	1.10
02:17:00	1.12
02:44:00	1.12
03:02:00	1.12

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:17:00

00:30:00



01:30:00

Fecha ensayo: 10-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

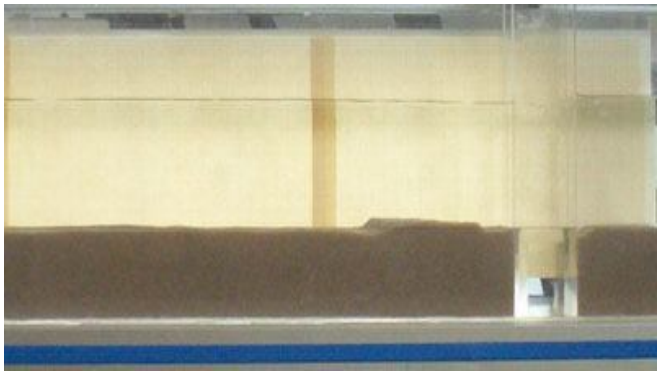
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q45.3-Y8.9_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

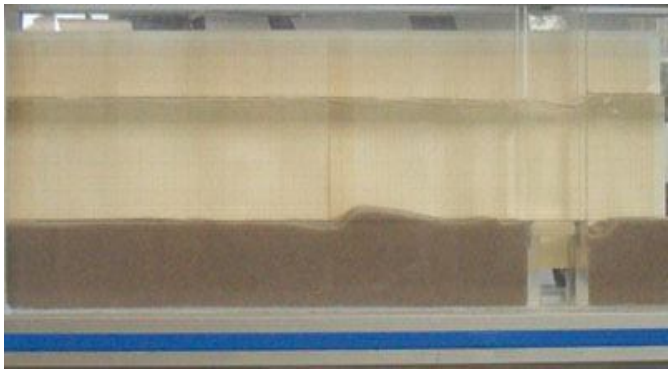
Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.25
0.50	-0.62
1.00	-0.92
1.50	-0.96
2.00	-1.06
2.50	-1.09
3.00	-1.12
4.00	-1.06
5.00	-0.88
6.00	-0.63
7.00	-0.51
9.00	-0.05
11.00	0.50
13.00	0.96
15.00	1.26
16.00	1.26
17.50	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:30:00



01:30:00



03:00:00

Fecha ensayo: 10-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.1_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.05	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.37	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.19	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.24	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.22	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	32.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5484	Transición
Caudal (contador)	59.3	l/min	Radio hidráulico	2.29	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con las dos bombas a su velocidad nominal. Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 2:30 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 2 cm aguas abajo de la estructura

Se observan mayores profundidades de socavación a partir de los 10 cm, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

CONDICIONES DE LECHO VIVO

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.30 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
1.35 cm

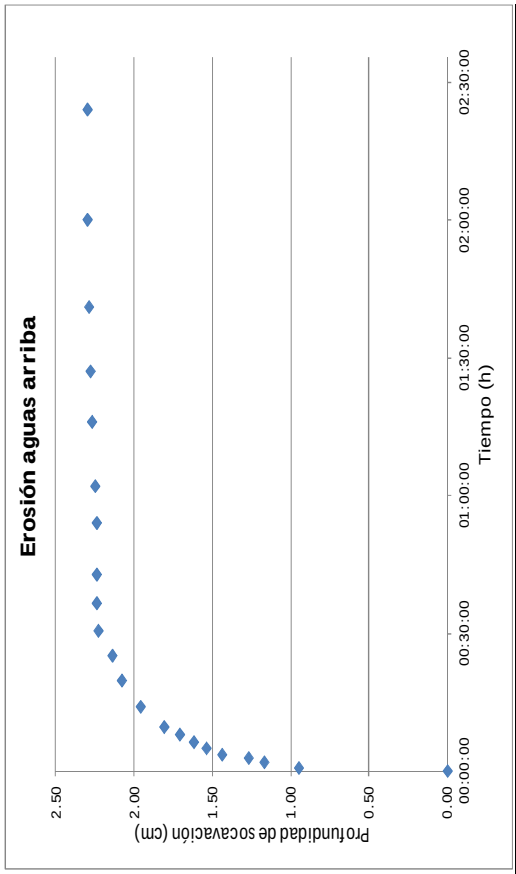
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 17-Aug-12

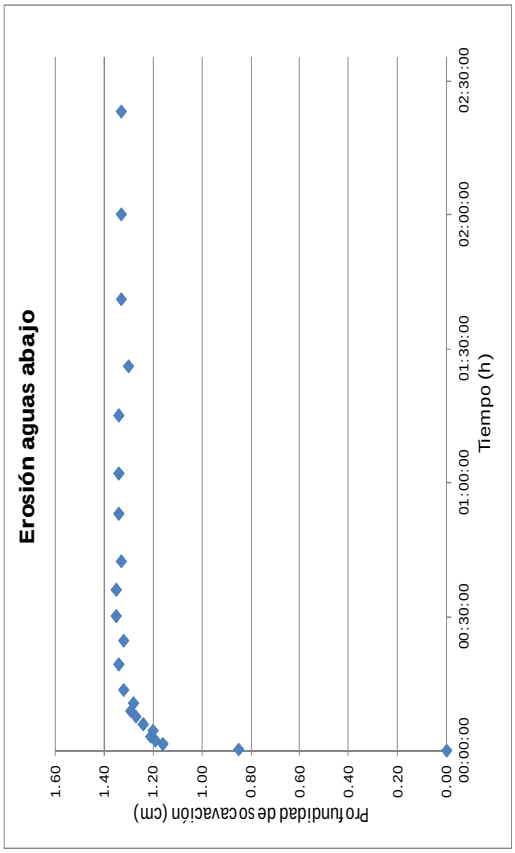
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.1_r01

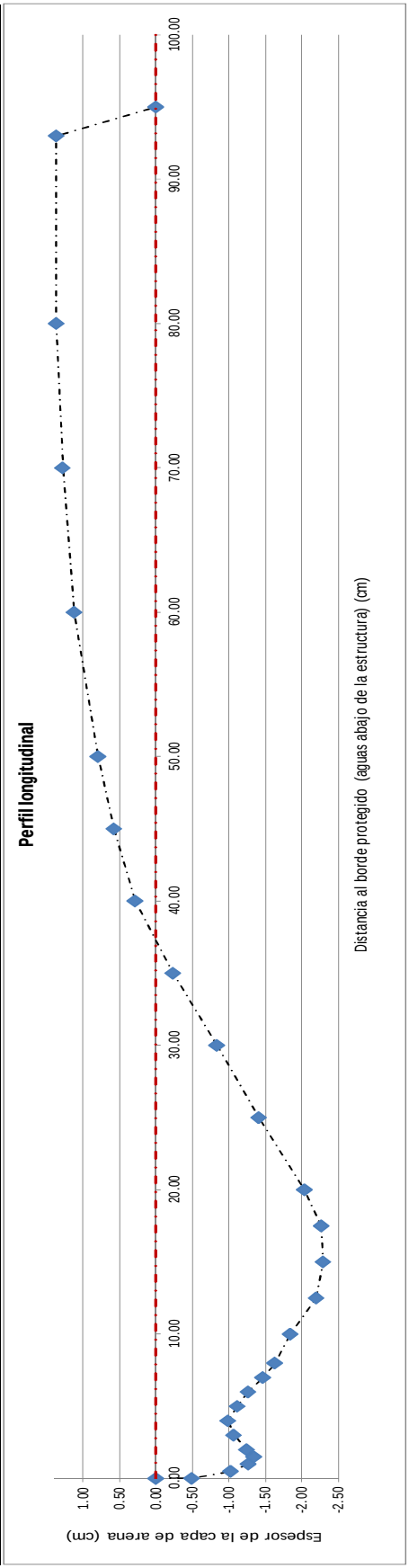
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 17-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.1_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:14	0.85
00:01:28	1.16
00:02:14	1.19
00:03:08	1.21
00:04:26	1.20
00:05:54	1.24
00:07:36	1.27
00:08:52	1.29
00:10:36	1.28
00:13:33	1.32
00:19:18	1.34
00:24:36	1.32
00:30:07	1.35
00:36:00	1.35
00:42:22	1.33
00:53:00	1.34
01:02:00	1.34
01:15:00	1.34
01:26:00	1.30
01:41:00	1.33
02:00:00	1.33
02:23:00	1.33

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:10:00

02:00:00

Fecha ensayo: 17-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.1_r01

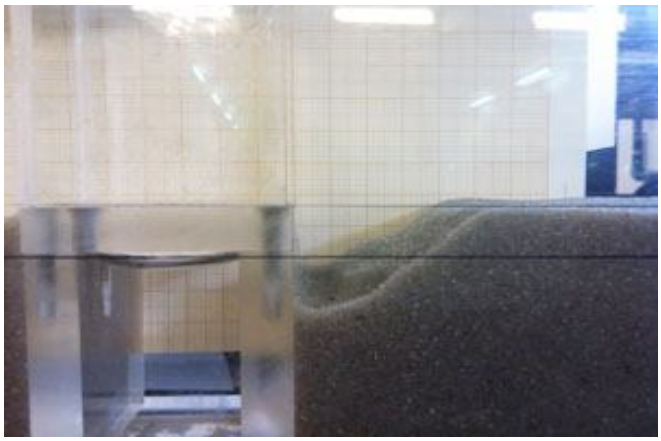
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:39	0.95
00:01:54	1.17
00:02:49	1.27
00:03:32	1.44
00:04:56	1.54
00:06:17	1.62
00:07:55	1.71
00:09:34	1.81
00:13:59	1.96
00:19:42	2.08
00:25:06	2.14
00:30:31	2.23
00:36:31	2.24
00:42:46	2.24
00:54:00	2.24
01:02:00	2.25
01:16:00	2.27
01:27:00	2.28
01:41:00	2.29
02:00:00	2.30
02:24:00	2.30

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

01:50:00



02:00:00

Fecha ensayo: 17-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.1_r01

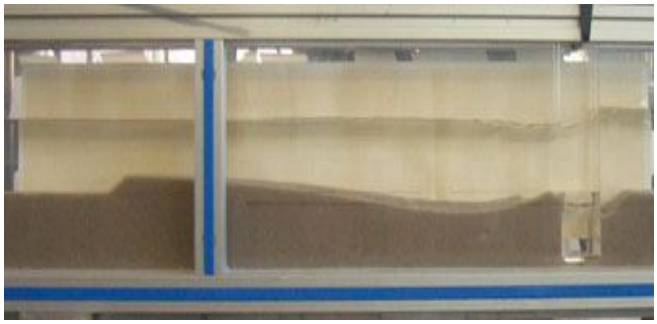
Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.49
0.50	-1.03
1.00	-1.27
1.50	-1.34
2.00	-1.24
3.00	-1.07
4.00	-0.99
5.00	-1.12
6.00	-1.27
7.00	-1.47
8.00	-1.63
10.00	-1.84
12.50	-2.20
15.00	-2.29
17.50	-2.27
20.00	-2.04
25.00	-1.41
30.00	-0.84
35.00	-0.23
40.00	0.29
45.00	0.57
50.00	0.79
60.00	1.12
70.00	1.28
80.00	1.36
93.00	1.36
95.00	0.00

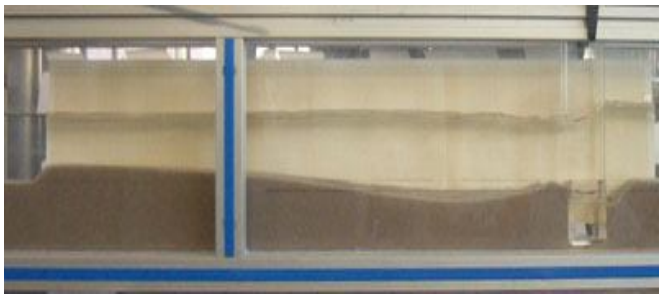
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:10:00



00:30:00



Fecha ensayo: 17-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.0_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	16.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	32.0	mm	Lecho: arena		
b	3.20	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.50		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.02	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.41	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.19	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.24	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.22	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	30.6	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5499	Transición
Caudal (contador)	59.3	l/min	Radio hidráulico	2.29	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo con las dos bombas a su velocidad nominal. Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 2:30 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 4 cm aguas abajo de la estructura

Se observan mayores profundidades de socavación a partir de los 10 cm, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

CONDICIONES DE LECHO VIVO

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
2.60 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
1.30 cm

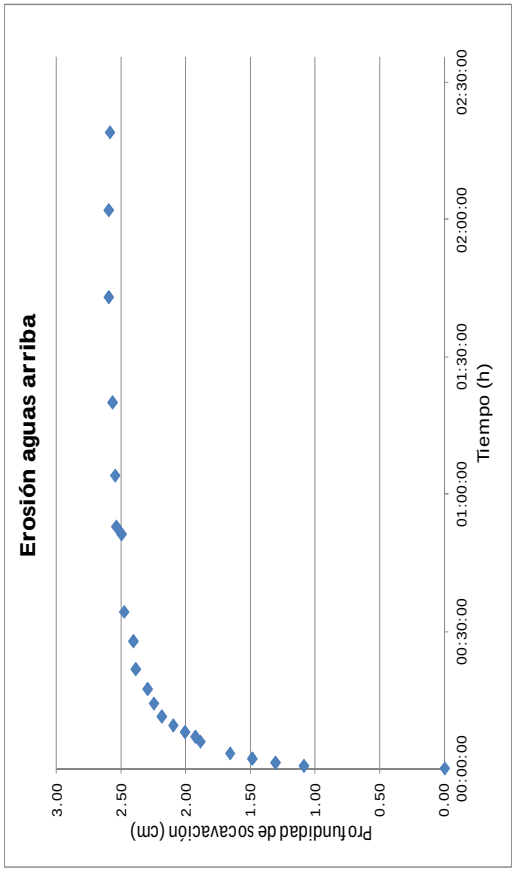
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 20-Aug-12

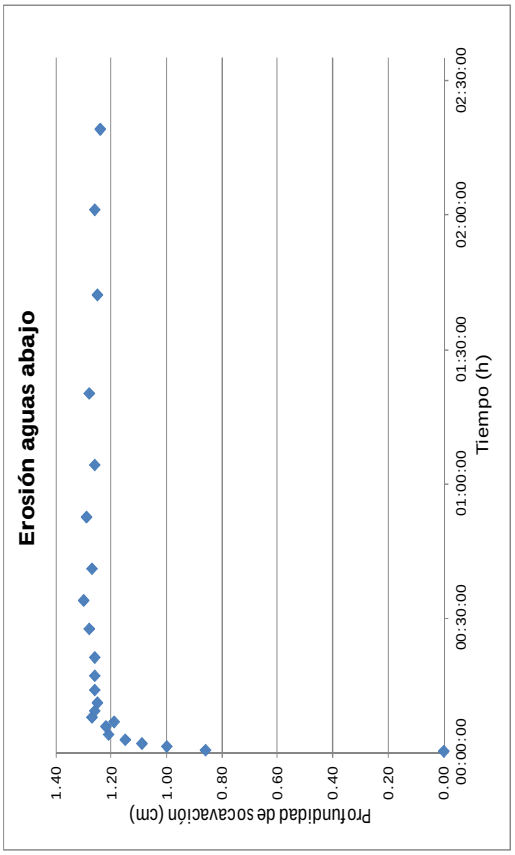
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.0_r02

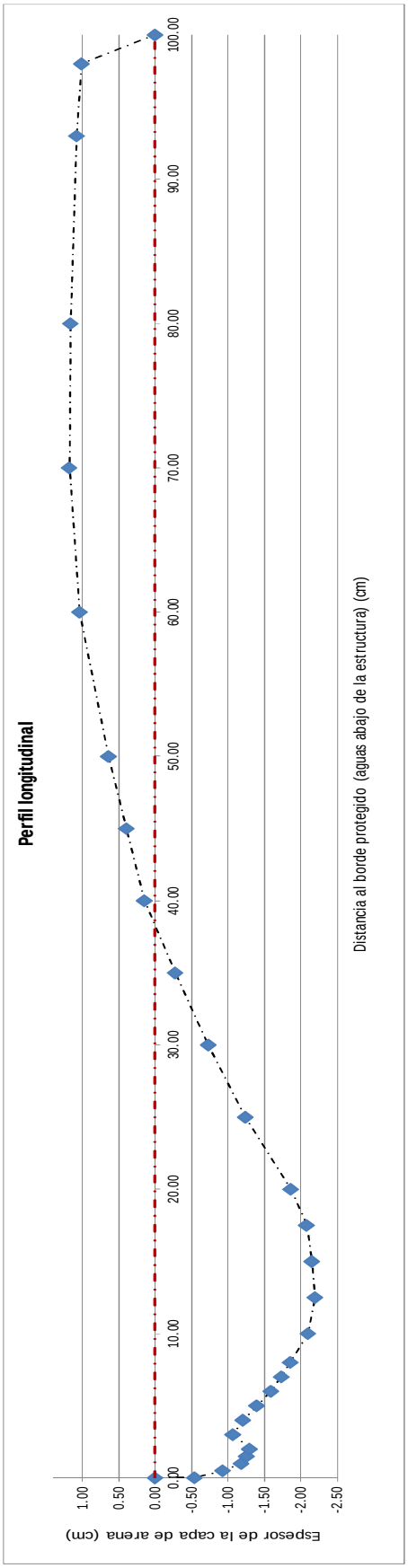
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 20-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.50-Q59.3-Y8.0_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:16	0.86
00:01:04	1.00
00:01:44	1.09
00:02:34	1.15
00:03:46	1.21
00:05:31	1.22
00:06:34	1.19
00:07:37	1.27
00:09:00	1.26
00:10:51	1.25
00:13:41	1.26
00:16:54	1.26
00:20:58	1.26
00:27:22	1.28
00:33:45	1.30
00:40:47	1.27
00:52:22	1.29
01:04:00	1.26
01:20:00	1.28
01:42:00	1.25
02:01:00	1.26
02:19:00	1.24

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:08:00

01:00:00

02:20:00

Fecha ensayo: 20-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.0_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:34	1.09
00:01:16	1.31
00:02:08	1.49
00:03:18	1.66
00:05:51	1.89
00:06:56	1.93
00:07:58	2.01
00:09:25	2.10
00:11:21	2.19
00:14:11	2.25
00:17:22	2.30
00:21:42	2.39
00:27:48	2.41
00:34:13	2.48
00:51:12	2.50
00:52:50	2.54
01:04:00	2.55
01:20:00	2.57
01:43:00	2.60
02:02:00	2.60
02:19:00	2.59

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:08:00

01:00:00

02:20:00

Fecha ensayo: 20-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.50-Q59.3-Y8.0_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.54
0.50	-0.93
1.00	-1.18
1.50	-1.26
2.00	-1.30
3.00	-1.07
4.00	-1.21
5.00	-1.40
6.00	-1.59
7.00	-1.74
8.00	-1.86
10.00	-2.10
12.50	-2.20
15.00	-2.15
17.50	-2.08
20.00	-1.86
25.00	-1.24
30.00	-0.73
35.00	-0.28
40.00	0.15
45.00	0.40
50.00	0.64
60.00	1.04
70.00	1.18
80.00	1.16
93.00	1.08
98.00	1.01
100.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:20:00

00:40:00

02:20:00

Fecha ensayo: 20-Aug-12

RELACIÓN DE CONTRACCIÓN

0.62

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q45.3-Y8.5_r01**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.50	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.05	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.14	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.17	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.42	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.15	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.6	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.84	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3826	Transición
Caudal (contador)	45.3	l/min	Radio hidráulico	2.32	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

La erosión es simétrica durante todo el ensayo, tanto
La profundidad máxima de socavación se produce a unos 5 cm de la sección
aguas abajo del puente.
Se producen erosiones mayores en los cajeros aguas abajo, pero lejos de la zona donde
se mide durante todo el ensayo

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.50 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

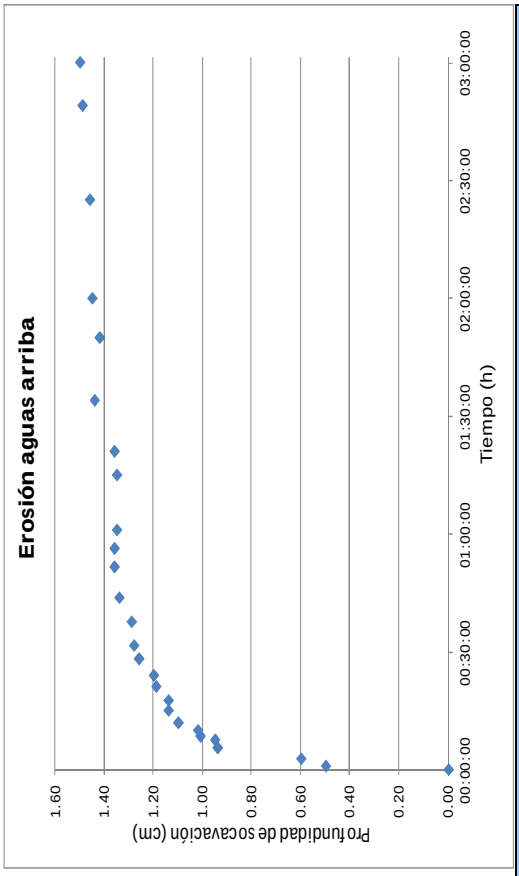
1.33 cm

Fecha ensayo: 20-Jul-12

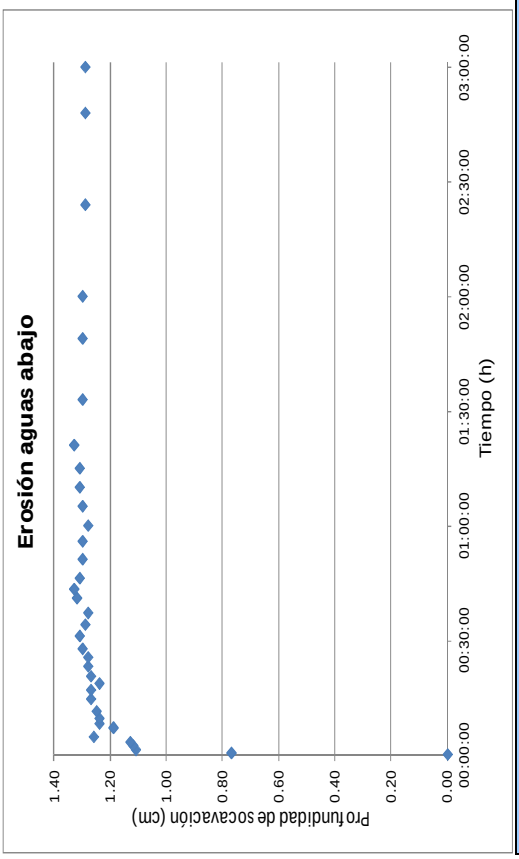
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q45.3-Y8.5_r01

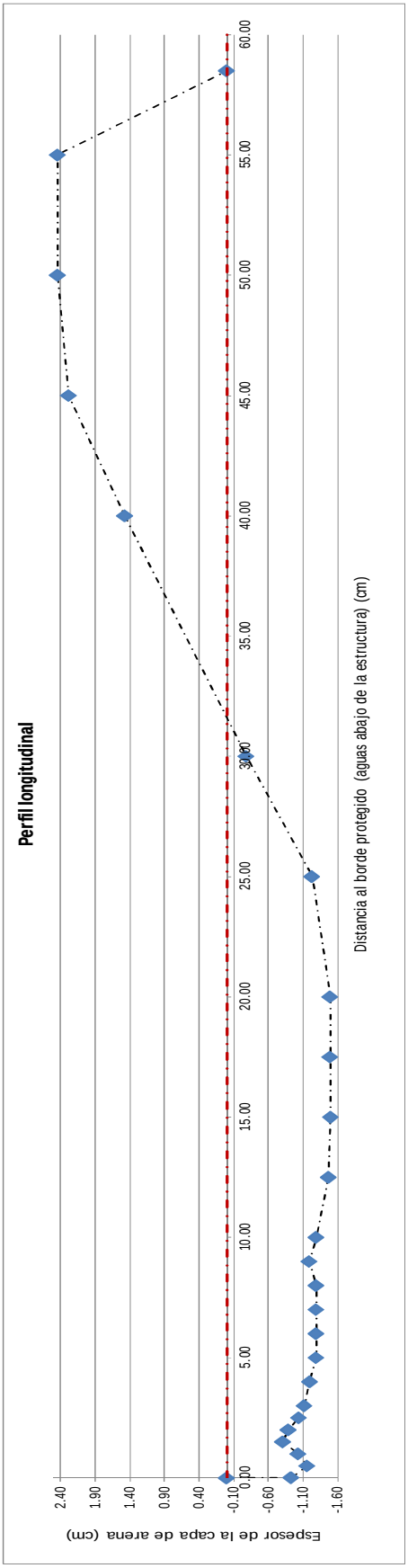
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 20-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q45.3-Y8.5_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:27	0.77
00:01:14	1.11
00:02:21	1.12
00:03:15	1.13
00:04:40	1.26
00:07:03	1.19
00:08:06	1.24
00:09:30	1.24
00:11:20	1.25
00:14:36	1.27
00:16:52	1.27
00:18:36	1.24
00:20:32	1.27
00:23:05	1.28
00:25:26	1.28
00:27:41	1.30
00:31:06	1.31
00:34:00	1.29
00:37:05	1.28
00:40:57	1.32
00:43:18	1.33
00:46:14	1.31
00:51:11	1.30
00:55:50	1.30
01:00:00	1.28
01:05:00	1.30
01:10:00	1.31
01:15:00	1.31
01:21:00	1.33
01:33:00	1.30
01:49:00	1.30
02:00:00	1.30
02:24:00	1.29
02:48:00	1.29
03:00:00	1.29

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:15

00:45:00

01:15:00

Fecha ensayo: 20-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

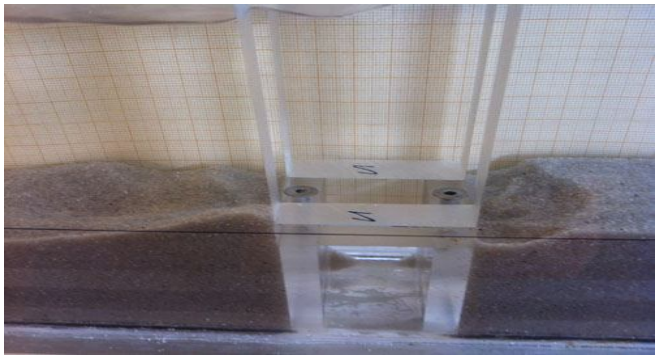
CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q45.3-Y8.5_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:57	0.50
00:02:48	0.60
00:05:37	0.94
00:07:35	0.95
00:08:33	1.01
00:10:02	1.02
00:12:01	1.10
00:15:04	1.14
00:17:39	1.14
00:21:12	1.19
00:24:00	1.20
00:28:12	1.26
00:31:40	1.28
00:37:40	1.29
00:43:50	1.34
00:51:39	1.36
00:56:17	1.36
01:01:00	1.35
01:15:00	1.35
01:21:00	1.36
01:34:00	1.44
01:50:00	1.42
02:00:00	1.45
02:25:00	1.46
02:49:00	1.49
03:00:00	1.50

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:01:15



00:45:00

01:15:00

Fecha ensayo: 20-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

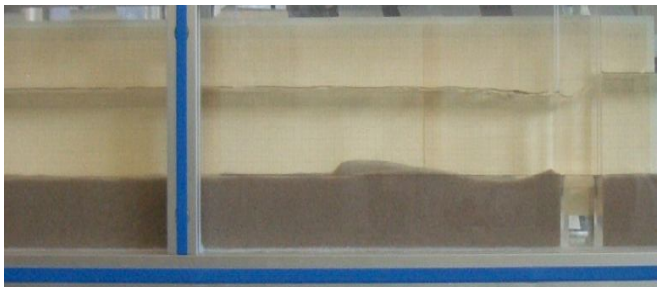
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q45.3-Y8.5_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.93
0.50	-1.16
1.00	-1.03
1.50	-0.81
2.00	-0.89
2.50	-1.04
3.00	-1.12
4.00	-1.20
5.00	-1.29
6.00	-1.29
7.00	-1.29
8.00	-1.29
9.00	-1.19
10.00	-1.29
12.50	-1.47
15.00	-1.50
17.50	-1.49
20.00	-1.49
25.00	-1.23
30.00	-0.28
40.00	1.47
45.00	2.28
50.00	2.44
55.00	2.44
58.50	0.00

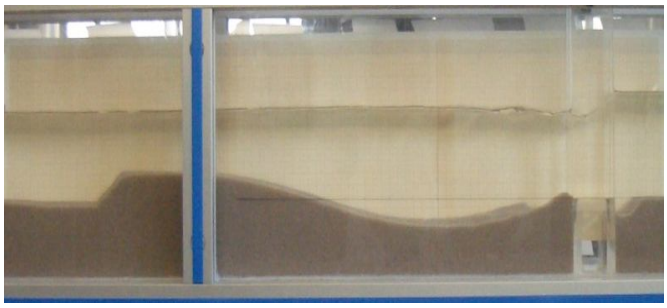
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00



01:02:00

03:00:00



Fecha ensayo: 20-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q45.0-Y8.4_r02**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.42	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.05	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.14	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.17	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.41	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.15	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.5	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.85	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	3819	Transición
Caudal (contador)	45.0	l/min	Radio hidráulico	2.32	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 3 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

La erosión es simétrica durante todo el ensayo, tanto
La profundidad máxima de socavación se produce a unos 4 cm de la sección
aguas abajo del puente.
Se producen erosiones mayores en los cajeros aguas abajo, pero lejos de la zona donde
se mide durante todo el ensayo

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.41 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

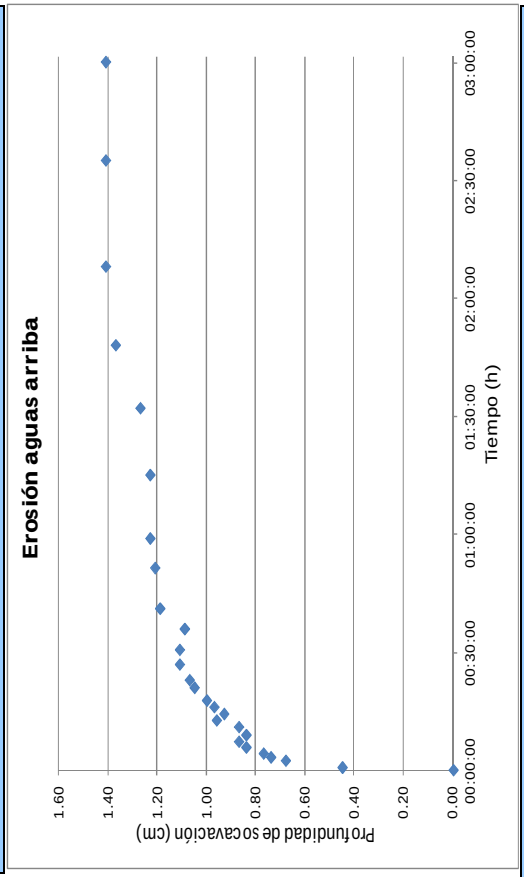
1.29 cm

Fecha ensayo: 23-Jul-12

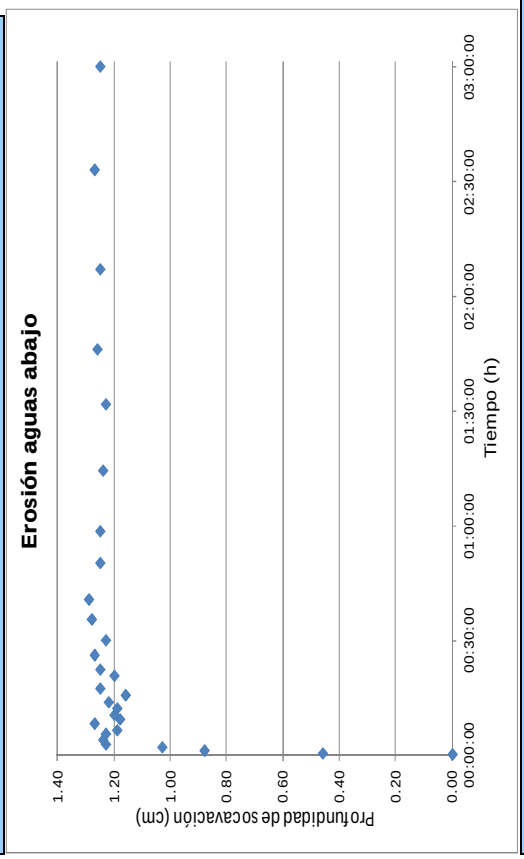
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q45.0-Y8.4_r02

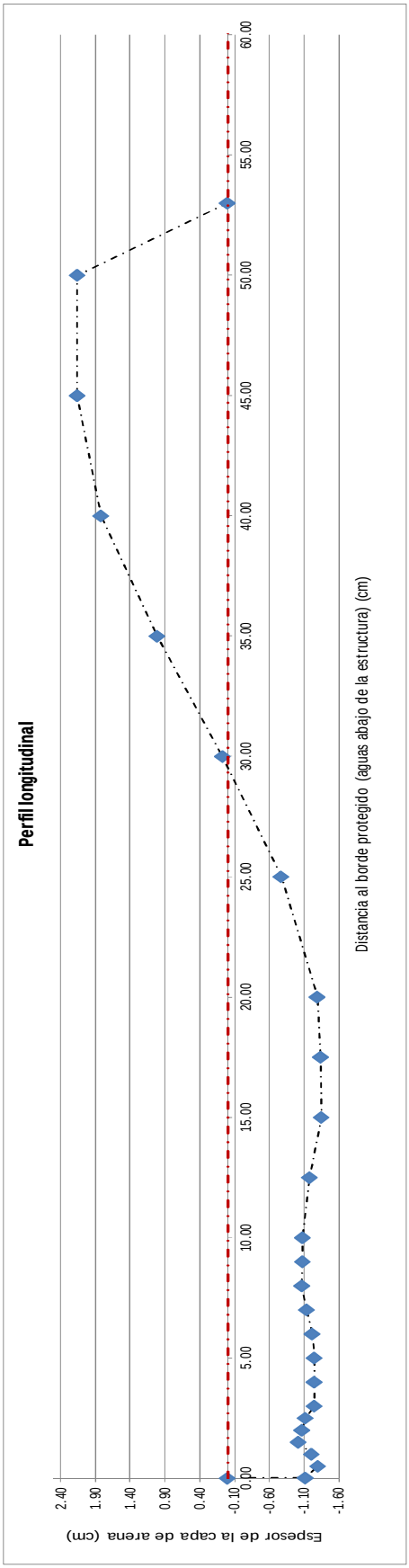
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 23-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q45.0-Y8.4_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:19	0.46
00:01:01	0.88
00:01:56	1.03
00:02:41	1.23
00:03:49	1.24
00:05:25	1.23
00:06:23	1.19
00:08:04	1.27
00:09:14	1.18
00:10:19	1.20
00:12:04	1.19
00:13:41	1.22
00:15:33	1.16
00:17:14	1.25
00:20:35	1.20
00:22:14	1.25
00:26:00	1.27
00:29:52	1.23
00:35:20	1.28
00:40:32	1.29
00:50:08	1.25
00:58:27	1.25
01:14:18	1.24
01:31:38	1.23
01:46:00	1.26
02:07:00	1.25
02:33:00	1.27
03:00:00	1.25

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:35:00

03:00:00

Fecha ensayo: 23-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q45.0-Y8.4_r02

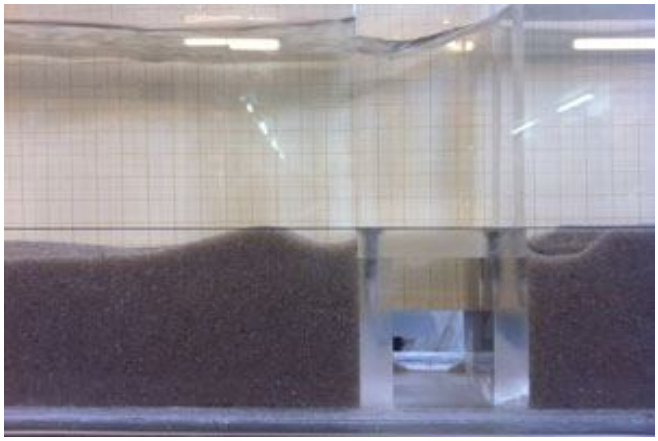
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:39	0.45
00:02:23	0.68
00:03:15	0.74
00:04:13	0.77
00:05:45	0.84
00:07:15	0.87
00:08:52	0.84
00:10:56	0.87
00:12:37	0.96
00:14:16	0.93
00:16:03	0.97
00:17:41	1.00
00:20:57	1.05
00:22:53	1.07
00:26:49	1.11
00:30:34	1.11
00:35:50	1.09
00:41:03	1.19
00:51:22	1.21
00:58:54	1.23
01:15:00	1.23
01:32:00	1.27
01:48:00	1.37
02:08:00	1.41
02:35:00	1.41
03:00:00	1.41

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:35:00



03:00:00

Fecha ensayo: 23-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

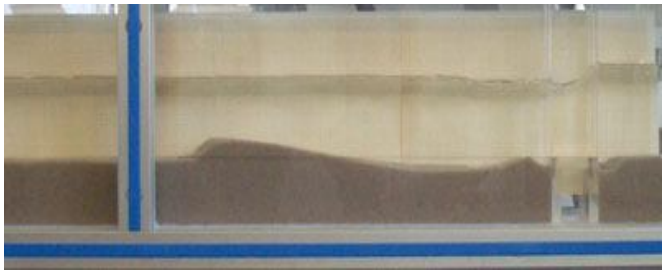
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q45.0-Y8.4_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-1.12
0.50	-1.30
1.00	-1.21
1.50	-1.02
2.00	-1.07
2.50	-1.12
3.00	-1.25
4.00	-1.25
5.00	-1.25
6.00	-1.22
7.00	-1.14
8.00	-1.07
9.00	-1.08
10.00	-1.08
12.50	-1.18
15.00	-1.35
17.50	-1.34
20.00	-1.29
25.00	-0.77
30.00	0.07
35.00	1.01
40.00	1.82
45.00	2.16
50.00	2.16
53.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:45:00



01:45:00

03:00:00

Fecha ensayo: 23-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q52.1-Y9.0_r01**

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	9.00	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.22	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.15	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.19	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.66	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.16	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.2	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.81	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4369	Transición
Caudal (contador)	52.1	l/min	Radio hidráulico	2.36	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se ha prolongado durante 3 horas, y como se puede observar en las gráficas se ha alcanzado el equilibrio.
El proceso de socavación es ligeramente asimétrico

La profundidad máxima de socavación se produce a 7 cm del borde aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

Se observan mayores erosiones en los cajeros aguas abajo de la zona donde se miden las profundidades de socavación, a más de 12 cm

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.81 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

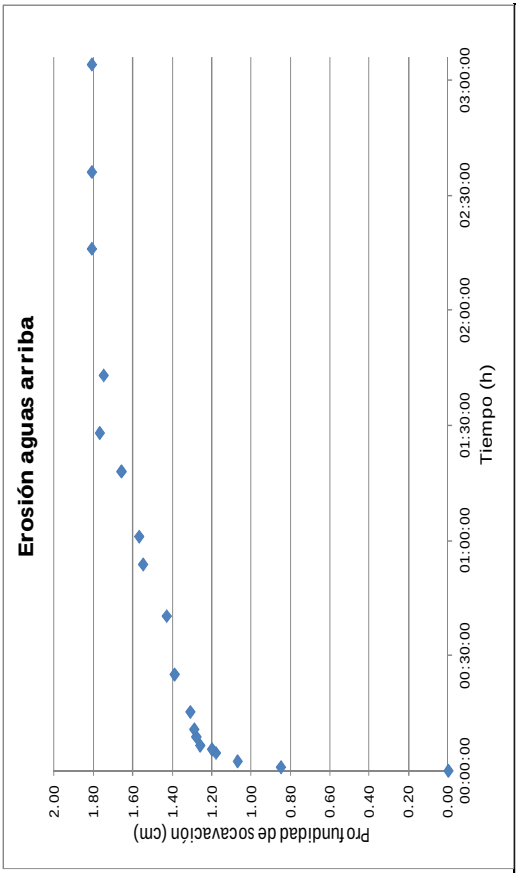
1.50 cm

Fecha ensayo: 14-Jul-12

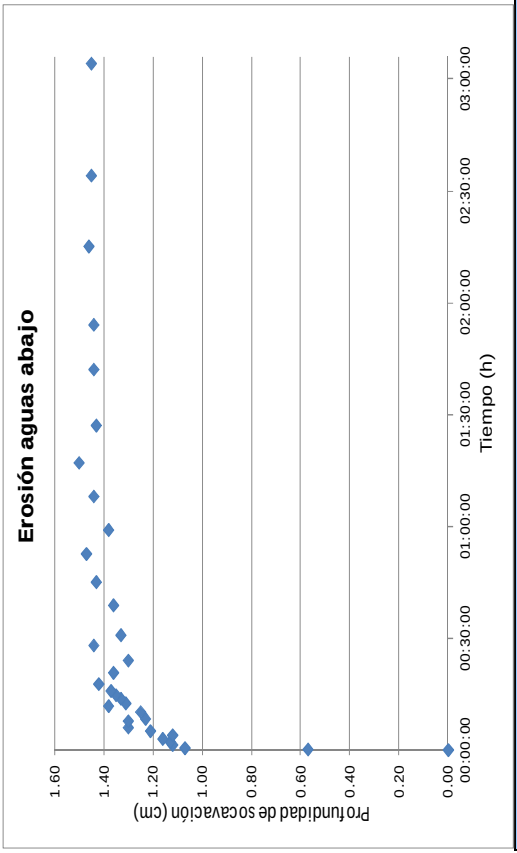
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.1-Y9.0_r01

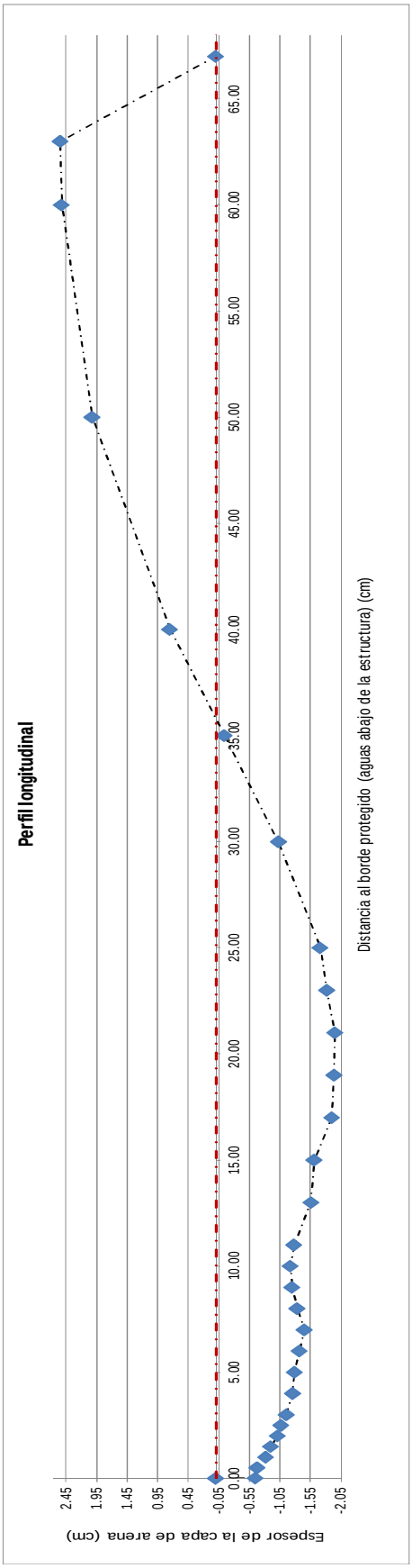
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 14-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q52.1-Y9.0_r01**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:11	0.57
00:00:31	1.07
00:01:23	1.12
00:02:10	1.13
00:03:01	1.16
00:03:59	1.12
00:05:05	1.21
00:06:04	1.30
00:07:45	1.30
00:08:22	1.23
00:10:13	1.25
00:11:48	1.38
00:12:32	1.31
00:13:47	1.33
00:14:44	1.35
00:15:52	1.37
00:17:42	1.42
00:20:43	1.36
00:24:00	1.30
00:28:03	1.44
00:30:48	1.33
00:38:49	1.36
00:45:02	1.43
00:52:34	1.47
00:59:00	1.38
01:08:00	1.44
01:17:00	1.50
01:27:00	1.43
01:42:00	1.44
01:54:00	1.44
02:15:00	1.46
02:34:00	1.45
03:04:00	1.45

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:16:00

01:05:00

02:34:00

Fecha ensayo: 14-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

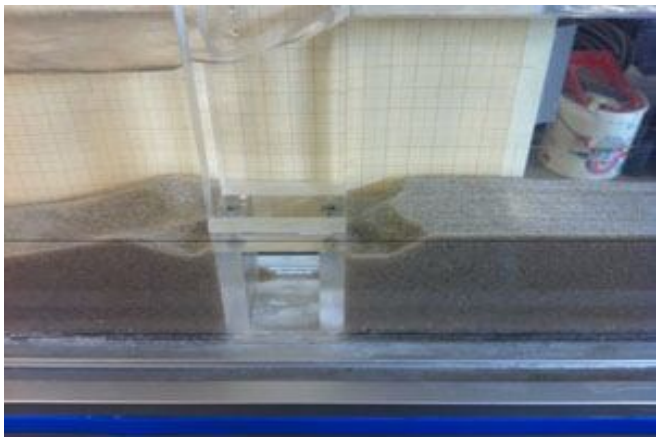
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.1-Y9.0_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:56	0.85
00:02:28	1.07
00:04:38	1.18
00:05:36	1.20
00:06:35	1.26
00:08:50	1.28
00:10:47	1.29
00:15:20	1.31
00:25:05	1.39
00:40:19	1.43
00:53:45	1.55
01:01:00	1.57
01:18:00	1.66
01:28:00	1.77
01:43:00	1.75
02:16:00	1.81
02:36:00	1.81
03:04:00	1.81

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:16:00



01:05:00

02:34:00

Fecha ensayo: 14-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.1-Y9.0_r01

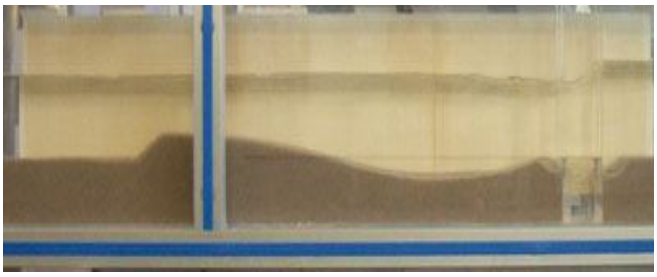
Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.65
0.50	-0.68
1.00	-0.82
1.50	-0.90
2.00	-1.01
2.50	-1.07
3.00	-1.16
4.00	-1.26
5.00	-1.29
6.00	-1.37
7.00	-1.45
8.00	-1.33
9.00	-1.25
10.00	-1.22
11.00	-1.28
13.00	-1.56
15.00	-1.61
17.00	-1.90
19.00	-1.94
21.00	-1.95
23.00	-1.82
25.00	-1.71
30.00	-1.03
35.00	-0.14
40.00	0.75
50.00	2.02
60.00	2.52
63.00	2.54
67.00	0.00

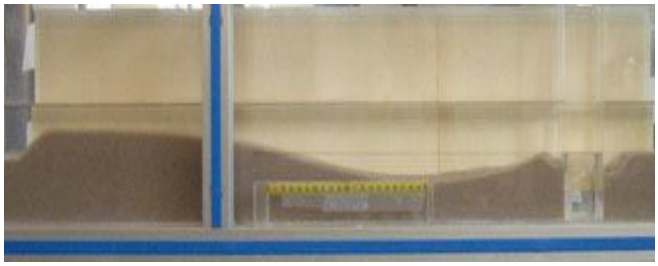
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:30:00

01:00:00



03:00:00



Fecha ensayo: 14-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.6-Y9.2_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	9.17	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.30	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.15	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.19	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.67	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.16	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.8	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.84	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4220	Transición
Caudal (contador)	52.6	l/min	Radio hidráulico	2.37	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	SI		Formas de lecho	N/A	
Lecho vivo	NO		Identificación	N/A	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se ha prolongado durante 3:15 horas, y como se puede observar en las gráficas se ha alcanzado el equilibrio.
EL proceso de socavación es simétrico aguas arriba y aguas abajo

La profundidad máxima de socavación se produce a 3 cm del borde aguas abajo de la estructura, aproximadamente.

Se observan mayores erosiones en los cajeros aguas abajo de la zona donde se miden las profundidades de socavación, a más de 12 cm

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.71 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

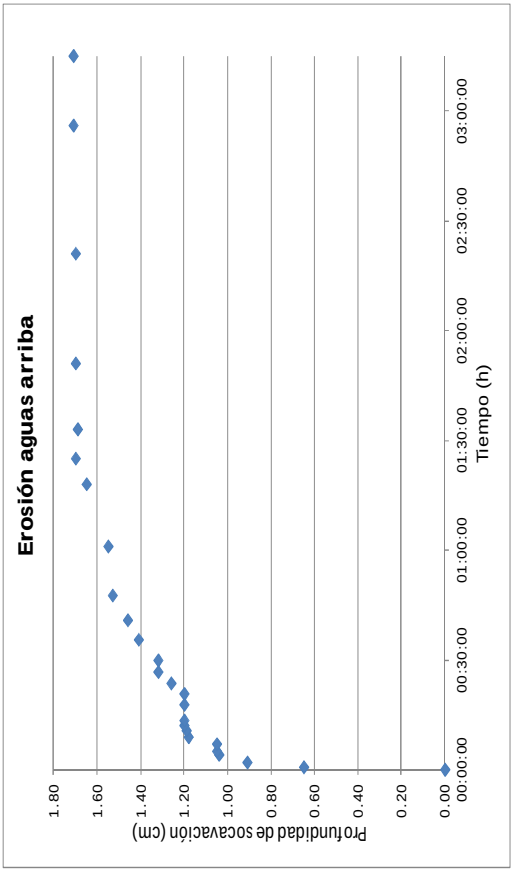
1.32 cm

Fecha ensayo: 16-Jul-12

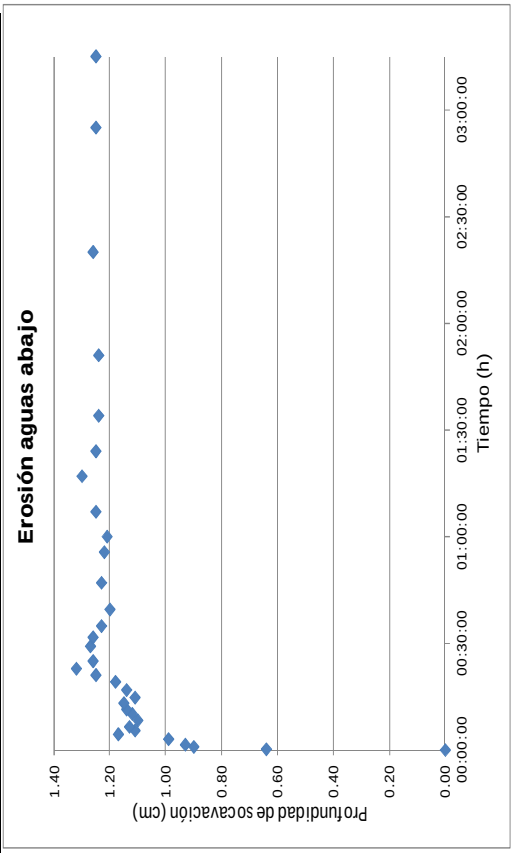
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.6-Y9.2_r02

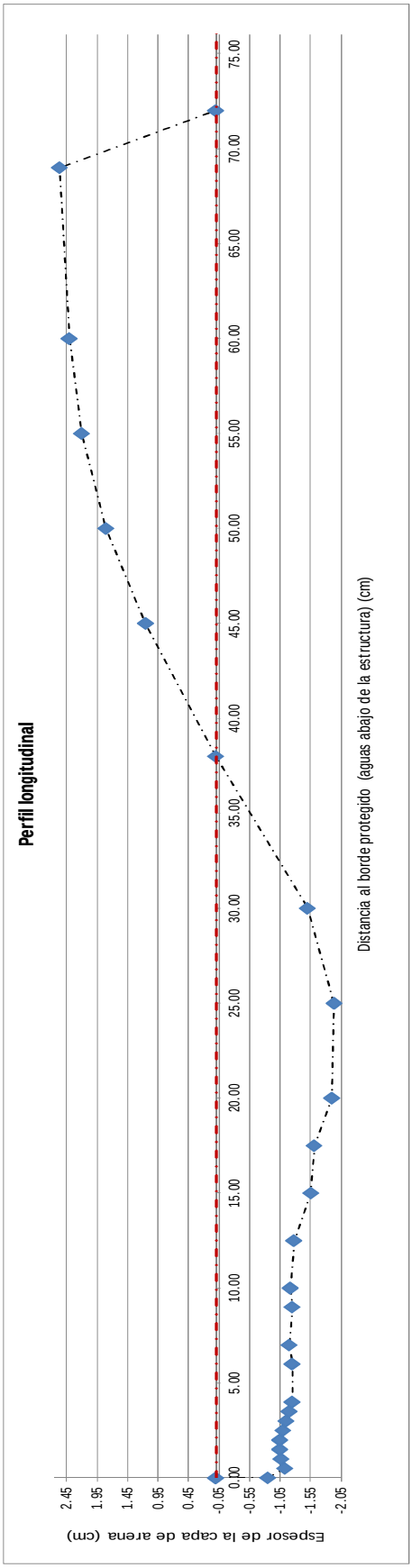
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 16-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	**b/B_0.38-Q52.6-Y9.2_r02**

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.64
00:00:53	0.90
00:01:30	0.93
00:03:04	0.99
00:04:27	1.17
00:05:30	1.11
00:06:31	1.13
00:08:20	1.10
00:10:10	1.12
00:11:26	1.14
00:13:12	1.15
00:14:45	1.11
00:16:54	1.14
00:19:11	1.18
00:21:05	1.25
00:22:52	1.32
00:25:00	1.26
00:29:10	1.27
00:31:42	1.26
00:34:52	1.23
00:39:32	1.20
00:47:02	1.23
00:55:39	1.22
01:00:00	1.21
01:07:00	1.25
01:17:00	1.30
01:24:00	1.25
01:34:00	1.24
01:51:00	1.24
02:20:00	1.26
02:55:00	1.25
03:15:00	1.25

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00

00:40:00

02:20:00

Fecha ensayo: 16-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.6-Y9.2_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:41	0.65
00:01:57	0.91
00:04:05	1.04
00:05:01	1.05
00:06:59	1.05
00:08:54	1.18
00:10:41	1.19
00:12:06	1.20
00:13:25	1.20
00:17:45	1.20
00:20:42	1.20
00:23:35	1.26
00:26:43	1.32
00:29:52	1.32
00:35:30	1.41
00:40:50	1.46
00:47:36	1.53
01:01:00	1.55
01:18:00	1.65
01:25:00	1.70
01:33:00	1.69
01:51:00	1.70
02:21:00	1.70
02:56:00	1.71
03:15:00	1.71

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00

01:00:00

02:20:00

Fecha ensayo: 16-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.6-Y9.2_r02

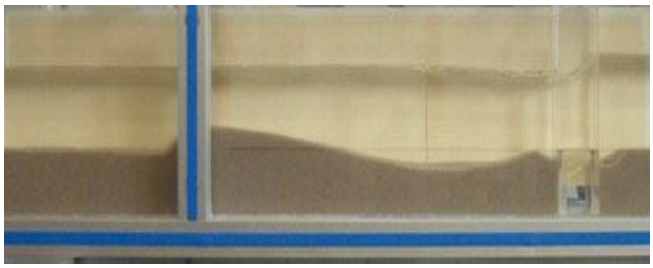
Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.85
0.50	-1.13
1.00	-1.07
1.50	-1.05
2.00	-1.05
2.50	-1.10
3.00	-1.15
3.50	-1.20
4.00	-1.25
6.00	-1.25
7.00	-1.20
9.00	-1.25
10.00	-1.22
12.50	-1.28
15.00	-1.56
17.50	-1.61
20.00	-1.90
25.00	-1.94
30.00	-1.50
38.00	0.00
45.00	1.15
50.00	1.80
55.00	2.20
60.00	2.40
69.00	2.56
72.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:07:00

00:40:00



02:20:00

Fecha ensayo: 16-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.0-Y9.6_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	9.55	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.44	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.21	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.81	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4739	Transición
Caudal (contador)	59.0	l/min	Radio hidráulico	2.40	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 2 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

ONDICIONES DE LECHO VIVO

Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.85 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

1.85 cm

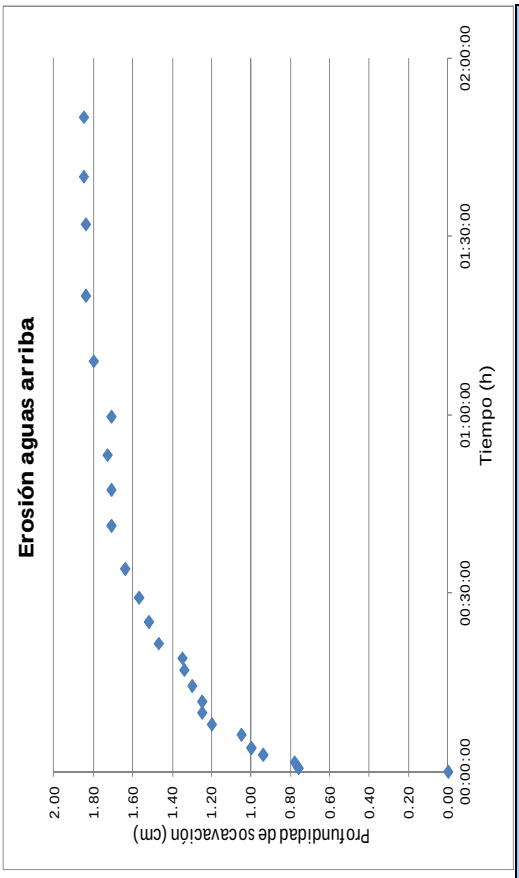
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 26-Jul-12

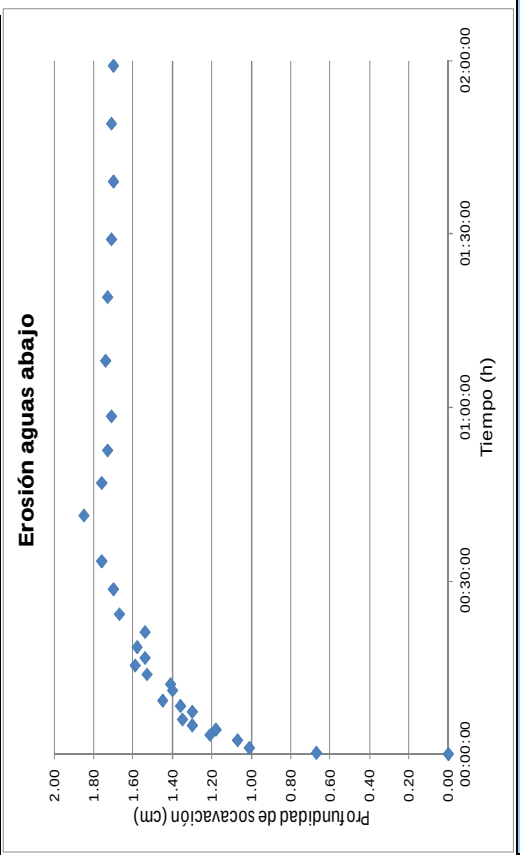
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.0-Y9.6_r01

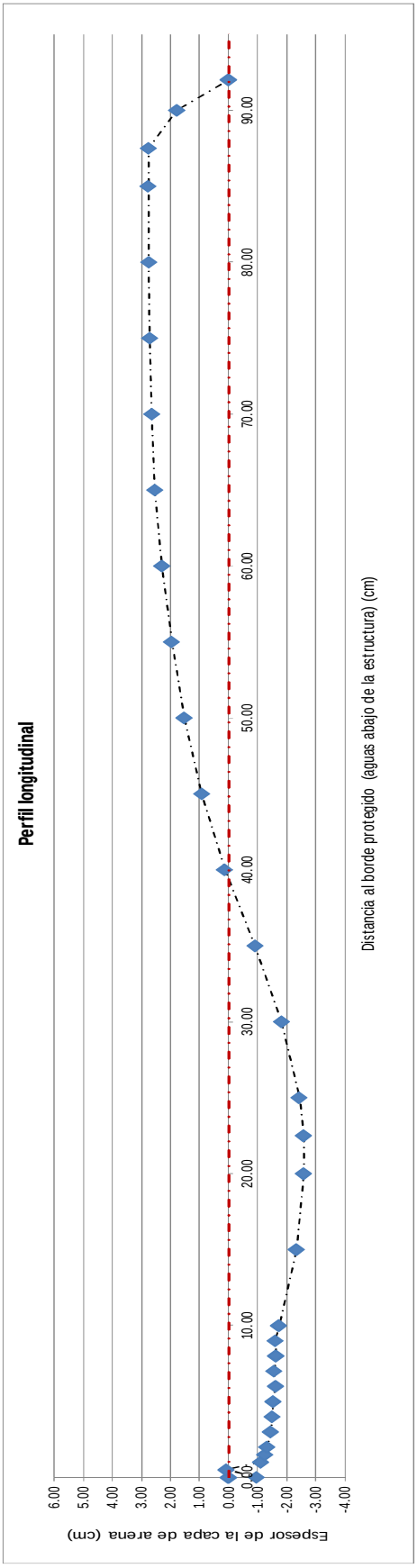
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 26-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.0-Y9.6_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.67
00:01:05	1.01
00:02:24	1.07
00:03:18	1.21
00:04:14	1.18
00:04:58	1.30
00:06:00	1.35
00:07:20	1.30
00:08:20	1.36
00:09:15	1.45
00:11:01	1.40
00:12:06	1.41
00:13:48	1.53
00:15:20	1.59
00:16:38	1.54
00:18:30	1.58
00:21:06	1.54
00:24:12	1.67
00:28:30	1.70
00:33:21	1.76
00:41:15	1.85
00:46:53	1.76
00:52:30	1.73
00:58:24	1.71
01:08:00	1.74
01:19:00	1.73
01:29:00	1.71
01:39:00	1.70
01:49:00	1.71
01:59:00	1.70

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

01:20:00

02:00:00

Fecha ensayo: 26-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.0-Y9.6_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:37	0.76
00:01:36	0.78
00:02:51	0.94
00:04:00	1.00
00:06:13	1.05
00:07:58	1.20
00:09:55	1.25
00:11:48	1.25
00:14:25	1.30
00:17:06	1.34
00:19:04	1.35
00:21:32	1.47
00:25:11	1.52
00:29:15	1.57
00:34:06	1.64
00:41:20	1.71
00:47:22	1.71
00:53:13	1.73
00:59:41	1.71
01:09:00	1.80
01:20:00	1.84
01:32:00	1.84
01:40:00	1.85
01:50:00	1.85
02:00:00	1.85

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

01:20:00

02:00:00

Fecha ensayo: 26-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.0-Y9.6_r01

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-0.96
0.50	0.08
1.00	-1.11
1.50	-1.25
2.00	-1.32
3.00	-1.45
4.00	-1.50
5.00	-1.53
6.00	-1.62
7.00	-1.56
8.00	-1.63
9.00	-1.61
10.00	-1.73
15.00	-2.34
20.00	-2.58
22.50	-2.58
25.00	-2.43
30.00	-1.83
35.00	-0.92
40.00	0.13
45.00	0.92
50.00	1.52
55.00	1.96
60.00	2.29
65.00	2.54
70.00	2.64
75.00	2.70
80.00	2.74
85.00	2.77
87.50	2.75
90.00	1.78
92.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

00:28:00

02:00:00

Fecha ensayo: 26-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.2-Y9.6_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	9.60	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	7.44	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.21	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.89	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.7	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.82	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4676	Transición
Caudal (contador)	59.2	l/min	Radio hidráulico	2.40	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

El ensayo se prolonga aproximadamente durante 2 horas
Como se observa en la gráfica, el perfil prácticamente se ha estabilizado aguas abajo.

Dos bombas funcionando a su velocidad nominal.

CONDICIONES DE LECHO VIVO

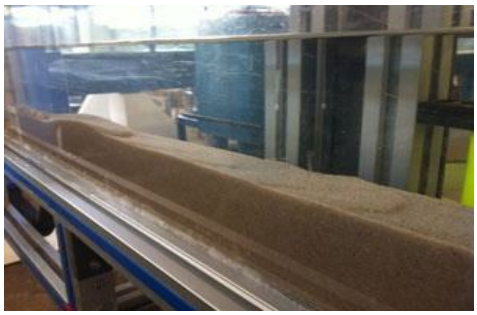
Tanto en el tramo de aproximación como aguas abajo de la cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.75 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

1.75 cm



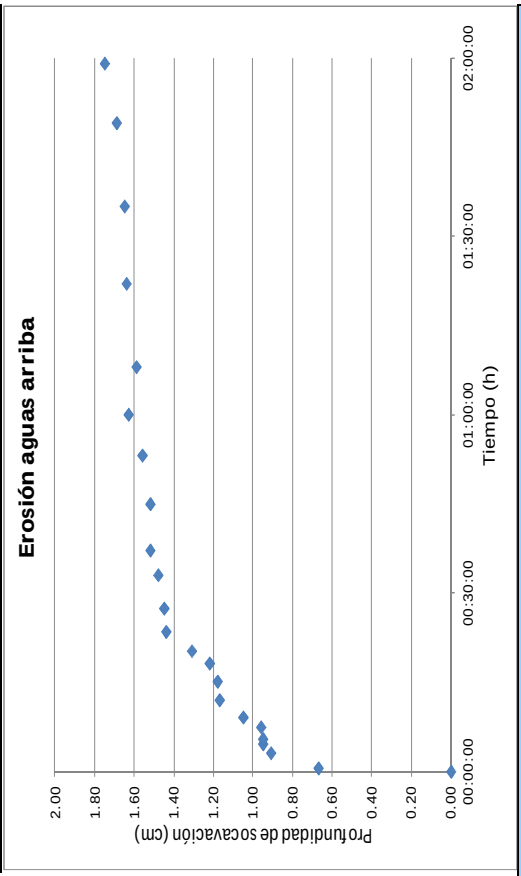
Dunas en el tramo de aproximación

Fecha ensayo: 27-Jul-12

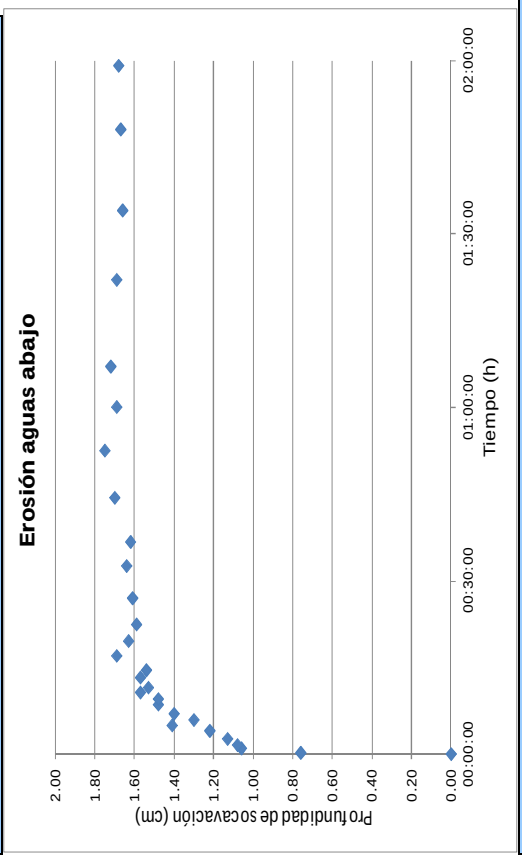
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.2-Y9.6_r02

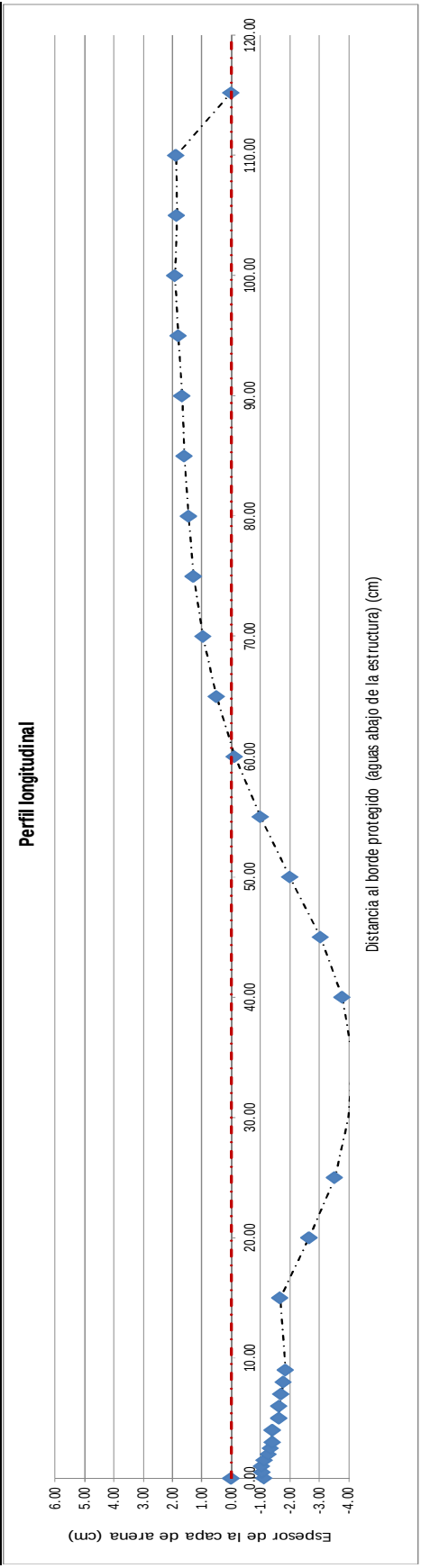
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 27-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.2-Y9.6_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.76
00:01:00	1.06
00:01:34	1.08
00:02:38	1.13
00:04:01	1.22
00:04:58	1.41
00:05:54	1.30
00:06:58	1.40
00:08:33	1.48
00:09:32	1.48
00:10:40	1.57
00:11:30	1.53
00:13:15	1.57
00:14:30	1.54
00:16:59	1.69
00:19:33	1.63
00:22:25	1.59
00:26:58	1.61
00:32:32	1.64
00:36:41	1.62
00:44:19	1.70
00:52:28	1.75
01:00:00	1.69
01:07:00	1.72
01:22:00	1.69
01:34:00	1.66
01:48:00	1.67
01:59:00	1.68

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

00:40:00

01:45:00

Fecha ensayo: 27-Jul-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.2-Y9.6_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

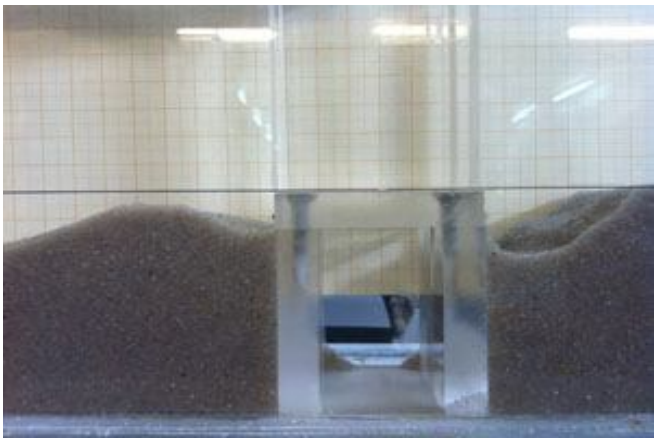
Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:35	0.67
00:03:08	0.91
00:04:38	0.95
00:05:29	0.95
00:07:28	0.96
00:09:08	1.05
00:12:02	1.17
00:15:09	1.18
00:18:11	1.22
00:20:16	1.31
00:23:30	1.44
00:27:25	1.45
00:33:02	1.48
00:37:11	1.52
00:44:58	1.52
00:53:08	1.56
01:00:00	1.63
01:08:00	1.59
01:22:00	1.64
01:35:00	1.65
01:49:00	1.69
01:59:00	1.75

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00

00:40:00

01:45:00



Fecha ensayo: 27-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q59.2-Y9.6_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-1.12
0.50	-1.06
1.00	-1.04
1.50	-1.13
2.00	-1.27
2.50	-1.34
3.00	-1.41
4.00	-1.41
5.00	-1.63
6.00	-1.63
7.00	-1.70
8.00	-1.78
9.00	-1.85
15.00	-1.66
20.00	-2.66
25.00	-3.52
30.00	-4.01
35.00	-4.12
40.00	-3.78
45.00	-3.05
50.00	-2.00
55.00	-1.00
60.00	-0.12
65.00	0.50
70.00	0.96
75.00	1.29
80.00	1.45
85.00	1.60
90.00	1.67
95.00	1.80
100.00	1.92
105.00	1.86
110.00	1.88
115.20	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:15:00

00:30:00

02:00:00

Fecha ensayo: 27-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r01

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.79	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.14	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.22	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.68	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	28.6	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.83	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4447	Transición
Caudal (contador)	52.8	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena
para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 1:30 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 2 cm aguas abajo de la estructura
Se observan mayores profundidades de socavación en los cajeros aguas abajo, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

CONDICIONES DE LECHO VIVO

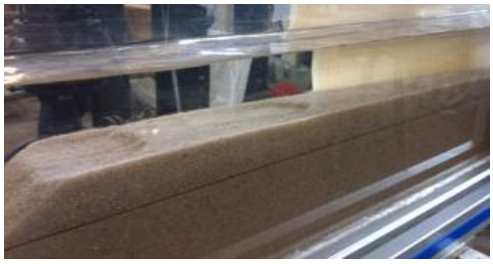
En el tramo de aproximación y sobre la propia cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.81 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

1.63 cm



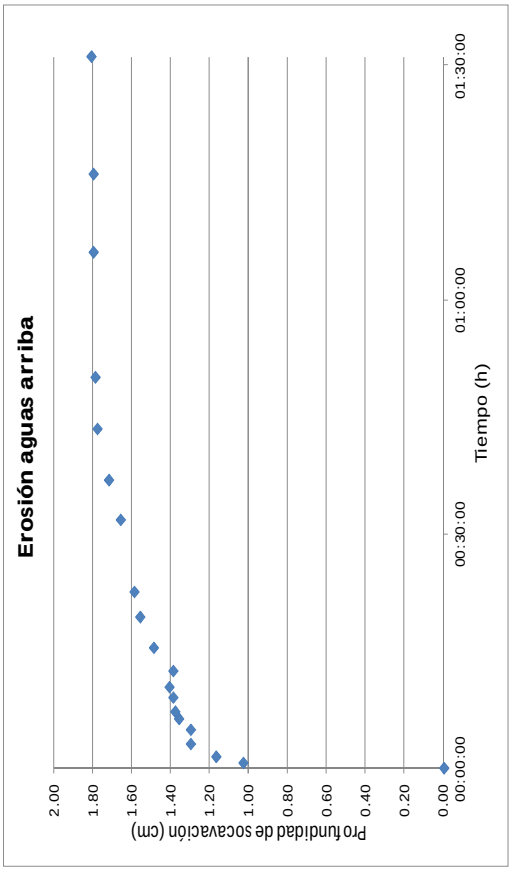
Dunas sobre la cuña de deposición

Fecha ensayo: 16-Aug-12

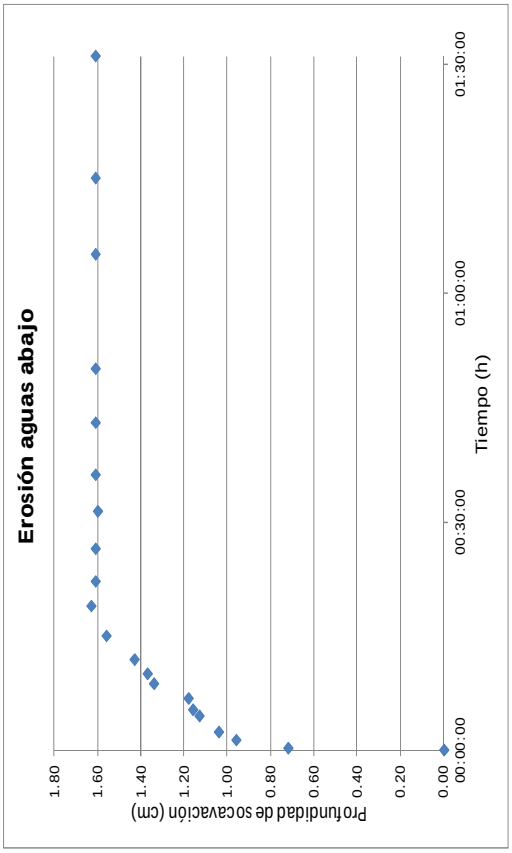
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r01

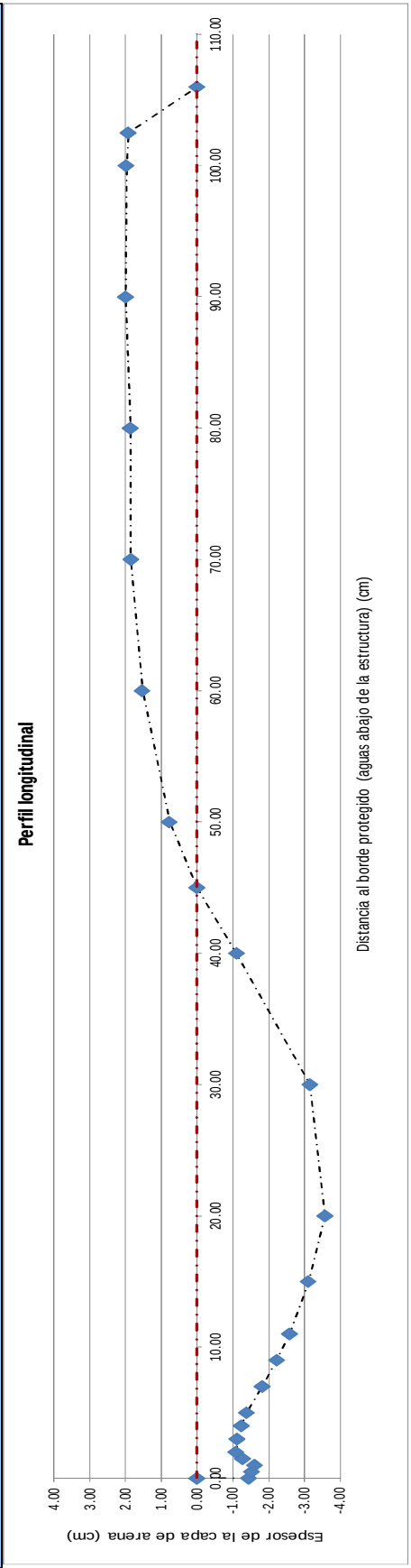
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 16-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:13	0.72
00:01:19	0.96
00:02:22	1.04
00:04:28	1.13
00:05:18	1.16
00:06:45	1.18
00:08:43	1.34
00:10:00	1.37
00:11:50	1.43
00:14:57	1.56
00:18:52	1.63
00:22:06	1.61
00:26:22	1.61
00:31:17	1.60
00:36:06	1.61
00:42:56	1.61
00:50:00	1.61
01:05:00	1.61
01:15:00	1.61
01:31:00	1.61

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:00

00:10:00

01:20:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r01

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:41	1.03
00:01:29	1.17
00:03:05	1.30
00:04:55	1.30
00:06:20	1.36
00:07:15	1.38
00:09:04	1.39
00:10:22	1.41
00:12:27	1.39
00:15:24	1.49
00:19:20	1.56
00:22:32	1.59
00:31:47	1.66
00:36:52	1.72
00:43:24	1.78
00:50:00	1.79
01:06:00	1.80
01:16:00	1.80
01:31:00	1.81

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:04:00

00:10:00

01:20:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r01

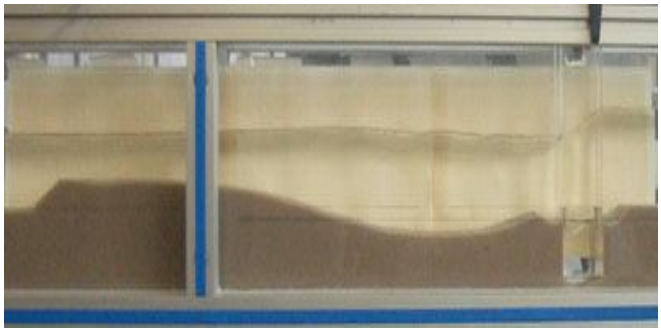
Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-1.45
0.50	-1.53
1.00	-1.61
1.50	-1.28
2.00	-1.09
3.00	-1.12
4.00	-1.24
5.00	-1.39
7.00	-1.83
9.00	-2.23
11.00	-2.59
15.00	-3.11
20.00	-3.58
30.00	-3.16
40.00	-1.11
45.00	0.00
50.00	0.77
60.00	1.53
70.00	1.84
80.00	1.86
90.00	1.99
100.00	1.98
102.50	1.92
106.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:15:00



00:30:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r02

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	20.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	40.0	mm	Lecho: arena		
b	2.40	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.38		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	8.79	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.14	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.16	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.22	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.68	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.17	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	29.9	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.80	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	4572	Transición
Caudal (contador)	52.8	l/min	Radio hidráulico	2.35	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Se ha aumentado 1 cm el espesor inicial de la capa de arena
para disminuir calados y aumentar el nº de Froude.
El ensayo se prolonga durante 1:30 horas. Al finalizar, el proceso ha alcanzado el equilibrio aguas abajo. La profundidad máxima se socavación se produce a unos 2 cm aguas abajo de la estructura
Se observan mayores profundidades de socavación en los cajeros aguas abajo, pero una vez el proceso ya está muy avanzado, y fuera de la fosa de socavación principal (donde se mide a lo largo de todo el ensayo).

CONDICIONES DE LECHO VIVO

En el tramo de aproximación y sobre la propia cuña de deposición

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA

1.69 cm

PROF. MÁXIMA AG.ABAJO

1.47 cm

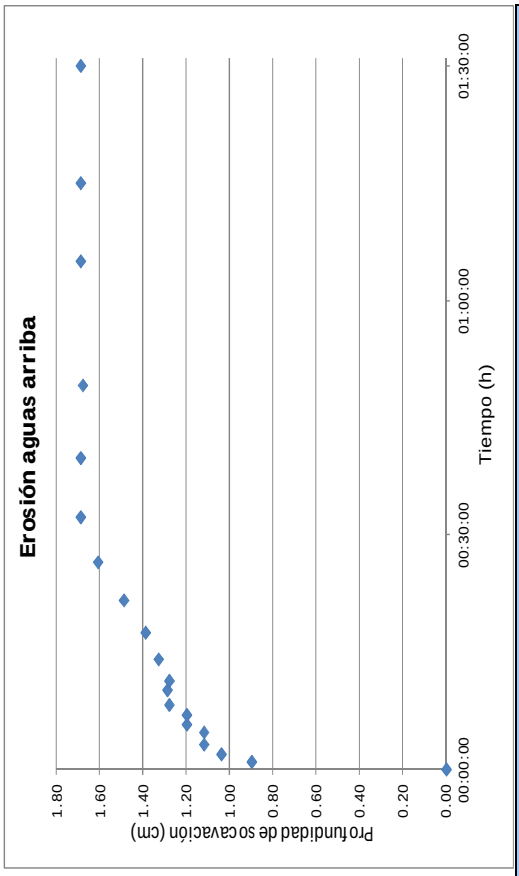
Duna sobre cuña de deposición

Fecha ensayo: 16-Aug-12

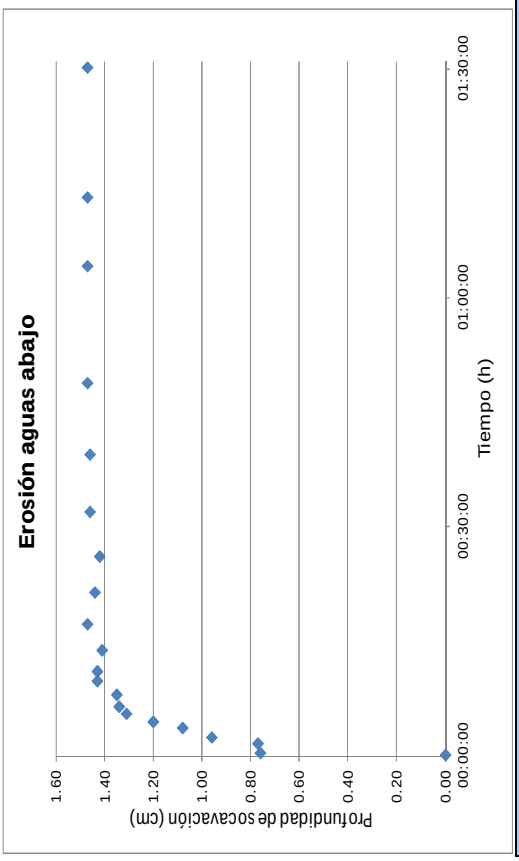
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r02

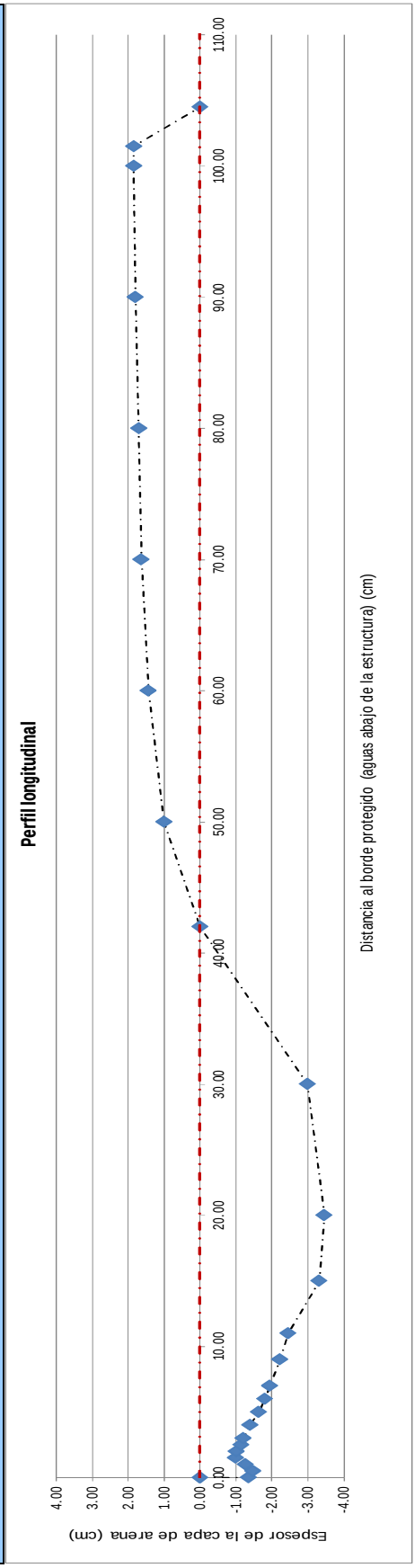
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 16-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:14	0.76
00:01:29	0.77
00:02:19	0.96
00:03:32	1.08
00:04:20	1.20
00:05:24	1.31
00:06:21	1.34
00:07:53	1.35
00:09:40	1.43
00:10:57	1.43
00:13:42	1.41
00:17:07	1.47
00:21:16	1.44
00:25:59	1.42
00:31:50	1.46
00:39:20	1.46
00:48:41	1.47
01:04:00	1.47
01:13:00	1.47
01:30:00	1.47

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:02:00

00:08:00

00:40:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:58	0.90
00:01:56	1.04
00:03:11	1.12
00:04:44	1.12
00:05:44	1.20
00:06:58	1.20
00:08:15	1.28
00:10:09	1.29
00:11:20	1.28
00:14:05	1.33
00:17:30	1.39
00:21:38	1.49
00:26:30	1.61
00:32:16	1.69
00:39:50	1.69
00:49:08	1.68
01:05:00	1.69
01:15:00	1.69
01:30:00	1.69

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:02:00

00:08:00

00:40:00

Fecha ensayo: 16-Aug-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

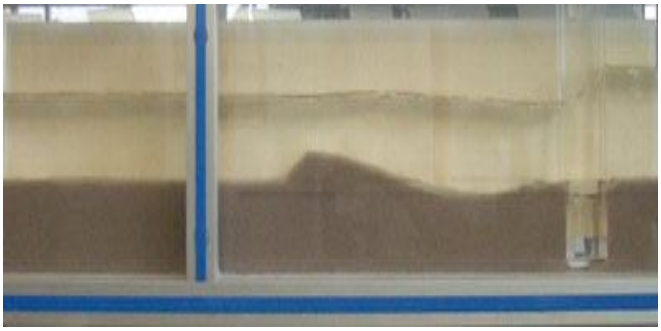
CÓDIGO ENSAYO	b/B_0.38-Q52.8-Y8.8_r02

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	0.00
0.01	-1.35
0.50	-1.47
1.00	-1.26
1.50	-0.99
2.00	-1.01
2.50	-1.14
3.00	-1.20
4.00	-1.39
5.00	-1.63
6.00	-1.80
7.00	-1.94
9.00	-2.22
11.00	-2.45
15.00	-3.31
20.00	-3.45
30.00	-2.99
42.00	0.00
50.00	1.00
60.00	1.44
70.00	1.64
80.00	1.70
90.00	1.80
100.00	1.84
101.50	1.84
104.50	0.00

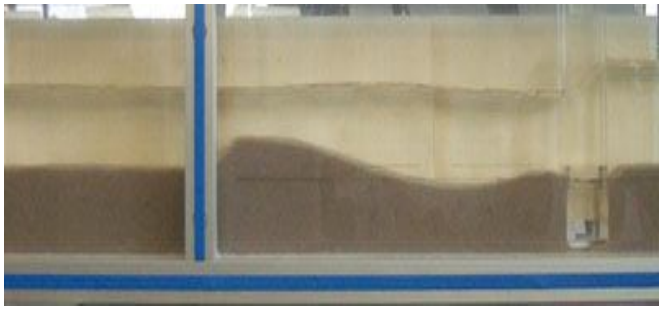
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:05:00



00:08:00

00:11:00



Fecha ensayo: 16-Aug-12

ENSAYO DE REFERENCIA

SIN SOLERA PROTEGIDA

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas	**SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA**

CÓDIGO ENSAYO	ENSAYO DE REFERENCIA (sin protección)

Parámetros geométricos					
Canal de sección rectangular, pendiente horizontal I_0=0 m/m					
Ancho del canal	6.40	cm	Cajeros: metacrilato		
Ancho 1 placa	13.0	mm	Rugosidad K_S	0.003	mm
2e	26.0	mm	Lecho: arena		
b	3.80	cm	Diámtero máximo	0.63	mm
Relación b/B	0.59		Diámetro mínimo	0.40	mm

Variables / Parámetros hidráulicos					
Lecturas manómetro			Calado aguas arriba	7.22	cm
H máxima	N/A	mm	Calado aguas abajo	6.85	cm
H mínima	N/A	mm	Velocidad aguas arriba	0.21	m/s
Diafragma			Velocidad aguas abajo	0.23	m/s
Sección tubería	27	mm	Calado crítico	2.90	cm
Sección interior	23	mm	Froude aguas arriba	0.25	Subcrítico
Coef. desagüe			Temperatura media	27.3	ºC
Caudal (manómetro)	N/A	m^3/s	Viscosidad	0.85	10^{-6} m^2/s
	N/A	l/min	Reynolds	5598	Transición
Caudal (contador)	59.4	l/min	Radio hidráulico	2.22	cm
Condiciones generales del ensayo					
Aguas claras	NO		Formas de lecho	SI	
Lecho vivo	SI		Identificación	DUNAS	
Condición de contorno aguas abajo : Vertedero completamente bajado					

Notas

VERTEDERO (CONDICIÓN DE CONTORNO AGUAS ABAJO):

Completamente bajado

CONDICIÓN INICIAL:

La correspondiente al régimen permanente

MEDICIONES:

Medida con linmímetro ag abajo y limnímetro y fotos ag arriba
Se mide en la margen derecha aguas abajo y en la izquierda aguas arriba
También se toman fotos de detalle de aguas arriba y aguas abajo
Se toman fotos en alzado de la socavación aguas arriba, detalle
Se toman fotos del perfil longitudinal completo

OTROS:

Ensayo realizado sin la plataforma de metacrilato en la zona contraída.
Representa una situación de referencia, donde no existe protección y todo el material es susceptible de ser movilizado por el flujo.

El ensayo se prolonga durante aproximadamente 2 horas, pero no se puede decir que se haya estabilizado por completo.
Este ensayo se compara con sus análogos con protección:

PROF. MÁXIMA AG.ARRIBA
6.06 cm
PROF. MÁXIMA AG.ABAJO
4.10 cm

Dunas en tramo de aproximación

Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

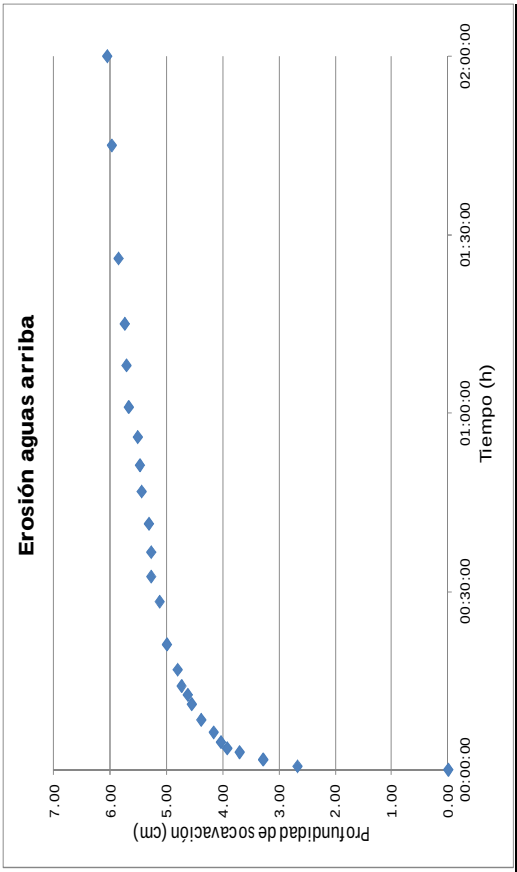
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

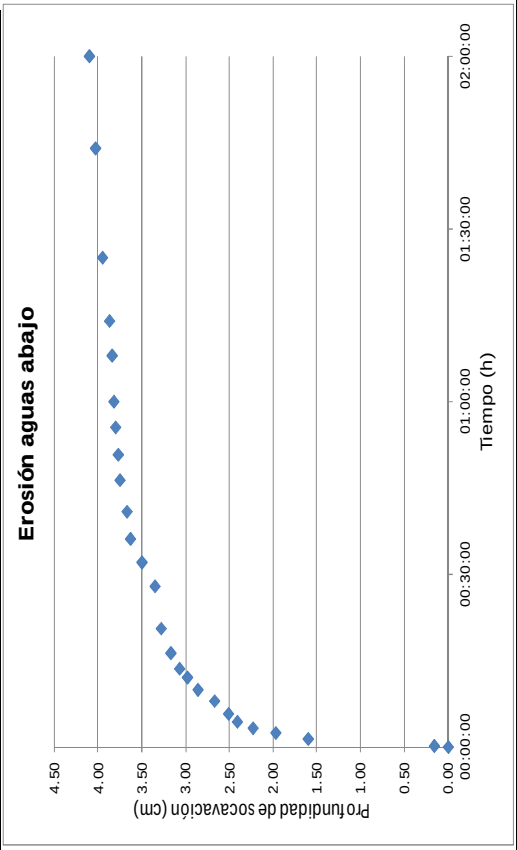
SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	ENSAYO DE REFERENCIA (sin protección)

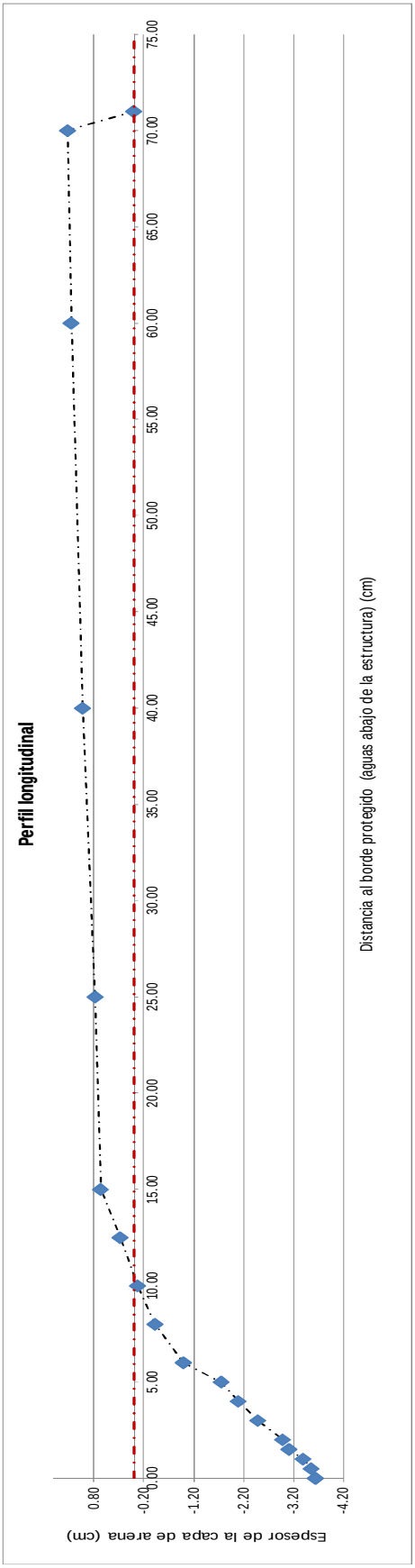
Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas arriba



Gráfica de socavación. Punto de mayor profundidad aguas abajo



Perfil longitudinal del tramo de estudio



Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	ENSAYO DE REFERENCIA (sin protección)

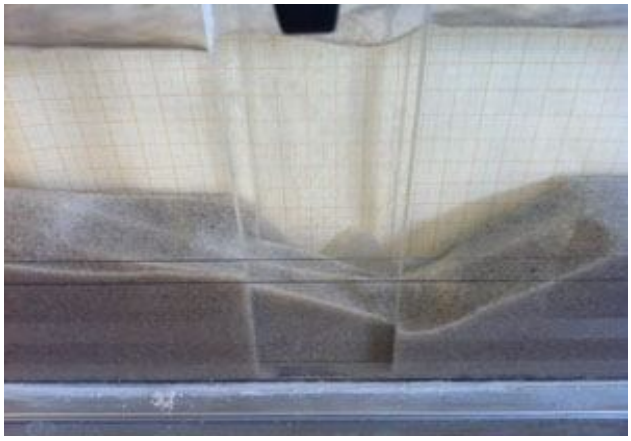
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas abajo

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:11	0.16
00:01:25	1.60
00:02:27	1.97
00:03:17	2.23
00:04:23	2.41
00:05:46	2.51
00:07:59	2.67
00:09:56	2.86
00:12:05	2.98
00:13:37	3.07
00:16:19	3.17
00:20:35	3.28
00:27:55	3.35
00:32:05	3.50
00:36:10	3.63
00:40:52	3.67
00:46:22	3.75
00:50:47	3.77
00:55:32	3.80
01:00:00	3.82
01:08:00	3.84
01:14:00	3.87
01:25:00	3.95
01:44:00	4.03
02:00:00	4.10

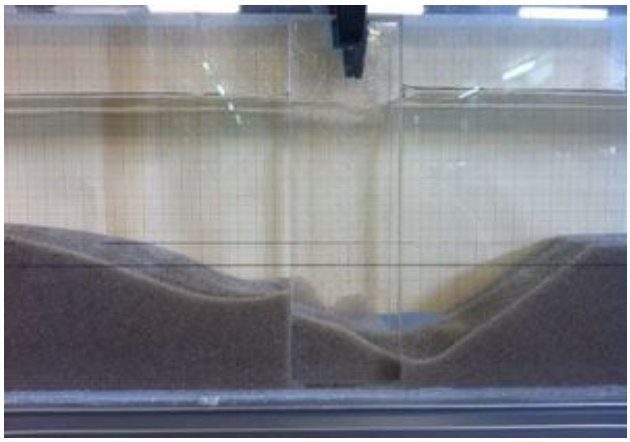
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:10:00



02:00:00



Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	ENSAYO DE REFERENCIA (sin protección)

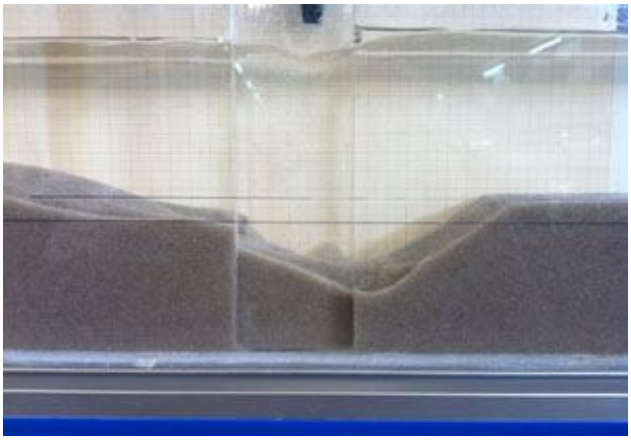
Proceso de socavación - Profundidad máxima aguas arriba

Tiempo (h:mm:ss)	Socavación (cm)
00:00:00	0.00
00:00:35	2.68
00:01:43	3.29
00:02:57	3.71
00:03:37	3.93
00:04:39	4.04
00:06:17	4.17
00:08:24	4.39
00:11:02	4.56
00:12:36	4.63
00:14:05	4.74
00:16:49	4.81
00:21:05	5.00
00:28:16	5.13
00:32:29	5.28
00:36:36	5.28
00:41:22	5.32
00:46:48	5.45
00:51:13	5.48
00:55:57	5.52
01:01:00	5.68
01:08:00	5.72
01:15:00	5.75
01:26:00	5.86
01:45:00	5.98
02:00:00	6.06

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:03:00

00:10:00



02:00:00

Fecha ensayo: 03-Jul-12

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

Laboratorio de Hidráulica y Obras Hidráulicas

SOCAVACIÓN EN PUENTES CON SOLERA PROTEGIDA

CÓDIGO ENSAYO	ENSAYO DE REFERENCIA (sin protección)

Proceso de socavación - Perfil longitudinal

Distancia (cm)	Socavación (cm)
0.00	-3.65
0.01	-3.65
0.50	-3.56
1.00	-3.40
1.50	-3.12
2.00	-2.99
3.00	-2.49
4.00	-2.10
5.00	-1.76
6.00	-1.00
8.00	-0.43
10.00	-0.08
12.50	0.27
15.00	0.66
25.00	0.77
40.00	1.02
60.00	1.25
70.00	1.32
71.00	0.00

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO

00:10:00

01:00:00

02:00:00

Fecha ensayo: 03-Jul-12