



ÁGUA PARA O ALGARVE - INIMA, AQUAPOR E LUSÁGUA, A.C.E.

ESTAÇÃO DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR DO ALGARVE

PROJECTO DE EXECUÇÃO

**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO
DE EXECUÇÃO (RECAPE)**

ANEXO 3 - SOLUÇÃO DETALHADA PARA A DESCARGA DA SALMOURA

Revisão 00

Lisboa, 12 de março de 2025

Esta página foi deixada propositadamente em branco

[illegible]

Esta página foi deixada propositadamente em branco

ÁGUA PARA O ALGARVE - INIMA, AQUAPOR E LUSÁGUA, A.C.E. ESTAÇÃO DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR DO ALGARVE

PROJECTO DE EXECUÇÃO

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME I – RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME II – RELATÓRIO BASE

VOLUME III – PEÇAS DESENHADAS

VOLUME IV – ANEXOS

ANEXO 3 - SOLUÇÃO DETALHADA PARA A DESCARGA DA SALMOURA

O presente documento constitui o ANEXO 3 - SOLUÇÃO DETALHADA PARA A DESCARGA DA SALMOURA do Relatório de Conformidade Ambiental do projeto de Execução (RECAPE) relativo à Estação de Dessalinização de Água do Mar (EDAM) do Algarve, e visa dar resposta à Declaração de Impacte Ambiental (DIA), relativa procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) nº 3667, no âmbito do qual foi emitido o Título Único Ambiental n.º TUA 20240403001056, onde foram avaliados os impactes do projeto em fase de Estudo Prévio.

Em específico, o presente anexo visa dar resposta à seguinte medida da DIA, a apresentar em fase de RECAPE:

2. Solução detalhada para a descarga da salmoura, designadamente no que se prende com o cálculo/especificações dos difusores, localização, altura (acima do fundo do mar), ângulo e velocidade da descarga, caudal, salinidade e temperatura da salmoura, com o objetivo de otimizar a mistura da salmoura no meio recetor. Esta solução deve ser acompanhadas de uma proposta de medidas de tratamento e eventual reutilização da salmoura, tendo em vista o seu aproveitamento económico e minimização dos impactes associados.

Esta página foi deixada propositadamente em branco

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 1 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

AL-PRO-0000-MW-REP-00003

Relatório do estudo de campo próximo

01.0	20/01/2025	Documento revisado	PRO	GSI	ACE
Rev.	Dados	Descrição	Criado	Revisto	Aprovado

Editado para:

Informação		Compra	
Aprovação	X	Construção	
Pedido de licitação		Conforme construído	

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 2 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	4
1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização	4
1.2. Objetivo desde documento	4
2. DADOS DE PARTIDA.....	5
2.1. Dados de agua de mar	5
2.2. Dados de rejeição	5
3. CRITERIOS DE CONCEIÇÃO	7
4. MODELO DE SIMULAÇÃO.....	8
5. CASOS DE SIMULAÇÃO	9
6. CONCEIÇÃO DO DIFUSOR.....	11
6.1. Análise Prévia da Tipologia dos Bicos	11
6.2. Comparação de tipologia do difusor	12
6.3. Difusor selecionado	14
7. RESULTADOS	15
8. CONCLUSÕES.....	19

APÊNDICE 1. RESULTADOS BRIHNE

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 3 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

Ilustrações

Ilustração 1. Exemplos de válvula de bico de pato (Fonte: CLA VAL)	12
Ilustração 2. Curva de caudal – área do bocal válvula bico de pato Tideflex DN300	12
Ilustração 3. Caso 12	16
Ilustração 4. Caso 33	17
Ilustração 5. Caso 40	18

Tabelas

Tabela 1. Salinidades de água de mar.	5
Tabela 2. Densidade de água de mar.	5
Tabela 3. Caudais de rejeição.	6
Tabela 4. Salinidades de rejeição.	6
Tabela 5. Densidade de rejeição.	6
Tabela 6. Caudais de rejeição.	9
Tabela 7. Salinidades de rejeição.	9
Tabela 8. Temperatura de água de mar	9
Tabela 9. Casos de simulação	10
Tabela 10. Caudais por fase	11
Tabela 11. Alternativas de difusor	13
Tabela 12. Resultados bico de pato Tideflex DN300	13
Tabela 13. Resultados bocal DN200 SDR21	14
Tabela 14. Características difusor selecionado	14
Tabela 15. Resultados	15
Tabela 16. Características difusor selecionado	19

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 4 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

1. INTRODUÇÃO

A região do Algarve tem vindo a sofrer, ao longo dos últimos anos, de uma seca prolongada associada a uma situação de escassez hídrica que é já considerada estrutural. Assim, apesar da disponibilidade de água em Portugal ser acima da média europeia, o abastecimento de água em Portugal, nomeadamente na região do Algarve, está sob stress, e espera-se que o problema aumente com as alterações climáticas. Por estes motivos o Plano Regional de Eficiência Hídrica da Região do Algarve, elaborado em 2020 pela APA e pela Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), identificou como medida estrutural possível para reforçar a capacidade de produção de água, a criação de um sistema de dessalinização na região do Algarve, com o objetivo de assegurar uma origem alternativa e fiável para o abastecimento de água potável à região do Algarve.

1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização

O Sistema de Dessalinização a implementar na Fase 1 (Ano 0) permitirá a produção de $500 \text{ L/s} = 1800 \text{ m}^3/\text{h} = 43.200 \text{ m}^3/\text{dia} = 16 \text{ hm}^3/\text{ano}$ de água potável. O sistema ficará preparado para ser ampliado no futuro (Fase 2 – Ano Horizonte), através da instalação dos equipamentos necessários na EE1 e EDAM, para a produção de $750 \text{ L/s} = 2.700 \text{ m}^3/\text{h} = 64.800 \text{ m}^3/\text{dia} = 24 \text{ hm}^3/\text{ano}$ de água potável. Toda a construção civil, captação, condutas de água bruta e água tratada e restantes infraestruturas serão desde já executadas para a Fase 2.

O dimensionamento da EDAM terá em conta que, na Fase 1, o caudal de produção de água potável poderá variar entre o caudal nominal do Ano 0 e um caudal mínimo de 25% deste valor. Será ainda tido em conta que, após ampliação, a variação de caudal de água tratada será entre 25% do caudal do Ano 0 e o caudal nominal do Ano HP.

1.2. Objetivo desse documento

Este documento descreve o estudo de diluição em campo próximo que serve para verificar se a conceção da secção do difusor cumpre os requisitos estabelecidos no Caderno de encargos.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 5 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

2. DADOS DE PARTIDA

2.1. Dados de água de mar

São considerados três cenários de temperatura da água do mar para o cálculo do processo, 13º, 19º e 23º.

A tabela a seguir mostra os valores de salinidade para os três cenários considerados no cálculo do processo.

Valor	Salinidade da água do mar
	[mg/l]
Valor mínimo	35.000
Valor nominal	37.000
Valor de referência	38.000

Tabela 1. Salinidades de água de mar.

A densidade da água do mar foi calculada usando a fórmula de El-Dessouky & Ettouney (2002)¹ com base na salinidade e na temperatura. Os dados para cada caso estão apresentados na tabela seguinte:

Valor salinidade	Densidades de água de mar [kg/m³]		
	13 °C	19 °C	23 °C
Valor mínimo	1026,4	1024,8	1023,6
Valor nominal	1027,9	1026,3	1025,1
Valor de referência	1028,7	1027,1	1025,9

Tabela 2. Densidade de água de mar.

2.2. Dados de rejeição

A tabela a seguir contém os caudais de rejeição para as diferentes hipóteses de produção de água potável e com 3 cenários de processo diferentes.

¹ El-Dessouky, H. T., & Ettouney, H. M. (2002). Fundamentals of Salt Water Desalination. Elsevier

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 6 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

	Caudal produção	Caudal rejeição		
		Médio (DAF inativo)	Máximo (DAF 25 mg/l)	Máximo (DAF 70 mg/l)
	[l/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Ano 0	125	0,183	0,190	0,199
	250	0,338	0,352	0,369
	500	0,650	0,677	0,709
Ano HP	188	0,261	0,272	0,285
	375	0,494	0,514	0,539
	750	0,972	1,012	1,061

Tabela 3. Caudais de rejeição.

Embora o caudal máximo de descarga seja 1061 l/s, será também avaliado o caudal de descarga indicado no Caderno de Encargos, 1108 l/s.

A tabela seguinte apresenta os resultados da salinidade de rejeição para cada salinidade da água do mar:

Valor	Salinidade da água do mar	Salinidade da salmuora
	[mg/l]	[mg/l]
Valor mínimo	35.000	66.604,9
Valor nominal	37.000	69.641,2
Valor de referência	38.000	71.127,3

Tabela 4. Salinidades de rejeição.

A densidade da água da rejeição também foi calculada usando a fórmula de El-Dessouky & Ettouney (2002):

Valor salinidad	Densidades de rejeição [kg/m³]		
	13 °C	19 °C	23 °C
Valor mínimo	1050,6	1048,9	1047,6
Valor nominal	1053,0	1051,2	1050,0
Valor de referência	1054,1	1052,4	1051,1

Tabela 5. Densidade de rejeição.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/01/2025	Rev. 01.0	Pág. Página 7 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

3. CRITERIOS DE CONCEIÇÃO

Nesta secção, são resumidos todos os requisitos que devem ser cumpridos relacionados com a configuração da rejeição de salmoura, e que deverão ser considerados para validar tanto a localização dos pontos de descarga e captação, como a configuração do difusor.

a. Localização e configuração

- Distância à linha da costa (praia-mar) ≥ 1750 m (medida no primeiro bocal)
- Distância entre o último bocal do difusor e a tomada de água mais próxima ≥ 3.700 m
- Profundidade $\geq 7,0$ m ZH (de acordo com o caderno de encargos)
- Saída dos bocais acima do solo $\geq 1,2$ m

b. Conceção hidráulica (Caudal de dimensionamento: 1108 L/s)

- Perda de carga máxima: coerente com cálculo hidráulico geral da conduta
- Variação máxima de caudal entre bocais: $\pm 5\%$
- Velocidade mínima na conduta distribuidora: ≥ 0.3 m/s
- $Si \geq 20$, em BMAV e calmaria; este valor é o mínimo ponderado dos 3 bocais menos eficientes
- Altura máxima do jato ≤ 5 m

c. Variação máxima da salinidade:

- Entre um ponto afastado 500 m do difusor e um ponto a 5 km da costa: 0,7 g/l.
- Entre a zona da captação e a zona de impacto da salmoura com o fundo do mar 5 g/l.
- Entre a zona da captação e a zona da praia da Falésia 0,1 g/l.
- Entre a zona da captação e a zona dos recifes artificiais 0,7 g/l.
- Na zona da captação resultante da descarga de salmoura no mar 0,2 g/l.

O estudo do campo próximo tem como objetivo verificar que o jato dos pontos de descarga cumpre com os requisitos específicos do campo próximo:

- Diluição ≥ 20 para caudal $Q = 1108$ l/s.
- Altura máxima do jato ≤ 5 m
- Variação de salinidade entre a zona da captação e a zona de impacto da salmoura com o fundo do mar 5 g/l.

Os critérios hidráulicos estão verificados no documento de Cálculos hidráulicos das tubagens (AL-PRO-0000-MW-CAC-0003), enquanto o restante é verificado no Estudo de Recirculação (AL-PRO-0000-MW-REP-0004).

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 8 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

4. MODELO DE SIMULAÇÃO

Para a verificação da trajetória do jato, de acordo com os critérios de conceção descritos no ponto anterior, o software mais adequado é o brIHne. O brIHne é uma ferramenta informática especificamente concebida para a simulação de derrames de salmoura (flutuabilidade negativa) pelo Instituto de Hidráulica de Cantabria (IHCantabria). Os modelos brIHne baseiam-se em aproximações numéricas das equações de comportamento deste tipo de derrame e dispõem de uma interface web que facilita a sua utilização. Os resultados do brIHne são calibrados com dados experimentais obtidos com técnicas óticas de precisão, o que o torna uma ferramenta fiável para a conceção de difusores otimizados para derrames de salmoura, que são amplamente utilizados.

A ferramenta brIHne possui modelos para simulação de derrames em campo próximo e em campo distante. O modelo BrIHne-Jet será utilizado para simular o jato. Este modelo simula o derrame submerso de salmoura desde o bocal até ao ponto de impacto do jato com o fundo através da integração de equações diferenciais no eixo do jato, permitindo obter a trajetória do jato e a salinidade. É, portanto, adequado para determinar a altura do jato e a salinidade média no ponto de contacto do jato com o fundo do mar.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 9 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

5. CASOS DE SIMULAÇÃO

A partir dos dados iniciais apresentados na secção 3, define-se a seguinte série de casos.

Fase	Caudal [m3/s]	
Ano 0	Qmin	0,183
	Qmax	0,709
Ano HP	Qmin	0,261
	Qmax	1,061
	Q – 1108 l/s	1,108

Tabela 6. Caudais de rejeição.

Valor	Salinidade da água do mar	Salinidade da salmuora
	[mg/l]	[mg/l]
Valor mínimo	35.000	66.604,9
Valor nominal	37.000	69.641,2
Valor de referência	38.000	71.127,3

Tabela 7. Salinidades de rejeição.

Temperatura água de mar	
Valor mínimo	13 °C
Valor nominal	19 °C
Valor de referência	23 °C

Tabela 8. Temperatura de água de mar

Todos estes valores são combinados na seguinte lista de casos:

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 10 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

Casos		Salinidade		Temperatura	Fase	Cenário	Caudal	Densidade	
		Água de mar	Rejeição					Água de mar	Rejeição
-	-	[mg/l]	[mg/l]	[°C]	-	-	[m³/s]	[kg/m³]	[kg/m³]
1	Valor mínimo	35000	66604,9	13	Ano 0	Qmin	0,183	1026,4	1050,6
2						Qmax	0,709	1026,4	1050,6
3					Ano HP	Qmin	0,261	1026,4	1050,6
4						Qmax	1,061	1026,4	1050,6
5						Q1108	1,108	1026,4	1050,6
6				19	Ano 0	Qmin	0,183	1024,8	1048,9
7						Qmax	0,709	1024,8	1048,9
8					Ano HP	Qmin	0,261	1024,8	1048,9
9						Qmax	1,061	1024,8	1048,9
10						Q1108	1,108	1024,8	1048,9
11				23	Ano 0	Qmin	0,183	1023,6	1047,6
12						Qmax	0,709	1023,6	1047,6
13					Ano HP	Qmin	0,261	1023,6	1047,6
14						Qmax	1,061	1023,6	1047,6
15						Q1108	1,108	1023,6	1047,6
16	Valor nominal	37000	69641,2	13	Ano 0	Qmin	0,183	1027,9	1053
17						Qmax	0,709	1027,9	1053
18					Ano HP	Qmin	0,261	1027,9	1053
19						Qmax	1,061	1027,9	1053
20						Q1108	1,108	1027,9	1053
21				19	Ano 0	Qmin	0,183	1026,3	1051,2
22						Qmax	0,709	1026,3	1051,2
23					Ano HP	Qmin	0,261	1026,3	1051,2
24						Qmax	1,061	1026,3	1051,2
25						Q1108	1,108	1026,3	1051,2
26				23	Ano 0	Qmin	0,183	1025,1	1050
27						Qmax	0,709	1025,1	1050
28					Ano HP	Qmin	0,261	1025,1	1050
29						Qmax	1,061	1025,1	1050
30						Q1108	1,108	1025,1	1050
31	Valor de referência	38000	71127,3	13	Ano 0	Qmin	0,183	1028,7	1054,1
32						Qmax	0,709	1028,7	1054,1
33					Ano HP	Qmin	0,261	1028,7	1054,1
34						Qmax	1,061	1028,7	1054,1
35						Q1108	1,108	1028,7	1054,1
36				19	Ano 0	Qmin	0,183	1027,1	1052,4
37						Qmax	0,709	1027,1	1052,4
38					Ano HP	Qmin	0,261	1027,1	1052,4
39						Qmax	1,061	1027,1	1052,4
40						Q1108	1,108	1027,1	1052,4
41				23	Ano 0	Qmin	0,183	1025,9	1051,1
42						Qmax	0,709	1025,9	1051,1
43					Ano HP	Qmin	0,261	1025,9	1051,1
44						Qmax	1,061	1025,9	1051,1
45						Q1108	1,108	1025,9	1051,1

Tabela 9. Casos de simulação

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 11 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

6. CONCEIÇÃO DO DIFUSOR

6.1. Análise Prévia da Tipologia dos Bicos

A tipologia habitual dos bicos de um difusor é geralmente composta por fragmentos de tubo com secção constante, independentemente do caudal de descarga. Isto implica que, para uma descarga com um caudal quatro vezes superior a outra, a velocidade de saída será também quatro vezes maior.

A gama de produção da instalação varia entre o caudal mínimo no Ano 0 (125 l/s) e o caudal máximo no Ano HP (750 l/s), o que se traduz numa gama de variabilidade de caudais de descarga entre 183 l/s e 1061 l/s, sem contar com o cenário de simulação de 1108 l/s.

Dado que se diferenciam duas fases de operação (Ano 0 e Ano HP), propõe-se que o troço difusor entre em funcionamento por fases, de modo que na fase inicial nem todas as bocas do troço difusor estariam operacionais, colocando-se uma flange cega em várias bocas. Uma vez alcançada a segunda fase no Ano HP, essas flanges cegas seriam retiradas, colocando em funcionamento todo o troço difusor.

Embora o funcionamento por fases limite a amplitude de caudais para os quais cada configuração do troço difusor deve operar, esta continua a ser muito elevada em cada uma das fases:

Fase	Cenário	Caudal
-	-	[m³/s]
Ano 0	Qmin	0,183
	Qmax	0,709
Ano HP	Qmin	0,261
	Qmax	1,061
	Q1108	1,108

Tabela 10. Caudais por fase

A relação entre o caudal mínimo e máximo no Ano 0 é de 3,9 e no Ano HP é de 4,24. Isto significa que a diferença de velocidades de saída por cada boca terá essa mesma relação, o que torna difícil que o difusor funcione corretamente. Se no caso do caudal máximo se cumpre a restrição de altura do jato inferior a 5m, é possível que no cenário de caudal mínimo não se cumpra a diluição exigida, e vice-versa. O cumprimento da diluição com o caudal mínimo pode fazer com que a velocidade de saída seja tão alta para o cenário de caudal máximo que não se cumpra a altura máxima do jato ou até mesmo que este alcance a superfície da água.

Portanto, torna-se necessário introduzir os sistemas de válvula de bico de pato. Estas válvulas, muito utilizadas em descargas de águas residuais, regulam a abertura em função do caudal de saída, de modo que com um caudal maior, a válvula atinge um diâmetro equivalente maior, reduzindo assim a velocidade de saída.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 12 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		



Ilustração 1. Exemplos de válvula de bico de pato (Fonte: CLA VAL)

A seguinte figura mostra a curva que relaciona o caudal de saída por cada válvula e a área aberta da mesma para uma válvula do tipo Tideflex DN300. Como se observa, a área aberta aumenta à medida que o caudal cresce, de forma que a velocidade de saída não cresce proporcionalmente ao caudal de saída.

Curva de caudal - área do bocal (Bico de pato Tideflex DN300)

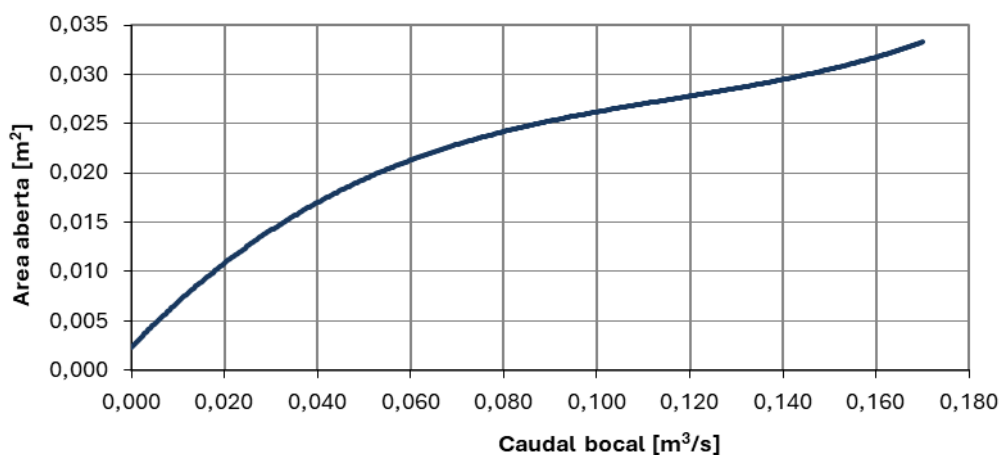


Ilustração 2. Curva de caudal – área do bocal válvula bico de pato Tideflex DN300

6.2. Comparação de tipologia do difusor

Nesta secção são apresentados os resultados da simulação de um conjunto de casos para as duas tipologias de difusor (pico de pato e bocal normal), com o objetivo de determinar a alternativa mais adequada para a definição do troço difusor.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 13 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

Para tal, foram selecionados os cenários de descarga com salinidade de água do mar igual a 38 g/l e temperatura de 13º (casos 31 a 35 na Tabela 9) porque são os cenários mais desfavoráveis.

As características do difusor em cada alternativa são as seguintes:

Difusor tipo	Bicos Normais	Bico de Pato
Tipo bocal	DN200 SDR21	Bico de pato DN300
Diâmetro Exterior	200 mm	Variável conforme o caudal
Diâmetro Interior	180,8 mm	Variável conforme o caudal
Distância entre bicos	8 m	8 m
Altura do bico	1,2 m	1,2 m
Ângulo horizontal do bico	30º	30º
Número de bicos (Ano 0)	5	5
Número de bicos (Ano HP)	9	8
Comprimento total	64 m	56 m

Tabela 11. Alternativas de difusor

A seguinte tabela mostra os principais resultados para os casos mencionados (casos 31 a 35) para ambas as tipologias.

Casos	Salinidade		Cenário	Altura do jato (desde o bocal)		Ponto de impacto do jato com o fundo		
	Água de mar	Rejeição		Eixo	Máxima	Diluição média	Salinidade	Variação da salinidade
-	[g/l]	[g/l]	-	[m]	[m]	-	[g/l]	[g/l]
31	38	71,1273	Qmin	1,06	1,73	15,5	41,6	3,6
32			Qmax	2,46	4,09	23	40,4	2,4
33			Qmin	1	1,63	15,4	41,7	3,7
34			Qmax	2,35	3,91	22,4	40,5	2,5
35			Q1108	2,42	4,02	22,8	40,5	2,5

Tabela 12. Resultados bico de pato Tideflex DN300

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 14 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

Casos	Salinidade		Cenário	Altura do jato (desde o bocal)		Ponto de impacto do jato com o fundo		
	Água de mar	Rejeição		Eixo	Máxima	Diluição média	Salinidade	Variação da salinidade
-	[g/l]	[g/l]	-	[m]	[m]	-	[g/l]	[g/l]
31	38	71,1273	Qmin	0,82	1,32	10,1	43,6	5,6
32			Qmax	2,71	4,52	27	40,1	2,1
33			Qmin	0,75	1,21	9,6	43,9	5,9
34			Qmax	2,54	4,24	25,5	40,2	2,2
35			Q1108	2,65	4,42	26,5	40,1	2,1

Tabela 13. Resultados bocal DN200 SDR21

Observa-se que, no caso com um difusor com bocais normais (DN200 SDR21), a salinidade do jato quando impacta com o fundo marinho é superior a 5 g/l nos casos de caudal mínimo. Se for alterada a configuração do difusor para cumprir este requisito, a altura do jato superaria os 5 m ou até mesmo sairia acima da superfície. Pelo contrário, os resultados obtidos para o difusor com válvulas pico de pato cumprem os requisitos de projeto definidos. Assim, a alternativa com bocais normais deve ser descartada, selecionando-se um troço difusor com bocais pico de pato.

6.3. Difusor selecionado

As características do troço difusor selecionado são as seguintes:

Difusor tipo	Bico de Pato
Tipo bocal	Bico de pato DN300
Diâmetro Exterior	Variável conforme o caudal
Diâmetro Interior	Variável conforme o caudal
Distância entre bicos	8 m
Altura do bico	1,2 m
Ângulo horizontal do bico	30º
Número de bicos (Ano 0)	5
Número de bicos (Ano HP)	8
Comprimento total	56 m

Tabela 14. Características difusor selcionado

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 15 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

7. RESULTADOS

A seguinte tabela mostra os resultados dos 45 casos de simulação.

Casos		Salinidade		Temp.	Ano	Cenário	Altura do jato (desde o bocal)		Ponto de impacto do jato com o fundo		
		Água de mar	Rejeição				Eixo	Máxima	Diluição média	Salinidade	Varição
-	-	[g/l]	[g/l]	[°C]	-	-	[m]	[m]	-	[g/l]	[g/l]
1	Valor mínimo	35	66,6049	13	Ano 0	Qmin	1,08	1,77	15,7	38,4	3,4
2						Qmax	2,51	4,18	23,4	37,3	2,3
3					Ano HP	Qmin	1,02	1,67	15,8	38,4	3,4
4						Qmax	2,4	4	22,9	37,3	2,3
5						Q1108	2,47	4,11	23,3	37,3	2,3
6				19	Ano 0	Qmin	1,08	1,77	15,7	38,4	3,4
7						Qmax	2,51	4,18	23,5	37,3	2,3
8					Ano HP	Qmin	1,02	1,67	15,7	38,4	3,4
9						Qmax	2,41	4	13,5	37,3	2,3
10						Q1108	2,48	4,12	23,2	37,3	2,3
11				23	Ano 0	Qmin	1,08	1,77	15,9	38,4	3,4
12						Qmax	2,58	4,19	23,4	37,3	2,3
13					Ano HP	Qmin	1,02	1,67	15,7	38,4	3,4
14						Qmax	2,41	4,01	22,9	37,3	2,3
15						Q1108	2,48	4,13	23,2	37,3	2,3
16	Valor nominal	37	69,6412	13	Ano 0	Qmin	1,06	1,74	15,7	40,5	3,5
17						Qmax	2,47	4,11	23	39,4	2,4
18					Ano HP	Qmin	1	1,64	15,5	40,6	3,6
19						Qmax	2,36	3,93	22,6	39,5	2,5
20						Q1108	2,43	4,05	22,8	39,4	2,4
21				19	Ano 0	Qmin	1,06	1,75	15,7	40,5	3,5
22						Qmax	2,48	4,12	23,1	39,4	2,4
23					Ano HP	Qmin	1	1,65	15,5	40,6	3,6
24						Qmax	2,37	3,94	22,5	39,5	2,5
25						Q1108	2,44	4,06	22,9	39,4	2,4
26				23	Ano 0	Qmin	1,06	1,764	15,7	40,5	3,5
27						Qmax	2,47	4,12	23,1	39,4	2,4
28					Ano HP	Qmin	1	1,65	15,5	40,6	3,6
29						Qmax	2,37	3,94	22,5	39,5	2,5
30						Q1108	2,44	4,06	22,9	39,4	2,4
31	Valor de ref.	38	71,1273	13	Ano 0	Qmin	1,06	1,73	15,5	41,6	3,6
32						Qmax	2,46	4,09	23	40,4	2,4
33					Ano HP	Qmin	1	1,63	15,4	41,7	3,7
34						Qmax	2,35	3,91	22,4	40,5	2,5
35						Q1108	2,42	4,02	22,8	40,5	2,5
36				19	Ano 0	Qmin	1,06	1,73	15,5	41,6	3,6
37						Qmax	2,46	4,09	23	40,4	2,4
38					Ano HP	Qmin	1	1,64	15,5	41,6	3,6
39						Qmax	2,35	3,91	22,5	40,5	2,5
40						Q1108	2,42	4,03	22,7	40,5	2,5
41				23	Ano 0	Qmin	1,06	1,74	15,5	41,6	3,6
42						Qmax	2,46	4,1	23	40,4	2,4
43					Ano HP	Qmin	1	1,64	15,5	41,6	3,6
44						Qmax	2,36	3,92	22,5	40,5	2,5
45						Q1108	2,43	4,03	22,8	40,5	2,5

Tabela 15. Resultados

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 16 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

Observa-se que os três critérios estabelecidos para verificação no estudo de campo próximo são cumpridos:

- Altura máxima do jato inferior a 5 m.
- Variação de salinidade no ponto de impacto do jato com o fundo inferior a 5 g/l.
- Diluição inferior a 20 (apenas para os casos de caudal máximo $Q = 1108$ l/s).

As seguintes ilustrações mostram graficamente o comportamento dos jatos de saída para os casos 12, 33 e 40 (marcados a azul claro na Tabela 15), que são os mais desfavoráveis, respetivamente, no cumprimento dos critérios de altura máxima do jato, variação máxima de salinidade no ponto de impacto do jato com o fundo marinho e diluição no ponto de impacto do jato (apenas para os casos de caudal $Q=1108$ l/s).

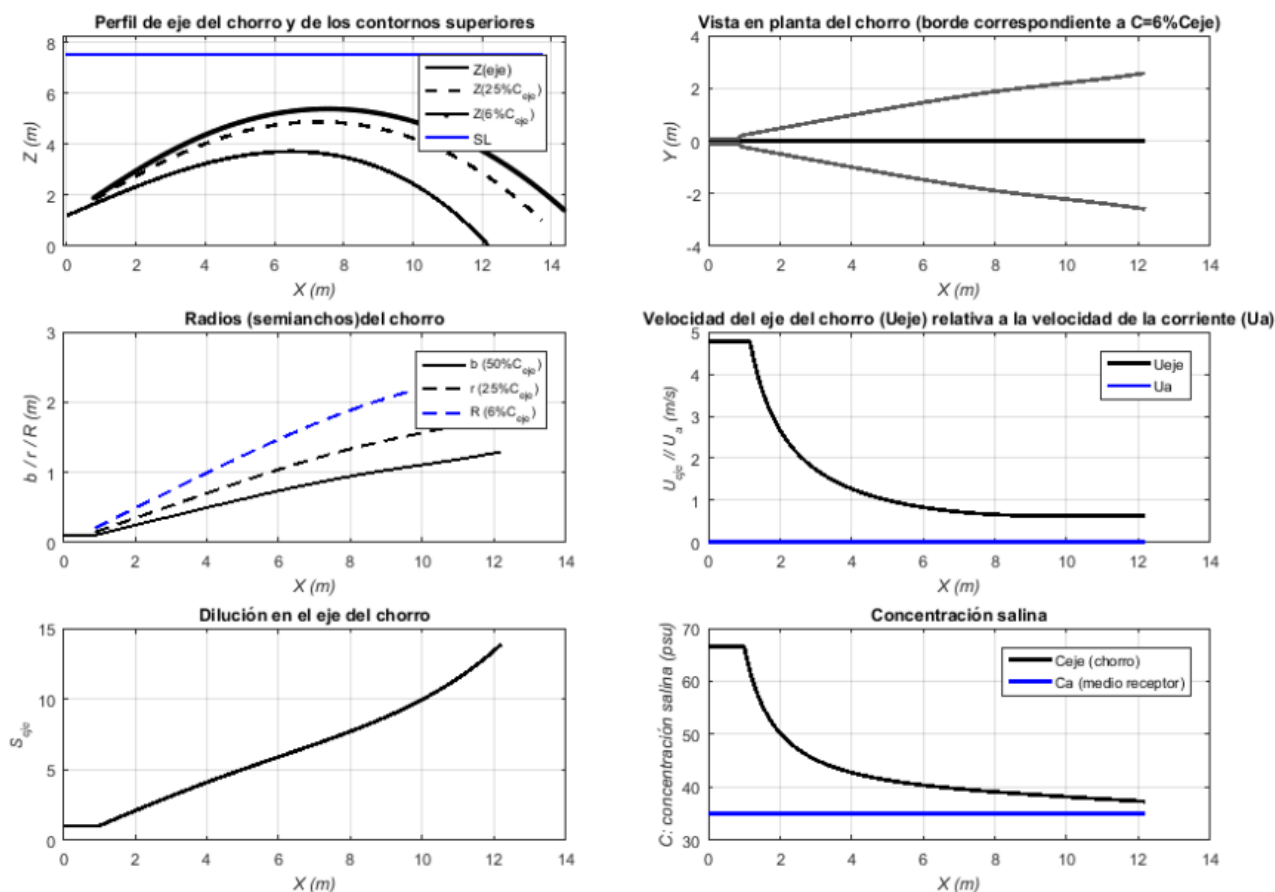


Ilustração 3. Caso 12

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/01/2025	Rev. 01.0	Pág. Página 17 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

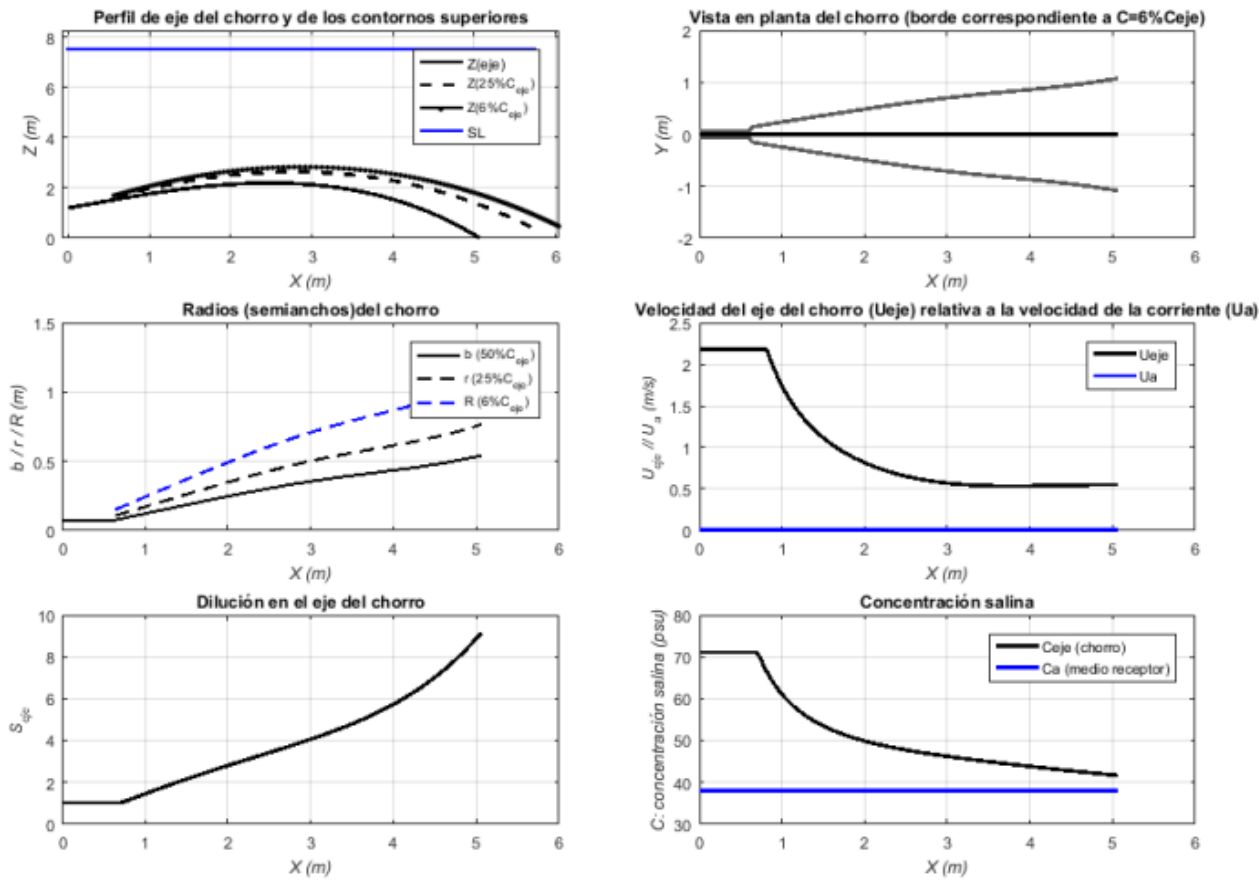


Ilustração 4. Caso 33

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 18 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

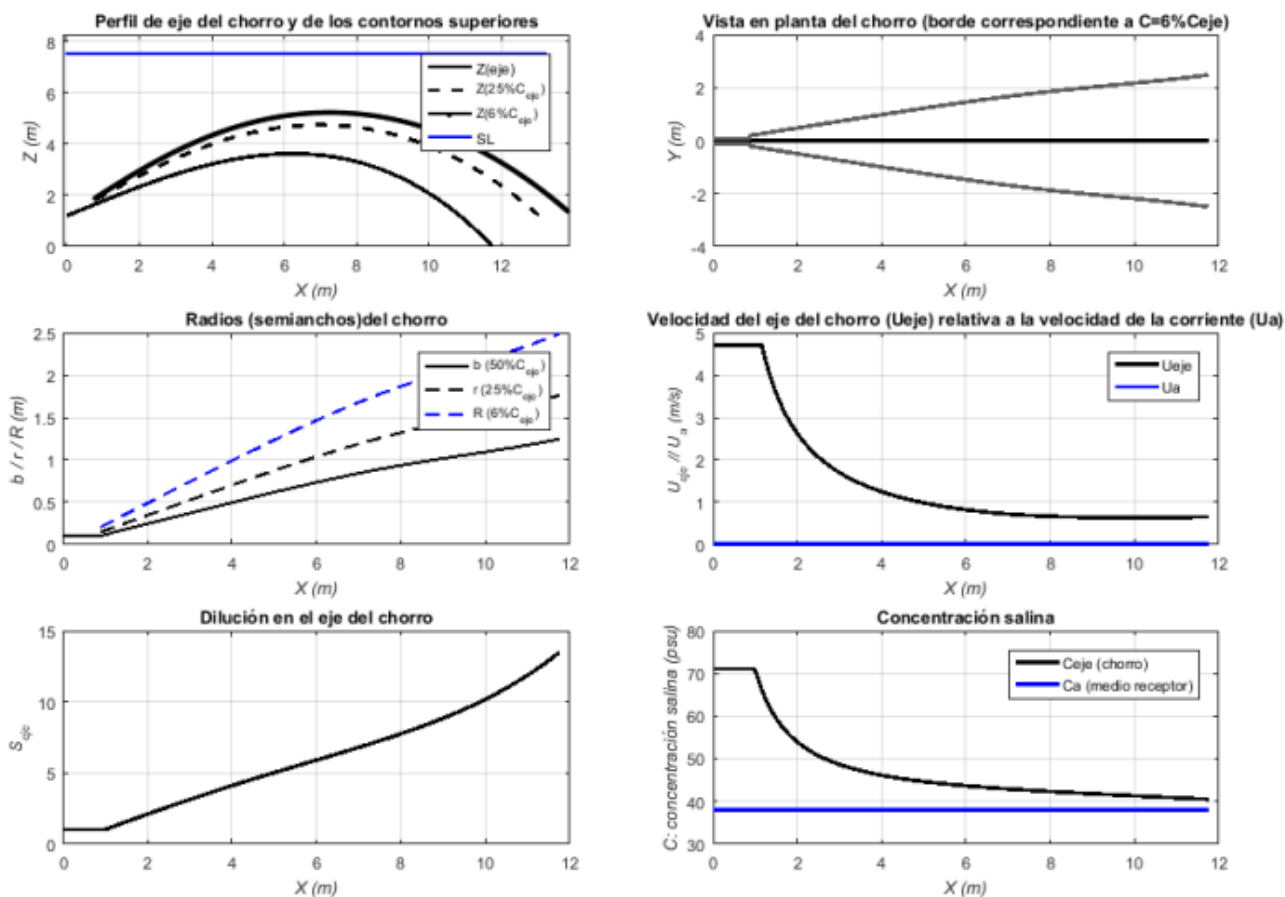


Ilustração 5. Caso 40

O apêndice 1 deste documento inclui os relatórios de cálculo gerados pelo software de simulação BrIHne para os 45 casos simulados.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	20/01/2025	01.0	Página 19 de 20
Código Ada: AL-ACE-0000-MW-REP-00003		Código ACE: AL-PRO-0000-MW-REP-00003		

8. CONCLUSÕES

Este documento apresenta um relatório do estudo de campo próximo realizado para a simulação do lançamento de salmoura da nova EDAM do Algarve. No documento são apresentados os dados de partida, que consistem nas características do meio (temperatura e salinidade da água do mar) e nas características do lançamento (salinidade do lançamento e caudais para diferentes hipóteses de funcionamento).

Os critérios de projeto a serem verificados no estudo de campo próximo foram extraídos dos requisitos de projeto do troço difusor incluídos no Caderno de Encargos, e são os seguintes:

- Diluição ≥ 20 para caudal $Q = 1108$ l/s.
- Altura máxima do jato ≤ 5 m
- Variação de salinidade entre a zona da captação e a zona de impacto da salmoura com o fundo do mar 5 g/l.

A verificação de que o troço difusor cumpre com os requisitos de projeto foi realizada através de simulações do modelo numérico BrIHne.

Em primeiro lugar, foi comparado o funcionamento de duas configurações de troço difusor. Uma primeira com bocais normais, formados por tubos de polietileno DN200 SDR21, e uma segunda formada por bocais com válvulas pico de pato tipo Tideflex DN300. Os resultados obtidos para um conjunto selecionado de casos mostram que a alternativa com bocais pico de pato é mais adequada devido ao amplo intervalo de caudais de descarga que a planta possui.

O troço difusor selecionado tem as seguintes características:

Difusor tipo	Bico de Pato
Tipo bocal	Bico de pato DN300
Diâmetro Exterior	Variável conforme o caudal
Diâmetro Interior	Variável conforme o caudal
Distância entre bicos	8 m
Altura do bico	1,2 m
Ângulo horizontal do bico	30º
Número de bicos (Ano 0)	5
Número de bicos (Ano HP)	8
Comprimento total	56 m

Tabela 16. Características difusor selcionado

Foram simulados um total de 45 casos, combinando os diferentes valores que podem ocorrer de temperatura e salinidade da água do mar, bem como os caudais de funcionamento. Em todos eles, os requisitos de projeto mencionados são cumpridos, pelo que se considera que o troço difusor selecionado é válido para a diluição do lançamento da nova EDAM do Algarve.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 20/01/2025	Rev. 01.0	Pág. -
Documento nº / Título AL-PRO-0000-MW-REP-00003 Relatório do estudo de campo próximo				

APÊNDICE 1. RESULTADOS BRIHNE

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 1 (35_13_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.4
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.16 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.68 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.5

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.28 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.97 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.72 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.6

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.8 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.67 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.5
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.50 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.70 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	1.00 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.43 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.4 psu

Gráficas de evolución de variables

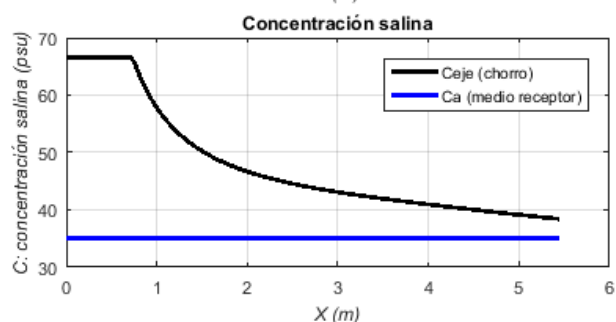
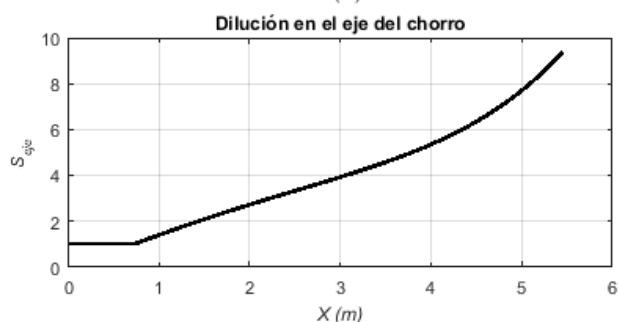
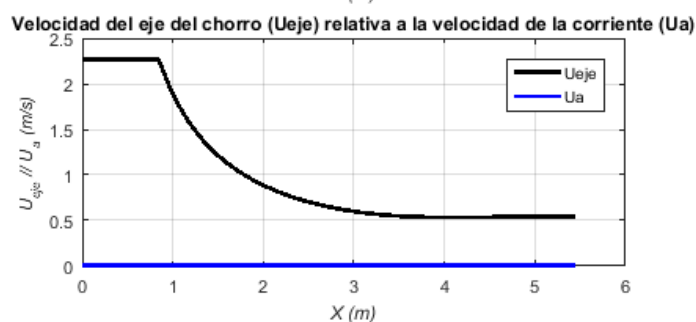
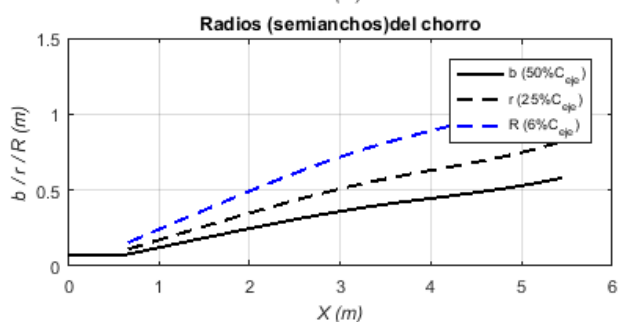
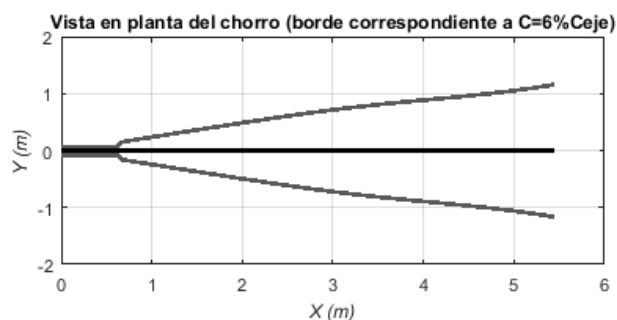
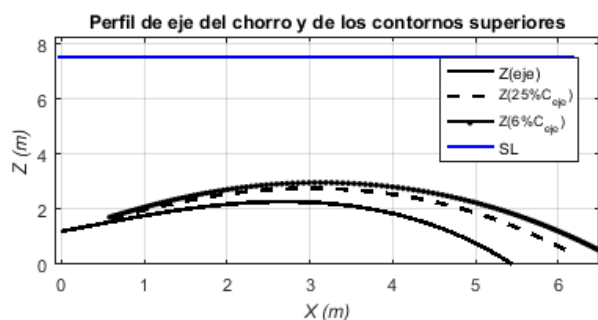


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.07	-0.23	12.49	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	29.00	64.00	1.85	0.09	-0.21	17.29	2.27	29.10	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	22.48	57.48	2.38	0.12	-0.16	13.17	1.87	27.60	0.00
1.23	0.00	1.89	1.72	18.39	53.39	2.91	0.15	-0.13	10.54	1.50	25.63	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	15.59	50.59	3.44	0.18	-0.11	8.72	1.25	23.13	0.00
1.69	0.00	2.08	2.33	13.55	48.55	3.95	0.21	-0.10	7.38	1.06	20.04	0.00
1.93	0.00	2.16	2.63	12.00	47.00	4.46	0.24	-0.09	6.36	0.92	16.27	0.00
2.17	0.00	2.22	2.93	10.79	45.79	4.97	0.27	-0.08	5.58	0.81	11.79	0.00
2.42	0.00	2.26	3.23	9.80	44.80	5.47	0.30	-0.07	4.97	0.73	6.57	0.00
2.67	0.00	2.28	3.52	8.97	43.97	5.97	0.32	-0.07	4.52	0.66	0.65	0.00
2.92	0.00	2.27	3.82	8.27	43.27	6.48	0.35	-0.06	4.19	0.61	-5.81	0.00
3.17	0.00	2.23	4.13	7.65	42.65	7.00	0.38	-0.06	3.97	0.58	-12.55	0.00
3.41	0.00	2.16	4.44	7.11	42.11	7.53	0.40	-0.05	3.85	0.55	-19.27	0.00
3.64	0.00	2.06	4.77	6.63	41.63	8.08	0.42	-0.05	3.80	0.54	-25.67	0.00
3.86	0.00	1.94	5.11	6.19	41.19	8.65	0.43	-0.05	3.81	0.53	-31.56	0.00
4.06	0.00	1.80	5.46	5.79	40.79	9.25	0.45	-0.04	3.85	0.53	-36.82	0.00
4.26	0.00	1.64	5.82	5.43	40.43	9.87	0.46	-0.04	3.92	0.53	-41.46	0.00
4.44	0.00	1.47	6.21	5.09	40.09	10.51	0.48	-0.04	4.00	0.53	-45.50	0.00
4.61	0.00	1.29	6.60	4.79	39.79	11.19	0.49	-0.04	4.09	0.54	-49.03	0.00
4.77	0.00	1.09	7.01	4.51	39.51	11.88	0.51	-0.03	4.17	0.54	-52.10	0.00
4.92	0.00	0.89	7.44	4.25	39.25	12.60	0.52	-0.03	4.26	0.54	-54.79	0.00
5.05	0.00	0.69	7.88	4.01	39.01	13.35	0.53	-0.03	4.34	0.54	-57.16	0.00
5.19	0.00	0.47	8.33	3.79	38.79	14.12	0.55	-0.03	4.42	0.55	-59.25	0.00
5.31	0.00	0.26	8.80	3.59	38.59	14.91	0.56	-0.03	4.49	0.55	-61.11	0.00
5.43	0.00	0.04	9.29	3.40	38.40	15.73	0.58	-0.02	4.55	0.55	-62.77	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 2 (35_13_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.4
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.48 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.13 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.6

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.71 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.38 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.47 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.3

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.0 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.23 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.9
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.20 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.70 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.41 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	12.14 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.8
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.4
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

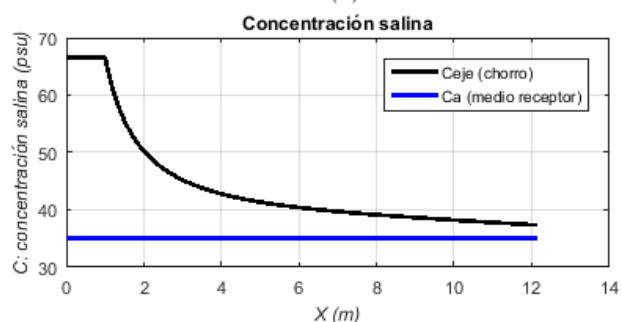
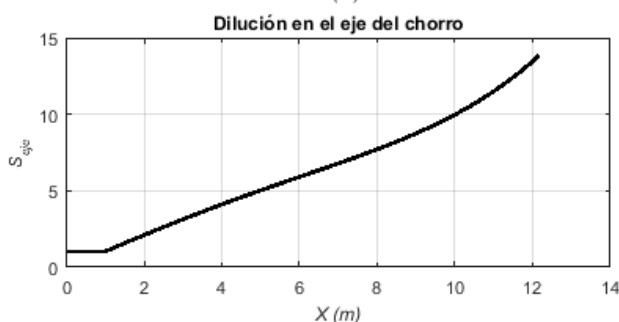
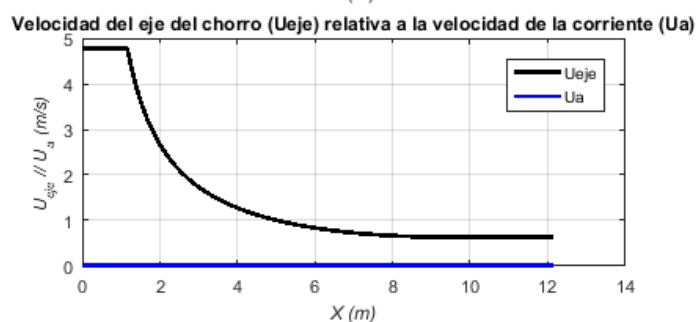
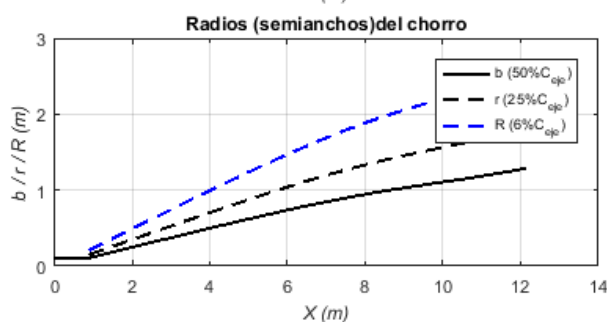
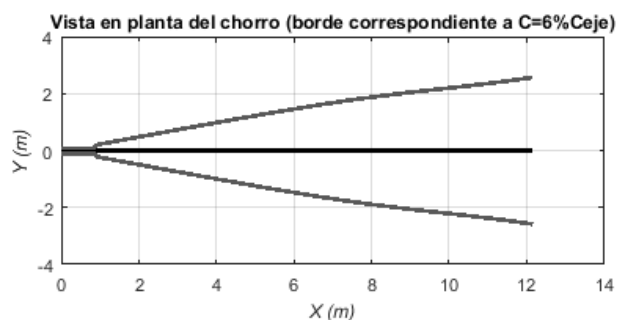
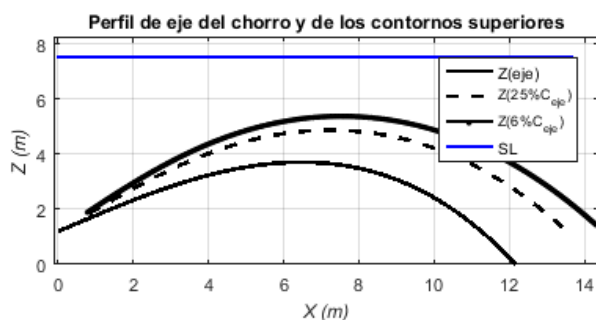


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	22.58	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	30.88	65.88	1.73	0.12	-0.23	33.57	4.79	29.81	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.10	60.10	2.13	0.15	-0.18	27.18	4.47	29.51	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	21.15	56.15	2.53	0.17	-0.15	22.81	3.75	29.14	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	18.28	53.28	2.93	0.20	-0.13	19.61	3.23	28.71	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.11	51.11	3.32	0.23	-0.12	17.17	2.83	28.21	0.00
2.11	0.00	2.39	2.20	14.40	49.40	3.72	0.26	-0.11	15.25	2.52	27.64	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.02	48.02	4.11	0.29	-0.10	13.69	2.26	27.00	0.00
2.55	0.00	2.62	2.66	11.89	46.89	4.50	0.31	-0.09	12.40	2.05	26.27	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	10.94	45.94	4.89	0.34	-0.08	11.32	1.88	25.47	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.14	45.14	5.28	0.37	-0.07	10.39	1.73	24.58	0.00
3.23	0.00	2.93	3.34	9.45	44.45	5.67	0.40	-0.07	9.59	1.60	23.60	0.00
3.46	0.00	3.03	3.57	8.85	43.85	6.05	0.43	-0.06	8.90	1.48	22.52	0.00
3.70	0.00	3.12	3.80	8.33	43.33	6.43	0.46	-0.06	8.28	1.38	21.35	0.00
3.93	0.00	3.21	4.02	7.86	42.86	6.81	0.49	-0.06	7.74	1.30	20.08	0.00
4.17	0.00	3.30	4.24	7.45	42.45	7.19	0.52	-0.05	7.26	1.22	18.70	0.00
4.40	0.00	3.37	4.46	7.08	42.08	7.56	0.55	-0.05	6.82	1.15	17.20	0.00
4.64	0.00	3.44	4.69	6.75	41.75	7.94	0.57	-0.05	6.44	1.08	15.59	0.00
4.89	0.00	3.51	4.90	6.44	41.44	8.31	0.60	-0.05	6.09	1.03	13.86	0.00
5.13	0.00	3.56	5.12	6.17	41.17	8.68	0.63	-0.05	5.77	0.98	12.01	0.00
5.37	0.00	3.61	5.34	5.92	40.92	9.05	0.66	-0.04	5.49	0.93	10.04	0.00
5.62	0.00	3.65	5.56	5.68	40.68	9.42	0.69	-0.04	5.24	0.89	7.95	0.00
5.87	0.00	3.68	5.78	5.47	40.47	9.79	0.72	-0.04	5.01	0.85	5.73	0.00
6.12	0.00	3.70	6.00	5.27	40.27	10.16	0.75	-0.04	4.81	0.82	3.41	0.00
6.37	0.00	3.71	6.22	5.08	40.08	10.53	0.78	-0.04	4.63	0.79	0.98	0.00
6.62	0.00	3.71	6.44	4.91	39.91	10.90	0.80	-0.04	4.47	0.76	-1.54	0.00
6.87	0.00	3.70	6.66	4.75	39.75	11.28	0.83	-0.03	4.34	0.74	-4.14	0.00
7.12	0.00	3.67	6.88	4.59	39.59	11.66	0.86	-0.03	4.22	0.72	-6.80	0.00
7.36	0.00	3.64	7.11	4.45	39.45	12.04	0.88	-0.03	4.12	0.70	-9.50	0.00
7.61	0.00	3.59	7.33	4.31	39.31	12.42	0.91	-0.03	4.04	0.68	-12.23	0.00
7.85	0.00	3.53	7.56	4.18	39.18	12.81	0.93	-0.03	3.97	0.67	-14.95	0.00
8.09	0.00	3.46	7.79	4.05	39.05	13.21	0.95	-0.03	3.92	0.66	-17.66	0.00
8.33	0.00	3.38	8.03	3.94	38.94	13.61	0.97	-0.03	3.88	0.65	-20.32	0.00
8.56	0.00	3.29	8.27	3.82	38.82	14.01	0.99	-0.03	3.86	0.64	-22.93	0.00
8.79	0.00	3.18	8.51	3.71	38.71	14.42	1.01	-0.03	3.84	0.64	-25.47	0.00
9.01	0.00	3.07	8.76	3.61	38.61	14.84	1.03	-0.03	3.84	0.63	-27.92	0.00
9.23	0.00	2.95	9.01	3.51	38.51	15.26	1.05	-0.03	3.84	0.63	-30.28	0.00
9.44	0.00	2.82	9.26	3.41	38.41	15.69	1.06	-0.02	3.85	0.63	-32.54	0.00
9.65	0.00	2.68	9.52	3.32	38.32	16.13	1.08	-0.02	3.86	0.63	-34.70	0.00
9.86	0.00	2.54	9.78	3.23	38.23	16.57	1.09	-0.02	3.88	0.62	-36.76	0.00
10.05	0.00	2.38	10.05	3.15	38.15	17.02	1.11	-0.02	3.91	0.62	-38.71	0.00
10.25	0.00	2.22	10.32	3.06	38.06	17.48	1.12	-0.02	3.93	0.62	-40.56	0.00
10.43	0.00	2.06	10.59	2.98	37.98	17.95	1.14	-0.02	3.96	0.62	-42.32	0.00
10.62	0.00	1.89	10.87	2.91	37.91	18.42	1.15	-0.02	3.99	0.63	-43.98	0.00
10.79	0.00	1.71	11.16	2.83	37.83	18.90	1.17	-0.02	4.03	0.63	-45.55	0.00
10.97	0.00	1.53	11.44	2.76	37.76	19.39	1.18	-0.02	4.06	0.63	-47.04	0.00
11.13	0.00	1.34	11.74	2.69	37.69	19.89	1.20	-0.02	4.09	0.63	-48.44	0.00
11.30	0.00	1.16	12.03	2.63	37.63	20.39	1.21	-0.02	4.13	0.63	-49.77	0.00
11.46	0.00	0.96	12.34	2.56	37.56	20.90	1.22	-0.02	4.16	0.63	-51.03	0.00
11.61	0.00	0.77	12.64	2.50	37.50	21.42	1.24	-0.02	4.20	0.63	-52.22	0.00
11.76	0.00	0.57	12.95	2.44	37.44	21.95	1.25	-0.02	4.23	0.63	-53.35	0.00
11.91	0.00	0.37	13.27	2.38	37.38	22.48	1.27	-0.02	4.27	0.63	-54.42	0.00
12.05	0.00	0.16	13.59	2.33	37.33	23.03	1.28	-0.02	4.30	0.63	-55.43	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 3 (35_13_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.4
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.03 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.58 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.22 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.87 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.56 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	44.0 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.39 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.1
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.47 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.66 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.94 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.16 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.8
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.4 psu

Gráficas de evolución de variables

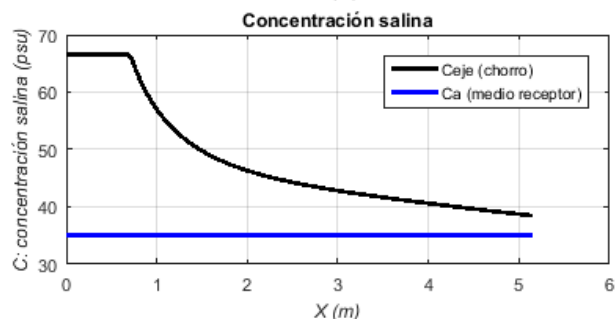
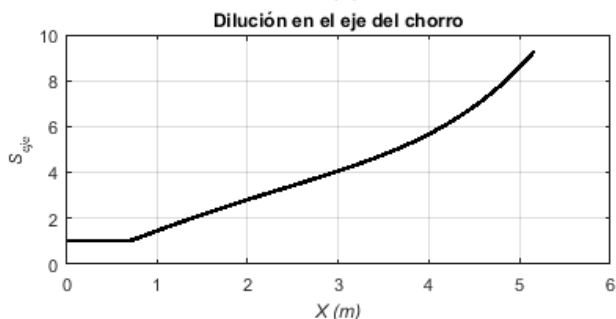
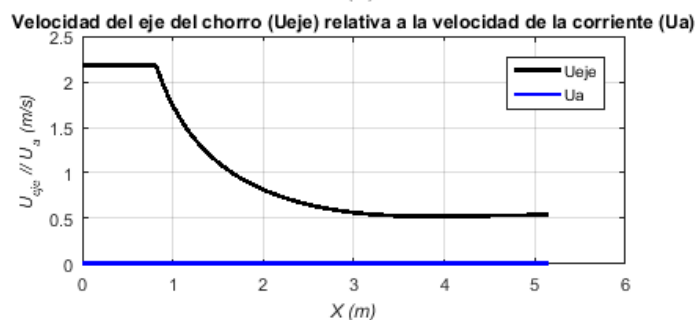
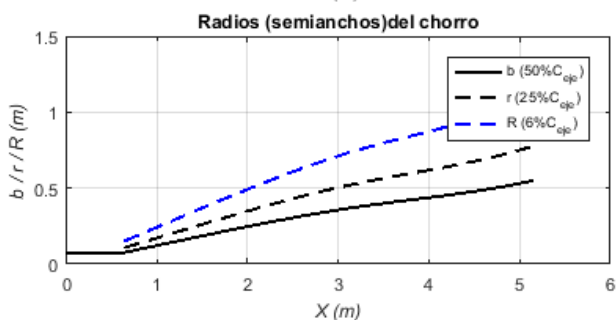
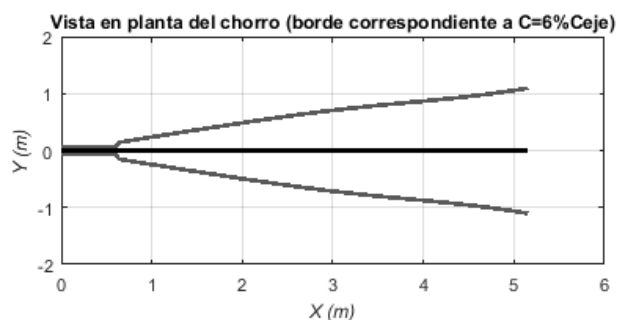
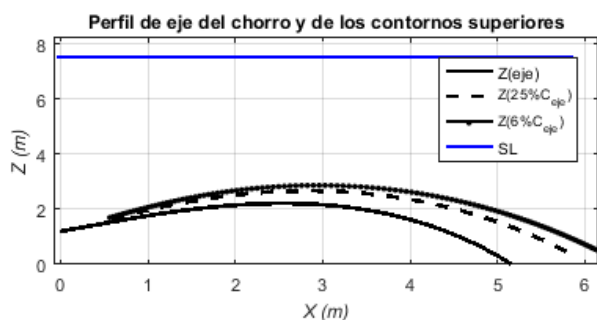


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.07	-0.23	12.19	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	28.76	63.76	1.86	0.09	-0.21	16.72	2.18	29.02	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	22.15	57.15	2.42	0.12	-0.16	12.63	1.76	27.36	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.06	53.06	2.97	0.15	-0.13	10.05	1.41	25.15	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	15.27	50.27	3.51	0.18	-0.11	8.28	1.16	22.34	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.26	48.26	4.04	0.21	-0.10	6.98	0.99	18.83	0.00
1.91	0.00	2.13	2.69	11.73	46.73	4.57	0.24	-0.09	6.01	0.85	14.54	0.00
2.16	0.00	2.18	3.00	10.53	45.53	5.09	0.26	-0.08	5.26	0.75	9.42	0.00
2.41	0.00	2.21	3.31	9.55	44.55	5.61	0.29	-0.07	4.71	0.67	3.47	0.00
2.66	0.00	2.21	3.62	8.74	43.74	6.13	0.32	-0.06	4.30	0.62	-3.17	0.00
2.91	0.00	2.18	3.93	8.04	43.04	6.66	0.35	-0.06	4.03	0.58	-10.27	0.00
3.15	0.00	2.12	4.26	7.43	42.43	7.21	0.37	-0.05	3.87	0.55	-17.46	0.00
3.38	0.00	2.03	4.59	6.88	41.88	7.78	0.39	-0.05	3.80	0.53	-24.37	0.00
3.60	0.00	1.92	4.94	6.40	41.40	8.37	0.41	-0.05	3.80	0.52	-30.73	0.00
3.81	0.00	1.78	5.30	5.96	40.96	8.98	0.42	-0.04	3.84	0.52	-36.41	0.00
4.01	0.00	1.62	5.68	5.56	40.56	9.62	0.44	-0.04	3.92	0.52	-41.37	0.00
4.19	0.00	1.45	6.07	5.20	40.20	10.29	0.45	-0.04	4.00	0.52	-45.66	0.00
4.36	0.00	1.27	6.49	4.87	39.87	10.99	0.47	-0.04	4.09	0.53	-49.37	0.00
4.51	0.00	1.07	6.91	4.57	39.57	11.72	0.48	-0.03	4.19	0.53	-52.58	0.00
4.66	0.00	0.87	7.36	4.29	39.29	12.47	0.49	-0.03	4.28	0.53	-55.36	0.00
4.80	0.00	0.66	7.82	4.04	39.04	13.25	0.51	-0.03	4.36	0.53	-57.80	0.00
4.93	0.00	0.45	8.30	3.81	38.81	14.06	0.52	-0.03	4.44	0.54	-59.93	0.00
5.05	0.00	0.23	8.79	3.60	38.60	14.89	0.54	-0.03	4.52	0.54	-61.82	0.00
5.16	0.00	0.01	9.30	3.40	38.40	15.75	0.55	-0.02	4.58	0.54	-63.50	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{\text{eje}} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

$G_{p\text{-eje}}$: valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

$F_{\text{-eje}}$: número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 4 (35_13_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.4
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.19 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.95 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.60 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.20 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.18 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.2 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.76 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.7
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.15 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.63 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.31 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.66 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.9
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

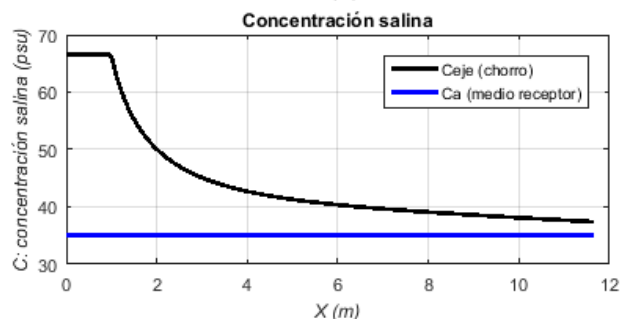
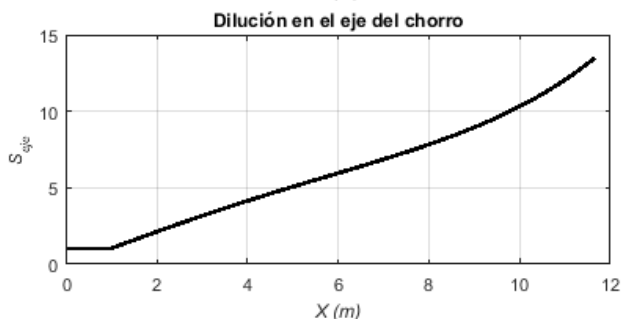
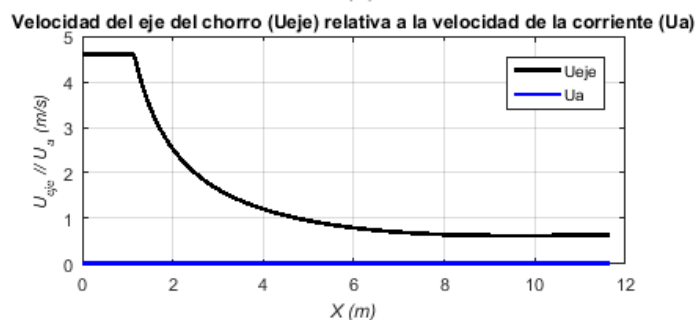
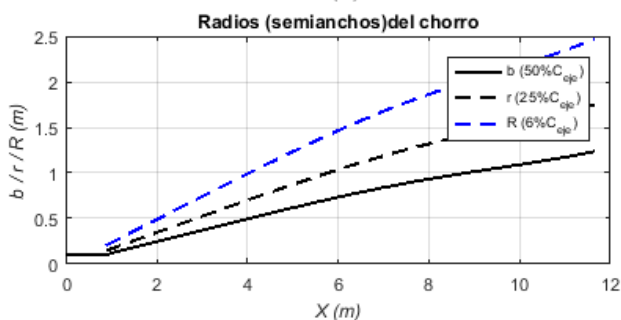
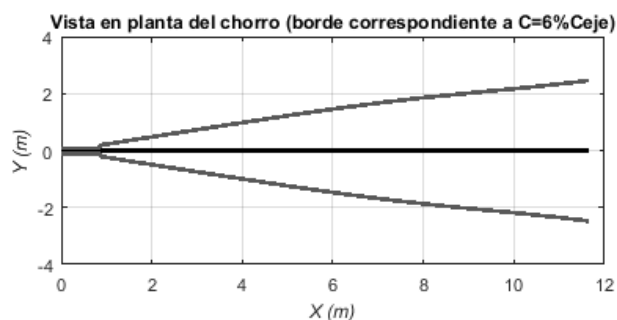
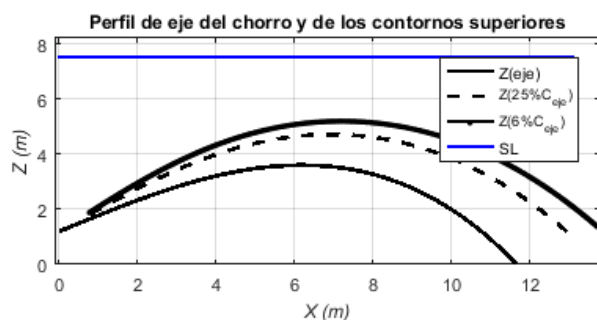


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	21.89	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	30.80	65.80	1.74	0.12	-0.23	32.45	4.61	29.79	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	24.98	59.98	2.14	0.15	-0.18	26.21	4.28	29.47	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	21.02	56.02	2.55	0.17	-0.15	21.95	3.58	29.07	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	18.15	53.15	2.95	0.20	-0.13	18.85	3.08	28.60	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	15.98	50.98	3.35	0.23	-0.12	16.49	2.70	28.06	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.28	49.28	3.75	0.26	-0.10	14.62	2.40	27.43	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	12.91	47.91	4.15	0.29	-0.09	13.12	2.15	26.72	0.00
2.54	0.00	2.60	2.68	11.78	46.78	4.55	0.31	-0.09	11.87	1.95	25.93	0.00
2.77	0.00	2.71	2.92	10.84	45.84	4.94	0.34	-0.08	10.82	1.78	25.04	0.00
3.00	0.00	2.82	3.15	10.04	45.04	5.33	0.37	-0.07	9.93	1.64	24.06	0.00
3.23	0.00	2.92	3.38	9.36	44.36	5.72	0.40	-0.07	9.16	1.51	22.98	0.00
3.46	0.00	3.01	3.61	8.76	43.76	6.11	0.43	-0.06	8.49	1.41	21.79	0.00
3.69	0.00	3.10	3.83	8.24	43.24	6.50	0.46	-0.06	7.89	1.31	20.49	0.00
3.93	0.00	3.19	4.06	7.78	42.78	6.88	0.49	-0.06	7.37	1.23	19.08	0.00
4.16	0.00	3.26	4.29	7.38	42.38	7.26	0.52	-0.05	6.91	1.15	17.54	0.00
4.40	0.00	3.34	4.51	7.01	42.01	7.64	0.55	-0.05	6.49	1.09	15.88	0.00
4.64	0.00	3.40	4.73	6.68	41.68	8.02	0.57	-0.05	6.12	1.03	14.09	0.00
4.89	0.00	3.46	4.95	6.38	41.38	8.39	0.60	-0.05	5.79	0.97	12.16	0.00
5.13	0.00	3.51	5.18	6.11	41.11	8.77	0.63	-0.04	5.49	0.92	10.11	0.00
5.38	0.00	3.55	5.40	5.86	40.86	9.14	0.66	-0.04	5.23	0.88	7.91	0.00
5.63	0.00	3.58	5.62	5.63	40.63	9.52	0.69	-0.04	4.99	0.84	5.59	0.00
5.88	0.00	3.59	5.84	5.41	40.41	9.89	0.72	-0.04	4.78	0.81	3.15	0.00
6.13	0.00	3.60	6.06	5.21	40.21	10.27	0.75	-0.04	4.60	0.78	0.60	0.00
6.38	0.00	3.60	6.29	5.03	40.03	10.65	0.77	-0.04	4.44	0.75	-2.06	0.00
6.63	0.00	3.58	6.51	4.85	39.85	11.03	0.80	-0.04	4.30	0.73	-4.80	0.00
6.88	0.00	3.56	6.74	4.69	39.69	11.42	0.83	-0.03	4.19	0.71	-7.60	0.00
7.12	0.00	3.52	6.97	4.54	39.54	11.80	0.85	-0.03	4.09	0.69	-10.44	0.00
7.37	0.00	3.47	7.20	4.39	39.39	12.20	0.88	-0.03	4.01	0.67	-13.29	0.00
7.61	0.00	3.40	7.43	4.25	39.25	12.59	0.90	-0.03	3.95	0.66	-16.14	0.00
7.85	0.00	3.33	7.67	4.12	39.12	12.99	0.92	-0.03	3.90	0.65	-18.95	0.00
8.08	0.00	3.24	7.91	4.00	39.00	13.40	0.94	-0.03	3.87	0.64	-21.71	0.00
8.31	0.00	3.14	8.15	3.88	38.88	13.82	0.96	-0.03	3.85	0.63	-24.41	0.00
8.54	0.00	3.03	8.40	3.76	38.76	14.24	0.98	-0.03	3.84	0.63	-27.01	0.00
8.76	0.00	2.92	8.65	3.65	38.65	14.66	0.99	-0.03	3.83	0.63	-29.52	0.00
8.97	0.00	2.79	8.91	3.55	38.55	15.10	1.01	-0.03	3.84	0.62	-31.91	0.00
9.18	0.00	2.65	9.17	3.45	38.45	15.54	1.03	-0.03	3.86	0.62	-34.20	0.00
9.39	0.00	2.51	9.43	3.35	38.35	15.99	1.04	-0.02	3.88	0.62	-36.38	0.00
9.58	0.00	2.36	9.70	3.26	38.26	16.44	1.06	-0.02	3.90	0.62	-38.44	0.00
9.78	0.00	2.20	9.98	3.17	38.17	16.91	1.07	-0.02	3.93	0.62	-40.39	0.00
9.96	0.00	2.03	10.26	3.08	38.08	17.38	1.09	-0.02	3.96	0.62	-42.24	0.00
10.15	0.00	1.86	10.54	3.00	38.00	17.86	1.10	-0.02	3.99	0.62	-43.98	0.00
10.32	0.00	1.68	10.83	2.92	37.92	18.35	1.12	-0.02	4.03	0.62	-45.62	0.00
10.50	0.00	1.50	11.12	2.84	37.84	18.84	1.13	-0.02	4.06	0.62	-47.17	0.00
10.66	0.00	1.32	11.42	2.77	37.77	19.35	1.14	-0.02	4.10	0.62	-48.63	0.00
10.83	0.00	1.13	11.72	2.70	37.70	19.86	1.16	-0.02	4.13	0.63	-50.01	0.00
10.99	0.00	0.94	12.03	2.63	37.63	20.38	1.17	-0.02	4.17	0.63	-51.31	0.00
11.14	0.00	0.74	12.34	2.56	37.56	20.91	1.19	-0.02	4.21	0.63	-52.54	0.00
11.29	0.00	0.54	12.66	2.50	37.50	21.45	1.20	-0.02	4.24	0.63	-53.70	0.00
11.44	0.00	0.34	12.98	2.44	37.44	21.99	1.21	-0.02	4.28	0.63	-54.80	0.00
11.58	0.00	0.13	13.31	2.38	37.38	22.55	1.23	-0.02	4.31	0.63	-55.84	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 5 (35_13_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.4
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.38 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.07 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.4

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.67 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.31 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.37 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.1 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.08 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.1
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.19 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.68 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.37 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.99 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.7
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.3
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

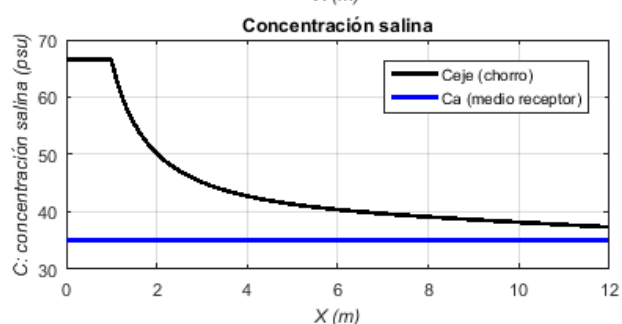
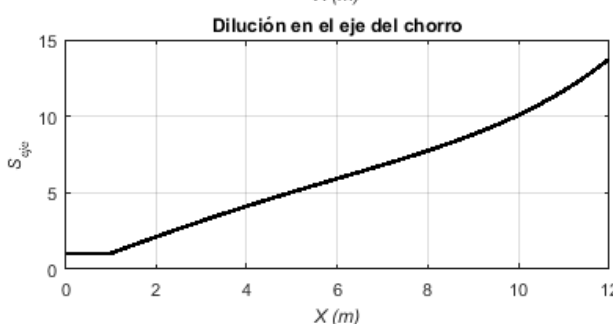
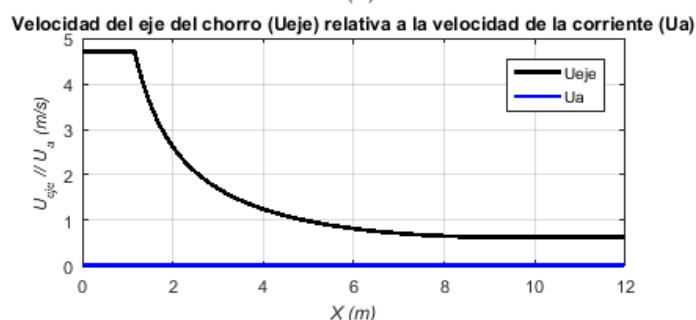
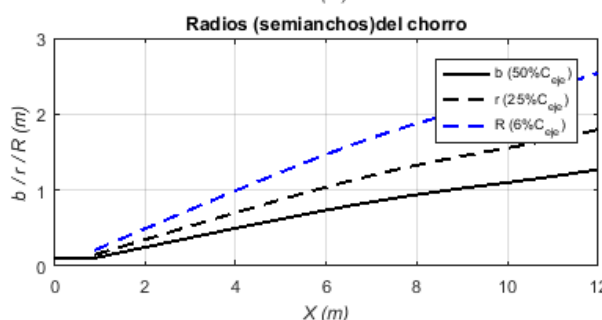
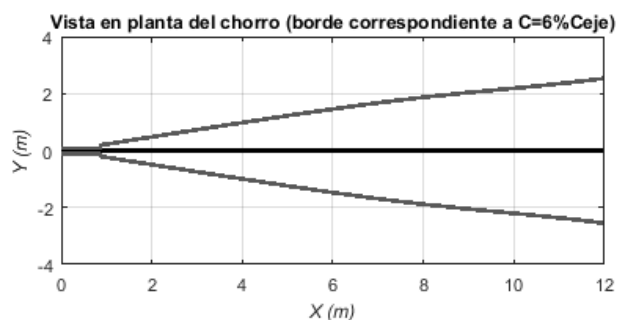
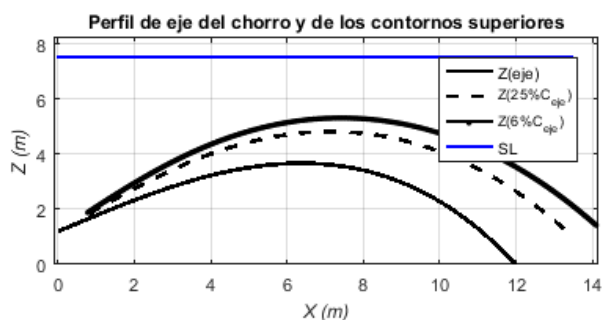


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	22.35	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	30.85	65.85	1.74	0.12	-0.23	33.19	4.72	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.06	60.06	2.14	0.15	-0.18	26.86	4.40	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	21.10	56.10	2.54	0.17	-0.15	22.52	3.69	29.12	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	18.24	53.24	2.94	0.20	-0.13	19.35	3.18	28.68	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.06	51.06	3.33	0.23	-0.12	16.94	2.78	28.16	0.00
2.10	0.00	2.39	2.20	14.35	49.35	3.73	0.26	-0.11	15.04	2.47	27.57	0.00
2.33	0.00	2.50	2.44	12.98	47.98	4.13	0.29	-0.09	13.50	2.22	26.91	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	11.85	46.85	4.52	0.31	-0.09	12.22	2.02	26.16	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	10.91	45.91	4.91	0.34	-0.08	11.15	1.84	25.33	0.00
3.00	0.00	2.83	3.13	10.10	45.10	5.30	0.37	-0.07	10.23	1.70	24.41	0.00
3.23	0.00	2.93	3.36	9.42	44.42	5.69	0.40	-0.07	9.44	1.57	23.39	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	8.82	43.82	6.07	0.43	-0.06	8.76	1.46	22.28	0.00
3.69	0.00	3.12	3.81	8.30	43.30	6.46	0.46	-0.06	8.15	1.36	21.07	0.00
3.93	0.00	3.20	4.03	7.83	42.83	6.84	0.49	-0.06	7.61	1.27	19.75	0.00
4.16	0.00	3.28	4.26	7.42	42.42	7.22	0.52	-0.05	7.14	1.19	18.32	0.00
4.40	0.00	3.36	4.48	7.05	42.05	7.59	0.55	-0.05	6.71	1.13	16.77	0.00
4.64	0.00	3.43	4.70	6.72	41.72	7.97	0.57	-0.05	6.33	1.06	15.10	0.00
4.89	0.00	3.49	4.92	6.42	41.42	8.34	0.60	-0.05	5.98	1.01	13.30	0.00
5.13	0.00	3.54	5.14	6.14	41.14	8.72	0.63	-0.04	5.68	0.96	11.38	0.00
5.38	0.00	3.59	5.36	5.89	40.89	9.09	0.66	-0.04	5.40	0.91	9.34	0.00
5.62	0.00	3.62	5.58	5.66	40.66	9.46	0.69	-0.04	5.15	0.87	7.17	0.00
5.87	0.00	3.65	5.80	5.45	40.45	9.83	0.72	-0.04	4.93	0.84	4.88	0.00
6.12	0.00	3.67	6.02	5.25	40.25	10.20	0.75	-0.04	4.74	0.80	2.48	0.00
6.37	0.00	3.67	6.24	5.06	40.06	10.58	0.78	-0.04	4.56	0.77	-0.03	0.00
6.62	0.00	3.67	6.46	4.89	39.89	10.95	0.80	-0.04	4.41	0.75	-2.62	0.00
6.87	0.00	3.65	6.69	4.73	39.73	11.33	0.83	-0.03	4.28	0.73	-5.29	0.00
7.12	0.00	3.62	6.91	4.57	39.57	11.71	0.86	-0.03	4.17	0.71	-8.02	0.00
7.37	0.00	3.58	7.14	4.43	39.43	12.10	0.88	-0.03	4.08	0.69	-10.78	0.00
7.61	0.00	3.53	7.37	4.29	39.29	12.49	0.90	-0.03	4.00	0.67	-13.55	0.00
7.85	0.00	3.46	7.60	4.16	39.16	12.88	0.93	-0.03	3.94	0.66	-16.31	0.00
8.09	0.00	3.39	7.84	4.03	39.03	13.28	0.95	-0.03	3.90	0.65	-19.04	0.00
8.32	0.00	3.30	8.07	3.91	38.91	13.68	0.97	-0.03	3.87	0.64	-21.72	0.00
8.55	0.00	3.20	8.32	3.80	38.80	14.09	0.99	-0.03	3.85	0.64	-24.33	0.00
8.78	0.00	3.09	8.56	3.69	38.69	14.51	1.01	-0.03	3.84	0.63	-26.86	0.00
9.00	0.00	2.98	8.81	3.59	38.59	14.93	1.02	-0.03	3.84	0.63	-29.30	0.00
9.22	0.00	2.85	9.06	3.49	38.49	15.36	1.04	-0.03	3.84	0.63	-31.64	0.00
9.43	0.00	2.71	9.32	3.39	38.39	15.79	1.06	-0.02	3.85	0.62	-33.87	0.00
9.63	0.00	2.57	9.58	3.30	38.30	16.24	1.07	-0.02	3.87	0.62	-36.00	0.00
9.83	0.00	2.42	9.85	3.21	38.21	16.69	1.09	-0.02	3.90	0.62	-38.02	0.00
10.02	0.00	2.26	10.12	3.12	38.12	17.15	1.10	-0.02	3.92	0.62	-39.94	0.00
10.21	0.00	2.10	10.39	3.04	38.04	17.61	1.12	-0.02	3.95	0.62	-41.76	0.00
10.40	0.00	1.93	10.67	2.96	37.96	18.09	1.13	-0.02	3.98	0.62	-43.47	0.00
10.58	0.00	1.76	10.96	2.88	37.88	18.57	1.15	-0.02	4.02	0.62	-45.10	0.00
10.75	0.00	1.58	11.25	2.81	37.81	19.06	1.16	-0.02	4.05	0.63	-46.63	0.00
10.92	0.00	1.39	11.54	2.74	37.74	19.56	1.17	-0.02	4.08	0.63	-48.08	0.00
11.08	0.00	1.20	11.84	2.67	37.67	20.06	1.19	-0.02	4.12	0.63	-49.45	0.00
11.24	0.00	1.01	12.14	2.60	37.60	20.57	1.20	-0.02	4.16	0.63	-50.74	0.00
11.40	0.00	0.82	12.45	2.54	37.54	21.09	1.22	-0.02	4.19	0.63	-51.96	0.00
11.55	0.00	0.62	12.76	2.48	37.48	21.62	1.23	-0.02	4.23	0.63	-53.12	0.00
11.70	0.00	0.42	13.08	2.42	37.42	22.16	1.24	-0.02	4.26	0.63	-54.22	0.00
11.85	0.00	0.21	13.40	2.36	37.36	22.70	1.26	-0.02	4.29	0.63	-55.26	0.00
11.99	0.00	0.01	13.72	2.30	37.30	23.25	1.27	-0.02	4.33	0.63	-56.25	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 6 (35_19_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1024.8
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1048.9
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.16 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.69 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.5

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.28 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.97 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.72 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.6

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.8 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.67 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.5
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.50 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.70 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	1.00 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.43 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.4 psu

Gráficas de evolución de variables

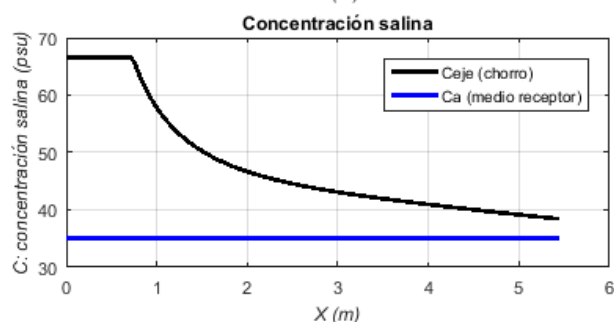
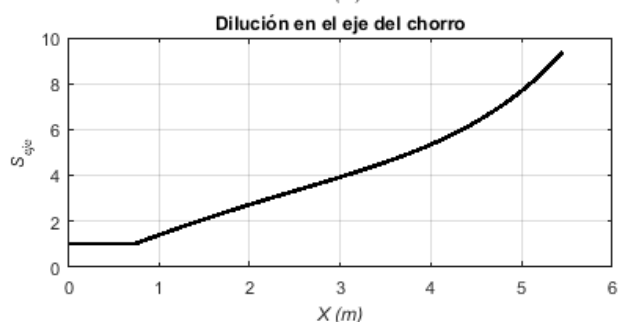
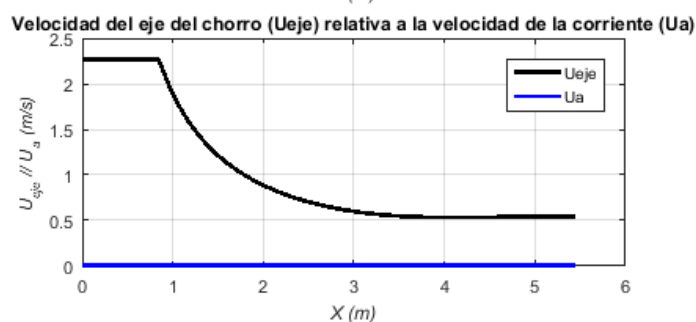
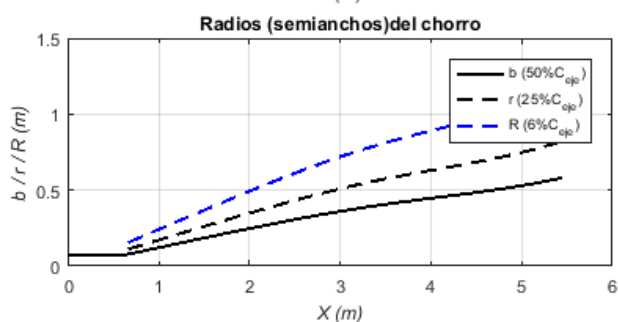
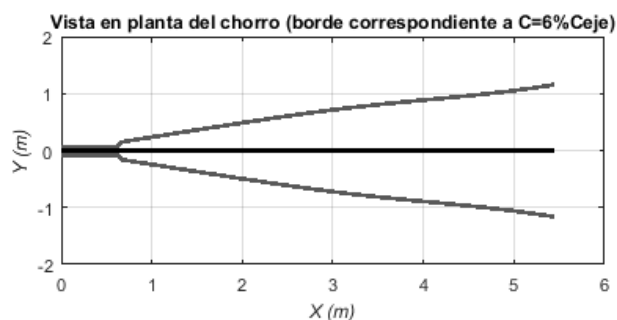
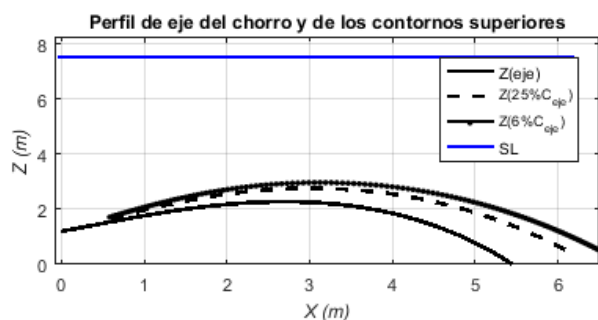


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.07	-0.23	12.51	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	29.00	64.00	1.85	0.09	-0.21	17.32	2.27	29.11	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	22.48	57.48	2.38	0.12	-0.16	13.19	1.87	27.61	0.00
1.23	0.00	1.89	1.72	18.39	53.39	2.91	0.15	-0.13	10.56	1.50	25.64	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	15.59	50.59	3.44	0.18	-0.11	8.73	1.25	23.15	0.00
1.69	0.00	2.08	2.33	13.55	48.55	3.95	0.21	-0.10	7.39	1.06	20.06	0.00
1.93	0.00	2.16	2.63	12.00	47.00	4.46	0.24	-0.09	6.37	0.92	16.31	0.00
2.17	0.00	2.22	2.93	10.78	45.78	4.97	0.27	-0.08	5.59	0.81	11.85	0.00
2.42	0.00	2.26	3.23	9.80	44.80	5.47	0.30	-0.07	4.98	0.73	6.64	0.00
2.67	0.00	2.28	3.52	8.97	43.97	5.97	0.32	-0.07	4.53	0.66	0.74	0.00
2.92	0.00	2.27	3.82	8.27	43.27	6.48	0.35	-0.06	4.20	0.61	-5.71	0.00
3.17	0.00	2.23	4.13	7.65	42.65	7.00	0.38	-0.06	3.98	0.58	-12.44	0.00
3.41	0.00	2.16	4.44	7.11	42.11	7.53	0.40	-0.05	3.85	0.55	-19.15	0.00
3.64	0.00	2.06	4.77	6.63	41.63	8.08	0.42	-0.05	3.80	0.54	-25.55	0.00
3.86	0.00	1.95	5.11	6.19	41.19	8.65	0.43	-0.05	3.81	0.53	-31.44	0.00
4.06	0.00	1.80	5.46	5.79	40.79	9.25	0.45	-0.04	3.85	0.53	-36.71	0.00
4.26	0.00	1.65	5.82	5.43	40.43	9.87	0.46	-0.04	3.92	0.53	-41.36	0.00
4.44	0.00	1.48	6.20	5.09	40.09	10.51	0.48	-0.04	4.00	0.53	-45.41	0.00
4.61	0.00	1.29	6.60	4.79	39.79	11.18	0.49	-0.03	4.08	0.54	-48.94	0.00
4.77	0.00	1.10	7.01	4.51	39.51	11.88	0.51	-0.03	4.17	0.54	-52.02	0.00
4.92	0.00	0.90	7.43	4.25	39.25	12.60	0.52	-0.03	4.26	0.54	-54.72	0.00
5.06	0.00	0.69	7.87	4.01	39.01	13.34	0.53	-0.03	4.34	0.54	-57.09	0.00
5.19	0.00	0.48	8.33	3.79	38.79	14.11	0.55	-0.03	4.42	0.54	-59.19	0.00
5.31	0.00	0.26	8.80	3.59	38.59	14.91	0.56	-0.03	4.49	0.55	-61.05	0.00
5.43	0.00	0.04	9.28	3.41	38.41	15.73	0.58	-0.02	4.55	0.55	-62.71	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{\text{eje}} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

$G_{p\text{-eje}}$: valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

$F_{\text{-eje}}$: número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 7 (35_19_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1024.8
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1048.9
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.48 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.13 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.6

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.71 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.38 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.47 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.3

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.0 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.27 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	12.0
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.3
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.6 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.21 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.71 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.41 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	12.17 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.8
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

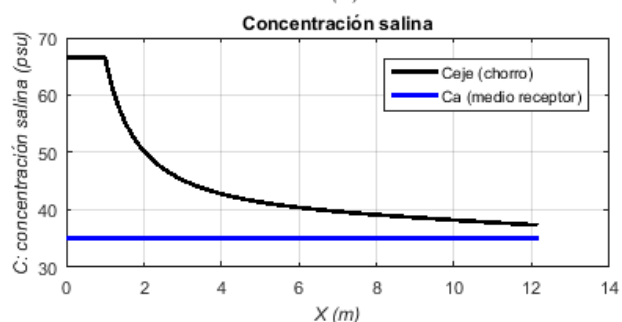
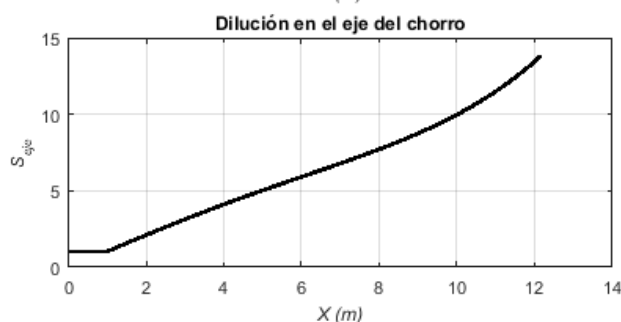
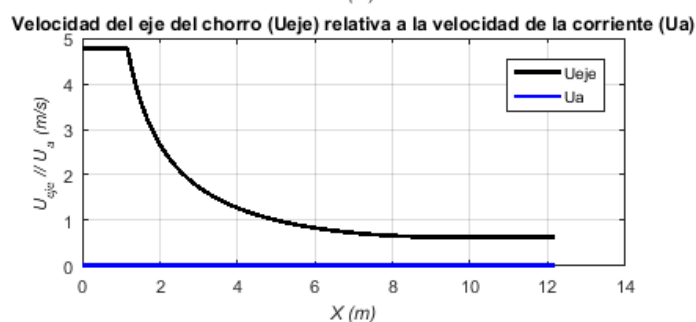
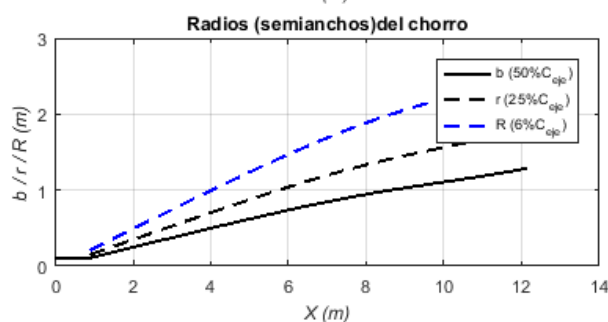
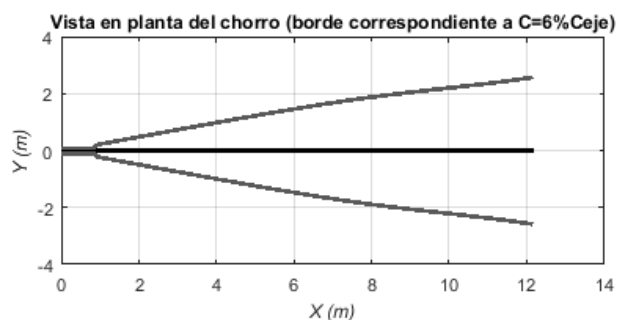
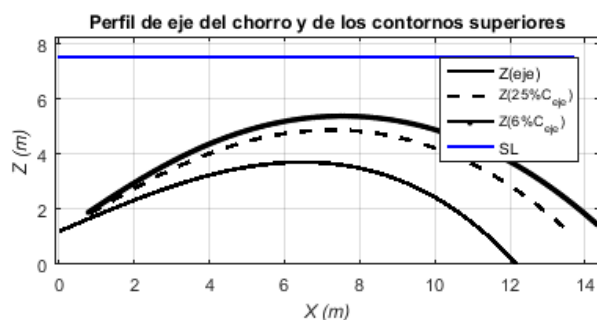


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	22.61	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	30.88	65.88	1.73	0.12	-0.23	33.61	4.79	29.81	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.10	60.10	2.13	0.15	-0.18	27.22	4.47	29.51	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	21.15	56.15	2.53	0.17	-0.15	22.84	3.75	29.15	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	18.28	53.28	2.93	0.20	-0.13	19.64	3.23	28.72	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.11	51.11	3.32	0.23	-0.12	17.20	2.83	28.22	0.00
2.11	0.00	2.39	2.20	14.40	49.40	3.72	0.26	-0.11	15.27	2.52	27.65	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.02	48.02	4.11	0.29	-0.10	13.71	2.26	27.00	0.00
2.55	0.00	2.62	2.66	11.89	46.89	4.50	0.31	-0.09	12.42	2.05	26.28	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	10.94	45.94	4.89	0.34	-0.08	11.34	1.88	25.48	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.14	45.14	5.28	0.37	-0.07	10.41	1.73	24.59	0.00
3.23	0.00	2.93	3.34	9.45	44.45	5.67	0.40	-0.07	9.61	1.60	23.62	0.00
3.46	0.00	3.03	3.57	8.85	43.85	6.05	0.43	-0.06	8.91	1.48	22.54	0.00
3.70	0.00	3.12	3.80	8.33	43.33	6.43	0.46	-0.06	8.30	1.38	21.38	0.00
3.93	0.00	3.21	4.02	7.86	42.86	6.81	0.49	-0.06	7.75	1.30	20.11	0.00
4.17	0.00	3.30	4.24	7.45	42.45	7.19	0.52	-0.05	7.27	1.22	18.73	0.00
4.40	0.00	3.37	4.46	7.08	42.08	7.57	0.55	-0.05	6.83	1.15	17.24	0.00
4.64	0.00	3.44	4.69	6.75	41.75	7.94	0.57	-0.05	6.44	1.08	15.63	0.00
4.88	0.00	3.51	4.91	6.44	41.44	8.31	0.60	-0.05	6.10	1.03	13.91	0.00
5.13	0.00	3.56	5.12	6.17	41.17	8.68	0.63	-0.05	5.78	0.98	12.07	0.00
5.37	0.00	3.61	5.34	5.92	40.92	9.05	0.66	-0.04	5.50	0.93	10.10	0.00
5.62	0.00	3.65	5.56	5.68	40.68	9.42	0.69	-0.04	5.24	0.89	8.01	0.00
5.87	0.00	3.68	5.78	5.47	40.47	9.79	0.72	-0.04	5.02	0.85	5.81	0.00
6.12	0.00	3.70	6.00	5.27	40.27	10.16	0.75	-0.04	4.81	0.82	3.49	0.00
6.37	0.00	3.71	6.22	5.08	40.08	10.53	0.78	-0.04	4.64	0.79	1.07	0.00
6.62	0.00	3.71	6.44	4.91	39.91	10.91	0.80	-0.04	4.48	0.76	-1.45	0.00
6.87	0.00	3.70	6.66	4.75	39.75	11.28	0.83	-0.03	4.34	0.74	-4.04	0.00
7.12	0.00	3.68	6.88	4.59	39.59	11.66	0.86	-0.03	4.22	0.72	-6.69	0.00
7.36	0.00	3.64	7.11	4.45	39.45	12.04	0.88	-0.03	4.12	0.70	-9.39	0.00
7.61	0.00	3.59	7.33	4.31	39.31	12.42	0.91	-0.03	4.04	0.68	-12.11	0.00
7.85	0.00	3.54	7.56	4.18	39.18	12.81	0.93	-0.03	3.97	0.67	-14.84	0.00
8.09	0.00	3.47	7.79	4.06	39.06	13.21	0.95	-0.03	3.92	0.66	-17.54	0.00
8.33	0.00	3.39	8.03	3.94	38.94	13.61	0.97	-0.03	3.88	0.65	-20.20	0.00
8.56	0.00	3.29	8.27	3.82	38.82	14.01	0.99	-0.03	3.86	0.64	-22.81	0.00
8.79	0.00	3.19	8.51	3.71	38.71	14.42	1.01	-0.03	3.84	0.64	-25.35	0.00
9.01	0.00	3.08	8.76	3.61	38.61	14.84	1.03	-0.03	3.84	0.63	-27.80	0.00
9.23	0.00	2.96	9.00	3.51	38.51	15.26	1.05	-0.03	3.84	0.63	-30.16	0.00
9.45	0.00	2.83	9.26	3.41	38.41	15.69	1.06	-0.02	3.85	0.63	-32.43	0.00
9.65	0.00	2.69	9.52	3.32	38.32	16.12	1.08	-0.02	3.86	0.62	-34.59	0.00
9.86	0.00	2.55	9.78	3.23	38.23	16.57	1.09	-0.02	3.88	0.62	-36.65	0.00
10.05	0.00	2.39	10.04	3.15	38.15	17.02	1.11	-0.02	3.90	0.62	-38.61	0.00
10.25	0.00	2.23	10.31	3.06	38.06	17.48	1.12	-0.02	3.93	0.62	-40.46	0.00
10.44	0.00	2.07	10.59	2.98	37.98	17.94	1.14	-0.02	3.96	0.62	-42.22	0.00
10.62	0.00	1.90	10.87	2.91	37.91	18.42	1.15	-0.02	3.99	0.62	-43.88	0.00
10.80	0.00	1.72	11.15	2.83	37.83	18.90	1.17	-0.02	4.02	0.63	-45.46	0.00
10.97	0.00	1.54	11.44	2.76	37.76	19.38	1.18	-0.02	4.06	0.63	-46.95	0.00
11.14	0.00	1.36	11.73	2.69	37.69	19.88	1.20	-0.02	4.09	0.63	-48.35	0.00
11.30	0.00	1.17	12.03	2.63	37.63	20.38	1.21	-0.02	4.13	0.63	-49.69	0.00
11.46	0.00	0.98	12.33	2.56	37.56	20.90	1.22	-0.02	4.16	0.63	-50.95	0.00
11.62	0.00	0.78	12.64	2.50	37.50	21.41	1.24	-0.02	4.20	0.63	-52.14	0.00
11.77	0.00	0.58	12.95	2.44	37.44	21.94	1.25	-0.02	4.23	0.63	-53.27	0.00
11.92	0.00	0.38	13.26	2.38	37.38	22.48	1.27	-0.02	4.26	0.63	-54.34	0.00
12.06	0.00	0.17	13.58	2.33	37.33	23.02	1.28	-0.02	4.30	0.63	-55.36	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 8 (35_19_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1024.8
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1048.9
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.03 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.59 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.22 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.87 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.56 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	44.0 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.39 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.1
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.47 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.66 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.94 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.17 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.4 psu

Gráficas de evolución de variables

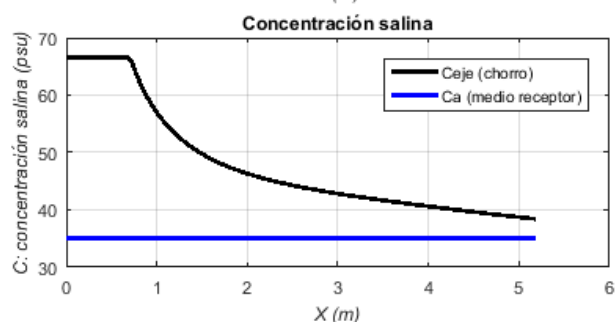
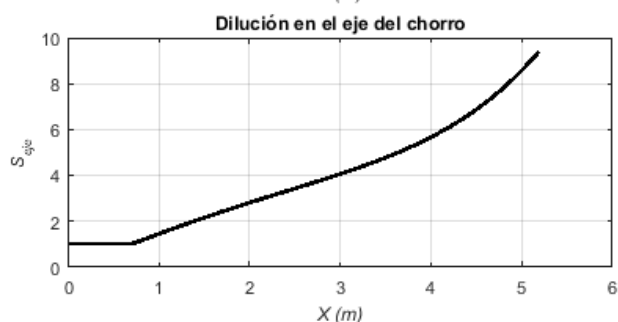
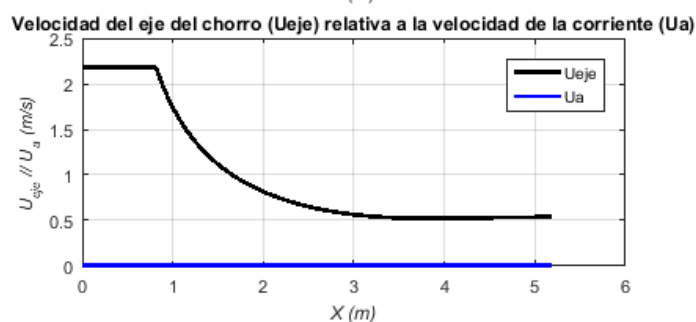
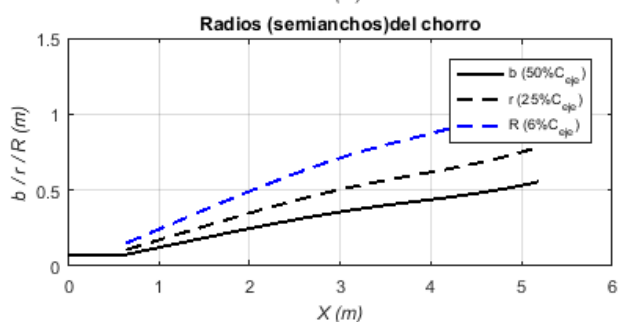
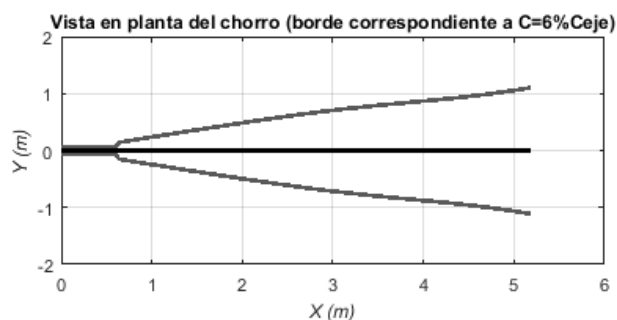
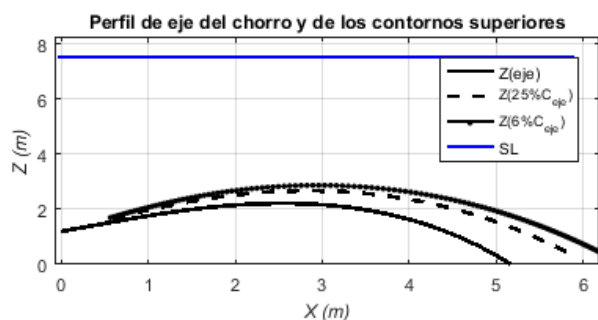


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.07	-0.23	12.21	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	28.76	63.76	1.86	0.09	-0.21	16.74	2.18	29.02	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	22.15	57.15	2.42	0.12	-0.16	12.65	1.76	27.36	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.06	53.06	2.97	0.15	-0.13	10.07	1.41	25.17	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	15.27	50.27	3.51	0.18	-0.11	8.29	1.16	22.36	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.26	48.26	4.04	0.21	-0.10	6.99	0.99	18.86	0.00
1.91	0.00	2.13	2.69	11.73	46.73	4.57	0.24	-0.09	6.01	0.85	14.58	0.00
2.16	0.00	2.18	3.00	10.53	45.53	5.09	0.26	-0.08	5.27	0.75	9.48	0.00
2.41	0.00	2.21	3.31	9.55	44.55	5.61	0.29	-0.07	4.71	0.67	3.55	0.00
2.66	0.00	2.21	3.62	8.74	43.74	6.13	0.32	-0.06	4.31	0.62	-3.08	0.00
2.91	0.00	2.19	3.93	8.04	43.04	6.66	0.35	-0.06	4.03	0.58	-10.16	0.00
3.15	0.00	2.13	4.26	7.43	42.43	7.21	0.37	-0.05	3.87	0.55	-17.34	0.00
3.38	0.00	2.04	4.59	6.89	41.89	7.78	0.39	-0.05	3.80	0.53	-24.25	0.00
3.60	0.00	1.92	4.94	6.40	41.40	8.37	0.41	-0.05	3.80	0.52	-30.62	0.00
3.81	0.00	1.78	5.30	5.96	40.96	8.98	0.42	-0.04	3.84	0.52	-36.30	0.00
4.01	0.00	1.63	5.68	5.57	40.57	9.62	0.44	-0.04	3.91	0.52	-41.27	0.00
4.19	0.00	1.46	6.07	5.20	40.20	10.29	0.45	-0.04	4.00	0.52	-45.57	0.00
4.36	0.00	1.27	6.48	4.87	39.87	10.99	0.47	-0.04	4.09	0.53	-49.29	0.00
4.51	0.00	1.08	6.91	4.57	39.57	11.71	0.48	-0.03	4.19	0.53	-52.50	0.00
4.66	0.00	0.88	7.36	4.30	39.30	12.46	0.49	-0.03	4.28	0.53	-55.29	0.00
4.80	0.00	0.67	7.82	4.04	39.04	13.24	0.51	-0.03	4.36	0.53	-57.73	0.00
4.93	0.00	0.45	8.29	3.81	38.81	14.05	0.52	-0.03	4.44	0.54	-59.87	0.00
5.05	0.00	0.23	8.78	3.60	38.60	14.88	0.54	-0.03	4.51	0.54	-61.77	0.00
5.17	0.00	0.01	9.29	3.40	38.40	15.74	0.55	-0.02	4.58	0.54	-63.45	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 9 (35_19_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1024.8
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1048.9
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.19 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.95 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.61 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.20 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.18 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.2 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.77 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.6
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.15 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.63 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.31 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.67 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.9
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

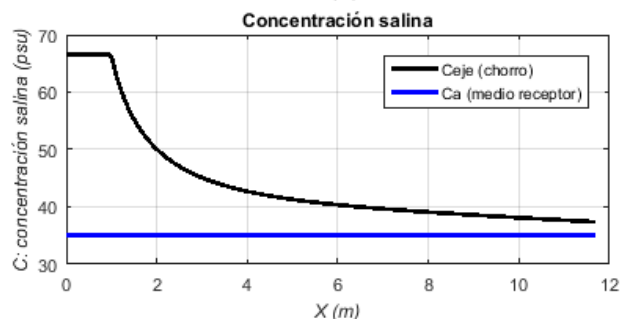
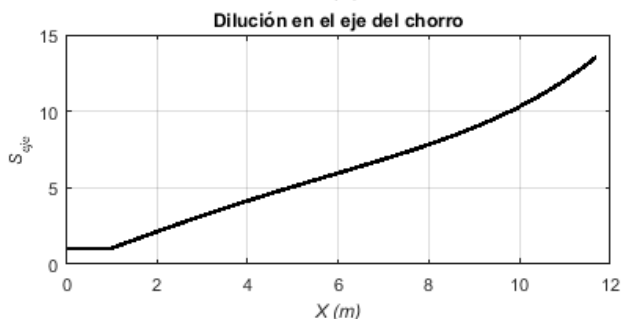
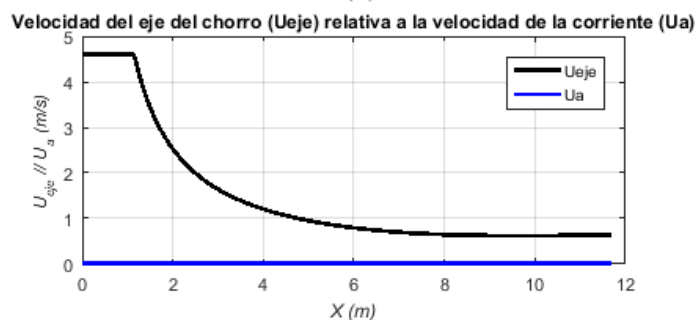
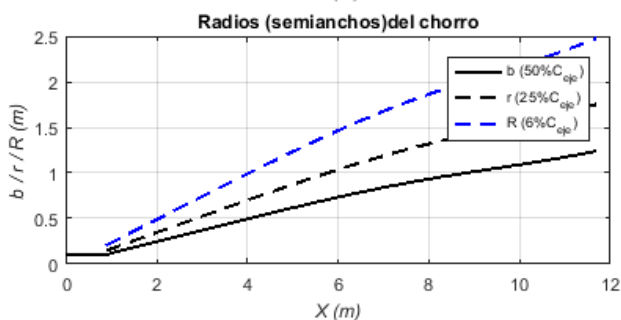
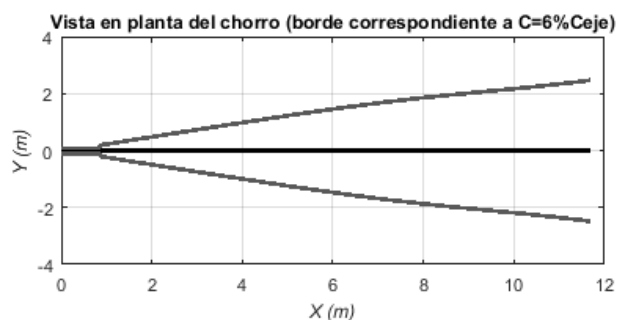
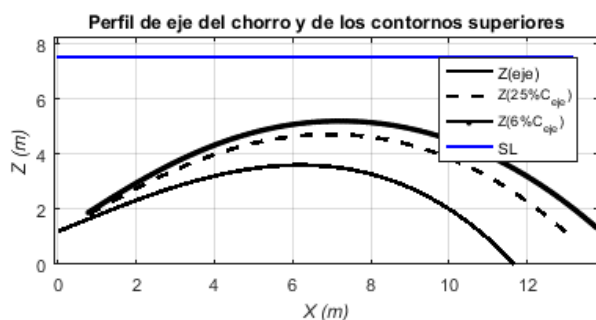


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	21.92	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	30.80	65.80	1.74	0.12	-0.22	32.49	4.61	29.79	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	24.98	59.98	2.14	0.15	-0.18	26.25	4.28	29.47	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	21.02	56.02	2.55	0.17	-0.15	21.98	3.58	29.07	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	18.15	53.15	2.95	0.20	-0.13	18.87	3.08	28.61	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	15.98	50.98	3.35	0.23	-0.12	16.51	2.70	28.06	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.28	49.28	3.75	0.26	-0.10	14.64	2.40	27.44	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	12.91	47.91	4.15	0.29	-0.09	13.13	2.15	26.73	0.00
2.54	0.00	2.60	2.68	11.78	46.78	4.55	0.31	-0.09	11.89	1.95	25.94	0.00
2.77	0.00	2.71	2.92	10.84	45.84	4.94	0.34	-0.08	10.84	1.78	25.06	0.00
3.00	0.00	2.82	3.15	10.04	45.04	5.33	0.37	-0.07	9.94	1.64	24.08	0.00
3.23	0.00	2.92	3.38	9.36	44.36	5.72	0.40	-0.07	9.17	1.51	23.00	0.00
3.46	0.00	3.01	3.61	8.76	43.76	6.11	0.43	-0.06	8.50	1.41	21.82	0.00
3.69	0.00	3.10	3.83	8.24	43.24	6.50	0.46	-0.06	7.91	1.31	20.52	0.00
3.93	0.00	3.19	4.06	7.78	42.78	6.88	0.49	-0.06	7.38	1.23	19.11	0.00
4.16	0.00	3.27	4.29	7.38	42.38	7.26	0.52	-0.05	6.92	1.15	17.58	0.00
4.40	0.00	3.34	4.51	7.01	42.01	7.64	0.55	-0.05	6.50	1.09	15.92	0.00
4.64	0.00	3.40	4.73	6.68	41.68	8.02	0.57	-0.05	6.13	1.03	14.14	0.00
4.89	0.00	3.46	4.95	6.38	41.38	8.40	0.60	-0.05	5.80	0.97	12.22	0.00
5.13	0.00	3.51	5.18	6.11	41.11	8.77	0.63	-0.04	5.50	0.92	10.17	0.00
5.38	0.00	3.55	5.40	5.86	40.86	9.15	0.66	-0.04	5.24	0.88	7.98	0.00
5.63	0.00	3.58	5.62	5.63	40.63	9.52	0.69	-0.04	5.00	0.84	5.67	0.00
5.88	0.00	3.60	5.84	5.41	40.41	9.90	0.72	-0.04	4.79	0.81	3.23	0.00
6.13	0.00	3.61	6.06	5.21	40.21	10.27	0.75	-0.04	4.61	0.78	0.68	0.00
6.38	0.00	3.60	6.29	5.03	40.03	10.65	0.77	-0.04	4.45	0.75	-1.97	0.00
6.63	0.00	3.59	6.51	4.85	39.85	11.03	0.80	-0.04	4.31	0.73	-4.70	0.00
6.88	0.00	3.56	6.74	4.69	39.69	11.42	0.83	-0.03	4.19	0.70	-7.49	0.00
7.12	0.00	3.52	6.97	4.54	39.54	11.80	0.85	-0.03	4.09	0.69	-10.33	0.00
7.37	0.00	3.47	7.20	4.39	39.39	12.20	0.88	-0.03	4.01	0.67	-13.18	0.00
7.61	0.00	3.41	7.43	4.25	39.25	12.59	0.90	-0.03	3.95	0.66	-16.02	0.00
7.85	0.00	3.33	7.67	4.12	39.12	12.99	0.92	-0.03	3.90	0.65	-18.83	0.00
8.08	0.00	3.25	7.91	4.00	39.00	13.40	0.94	-0.03	3.87	0.64	-21.60	0.00
8.31	0.00	3.15	8.15	3.88	38.88	13.81	0.96	-0.03	3.85	0.63	-24.29	0.00
8.54	0.00	3.04	8.40	3.76	38.76	14.23	0.98	-0.03	3.84	0.63	-26.89	0.00
8.76	0.00	2.92	8.65	3.65	38.65	14.66	1.00	-0.03	3.83	0.62	-29.40	0.00
8.97	0.00	2.80	8.91	3.55	38.55	15.09	1.01	-0.03	3.84	0.62	-31.80	0.00
9.18	0.00	2.66	9.17	3.45	38.45	15.53	1.03	-0.03	3.86	0.62	-34.09	0.00
9.39	0.00	2.52	9.43	3.35	38.35	15.98	1.04	-0.02	3.88	0.62	-36.27	0.00
9.59	0.00	2.37	9.70	3.26	38.26	16.44	1.06	-0.02	3.90	0.62	-38.33	0.00
9.78	0.00	2.21	9.98	3.17	38.17	16.90	1.07	-0.02	3.93	0.62	-40.29	0.00
9.97	0.00	2.04	10.25	3.08	38.08	17.37	1.09	-0.02	3.96	0.62	-42.14	0.00
10.15	0.00	1.87	10.54	3.00	38.00	17.85	1.10	-0.02	3.99	0.62	-43.88	0.00
10.33	0.00	1.70	10.82	2.92	37.92	18.34	1.12	-0.02	4.02	0.62	-45.53	0.00
10.50	0.00	1.51	11.12	2.84	37.84	18.84	1.13	-0.02	4.06	0.62	-47.08	0.00
10.67	0.00	1.33	11.42	2.77	37.77	19.34	1.14	-0.02	4.10	0.62	-48.54	0.00
10.83	0.00	1.14	11.72	2.70	37.70	19.85	1.16	-0.02	4.13	0.62	-49.92	0.00
10.99	0.00	0.95	12.02	2.63	37.63	20.38	1.17	-0.02	4.17	0.63	-51.23	0.00
11.14	0.00	0.75	12.34	2.56	37.56	20.90	1.19	-0.02	4.20	0.63	-52.46	0.00
11.29	0.00	0.55	12.65	2.50	37.50	21.44	1.20	-0.02	4.24	0.63	-53.62	0.00
11.44	0.00	0.35	12.97	2.44	37.44	21.98	1.22	-0.02	4.28	0.63	-54.73	0.00
11.58	0.00	0.14	13.30	2.38	37.38	22.54	1.23	-0.02	4.31	0.63	-55.77	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 10 (35_19_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1024.8
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1048.9
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.38 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.07 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.4

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.68 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.32 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.37 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.1 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.09 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.1
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.19 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.68 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.38 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.99 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.7
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.2
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

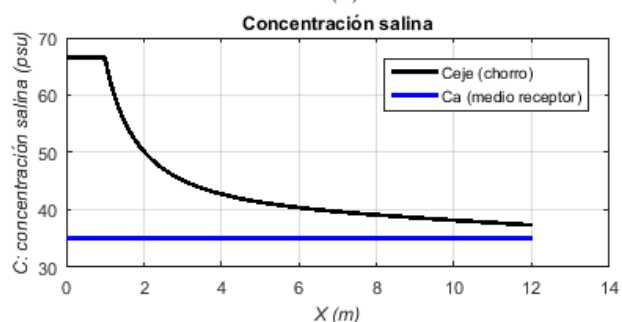
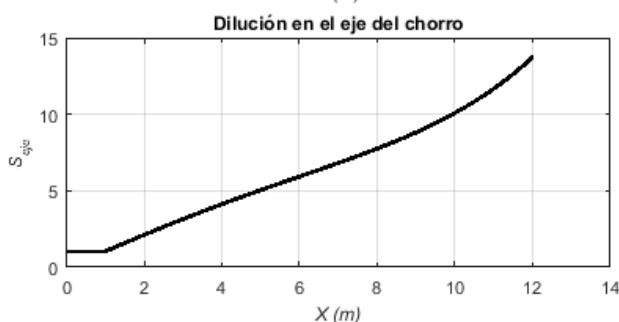
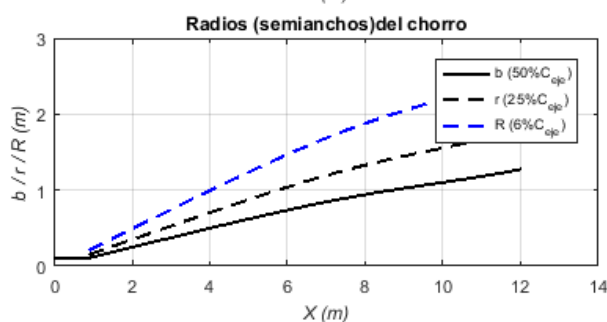
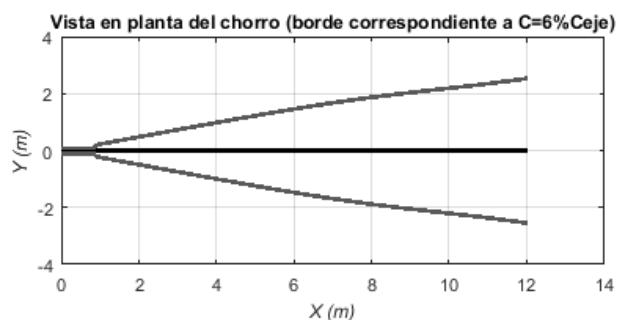
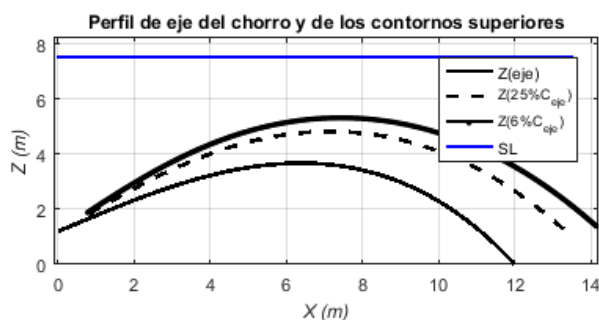


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	22.38	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	30.85	65.85	1.74	0.12	-0.23	33.23	4.72	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.06	60.06	2.14	0.15	-0.18	26.89	4.40	29.50	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	21.10	56.10	2.54	0.17	-0.15	22.54	3.69	29.12	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	18.24	53.24	2.94	0.20	-0.13	19.38	3.18	28.68	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.06	51.06	3.33	0.23	-0.12	16.96	2.78	28.17	0.00
2.10	0.00	2.39	2.20	14.35	49.35	3.73	0.26	-0.10	15.06	2.47	27.58	0.00
2.33	0.00	2.50	2.44	12.98	47.98	4.13	0.29	-0.09	13.51	2.22	26.92	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	11.85	46.85	4.52	0.31	-0.09	12.24	2.02	26.17	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	10.91	45.91	4.91	0.34	-0.08	11.16	1.84	25.34	0.00
3.00	0.00	2.83	3.13	10.10	45.10	5.30	0.37	-0.07	10.25	1.70	24.42	0.00
3.23	0.00	2.93	3.36	9.42	44.42	5.69	0.40	-0.07	9.46	1.57	23.41	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	8.82	43.82	6.07	0.43	-0.06	8.77	1.46	22.30	0.00
3.69	0.00	3.12	3.81	8.29	43.29	6.46	0.46	-0.06	8.16	1.36	21.09	0.00
3.93	0.00	3.20	4.04	7.83	42.83	6.84	0.49	-0.06	7.62	1.27	19.78	0.00
4.16	0.00	3.29	4.26	7.42	42.42	7.22	0.52	-0.05	7.15	1.19	18.35	0.00
4.40	0.00	3.36	4.48	7.05	42.05	7.59	0.55	-0.05	6.72	1.13	16.80	0.00
4.64	0.00	3.43	4.70	6.72	41.72	7.97	0.57	-0.05	6.34	1.06	15.14	0.00
4.89	0.00	3.49	4.92	6.42	41.42	8.34	0.60	-0.05	5.99	1.01	13.35	0.00
5.13	0.00	3.55	5.14	6.14	41.14	8.72	0.63	-0.04	5.68	0.96	11.44	0.00
5.38	0.00	3.59	5.36	5.89	40.89	9.09	0.66	-0.04	5.41	0.91	9.40	0.00
5.62	0.00	3.63	5.58	5.66	40.66	9.46	0.69	-0.04	5.16	0.87	7.24	0.00
5.87	0.00	3.65	5.80	5.45	40.45	9.83	0.72	-0.04	4.94	0.84	4.96	0.00
6.12	0.00	3.67	6.02	5.25	40.25	10.20	0.75	-0.04	4.74	0.80	2.56	0.00
6.37	0.00	3.68	6.24	5.06	40.06	10.58	0.78	-0.04	4.57	0.77	0.06	0.00
6.62	0.00	3.67	6.46	4.89	39.89	10.95	0.80	-0.04	4.42	0.75	-2.53	0.00
6.87	0.00	3.65	6.69	4.73	39.73	11.33	0.83	-0.03	4.29	0.73	-5.19	0.00
7.12	0.00	3.62	6.91	4.57	39.57	11.71	0.86	-0.03	4.18	0.71	-7.91	0.00
7.36	0.00	3.58	7.14	4.43	39.43	12.10	0.88	-0.03	4.08	0.69	-10.66	0.00
7.61	0.00	3.53	7.37	4.29	39.29	12.48	0.90	-0.03	4.01	0.67	-13.43	0.00
7.85	0.00	3.47	7.60	4.16	39.16	12.88	0.93	-0.03	3.95	0.66	-16.19	0.00
8.09	0.00	3.39	7.84	4.03	39.03	13.28	0.95	-0.03	3.90	0.65	-18.92	0.00
8.32	0.00	3.31	8.07	3.91	38.91	13.68	0.97	-0.03	3.87	0.64	-21.60	0.00
8.55	0.00	3.21	8.32	3.80	38.80	14.09	0.99	-0.03	3.85	0.64	-24.21	0.00
8.78	0.00	3.10	8.56	3.69	38.69	14.50	1.01	-0.03	3.84	0.63	-26.74	0.00
9.00	0.00	2.98	8.81	3.59	38.59	14.93	1.02	-0.03	3.84	0.63	-29.18	0.00
9.22	0.00	2.86	9.06	3.49	38.49	15.36	1.04	-0.03	3.84	0.63	-31.52	0.00
9.43	0.00	2.72	9.32	3.39	38.39	15.79	1.06	-0.02	3.85	0.62	-33.76	0.00
9.63	0.00	2.58	9.58	3.30	38.30	16.23	1.07	-0.02	3.87	0.62	-35.89	0.00
9.83	0.00	2.43	9.85	3.21	38.21	16.69	1.09	-0.02	3.89	0.62	-37.92	0.00
10.03	0.00	2.27	10.12	3.12	38.12	17.14	1.10	-0.02	3.92	0.62	-39.84	0.00
10.22	0.00	2.11	10.39	3.04	38.04	17.61	1.12	-0.02	3.95	0.62	-41.66	0.00
10.40	0.00	1.94	10.67	2.96	37.96	18.08	1.13	-0.02	3.98	0.62	-43.38	0.00
10.58	0.00	1.77	10.96	2.88	37.88	18.56	1.15	-0.02	4.01	0.62	-45.00	0.00
10.75	0.00	1.59	11.24	2.81	37.81	19.05	1.16	-0.02	4.05	0.62	-46.54	0.00
10.92	0.00	1.40	11.54	2.74	37.74	19.55	1.17	-0.02	4.08	0.63	-47.99	0.00
11.09	0.00	1.22	11.83	2.67	37.67	20.05	1.19	-0.02	4.12	0.63	-49.36	0.00
11.25	0.00	1.02	12.14	2.60	37.60	20.57	1.20	-0.02	4.15	0.63	-50.66	0.00
11.41	0.00	0.83	12.44	2.54	37.54	21.09	1.22	-0.02	4.19	0.63	-51.89	0.00
11.56	0.00	0.63	12.76	2.48	37.48	21.61	1.23	-0.02	4.22	0.63	-53.05	0.00
11.71	0.00	0.43	13.07	2.42	37.42	22.15	1.24	-0.02	4.26	0.63	-54.15	0.00
11.85	0.00	0.23	13.39	2.36	37.36	22.69	1.26	-0.02	4.29	0.63	-55.19	0.00
11.99	0.00	0.02	13.72	2.30	37.30	23.24	1.27	-0.02	4.32	0.63	-56.18	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 11 (35_23_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1023.6
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1047.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.16 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.69 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.5

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.28 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.97 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.72 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.6

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.8 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.68 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.5
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.50 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.71 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	1.00 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.46 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.4
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.9
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.4 psu

Gráficas de evolución de variables

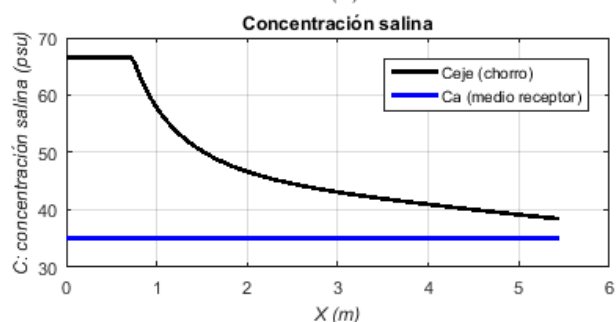
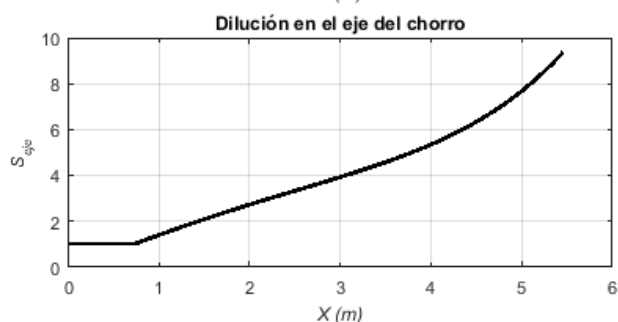
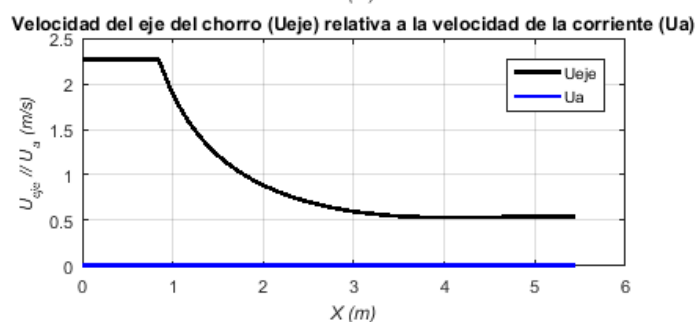
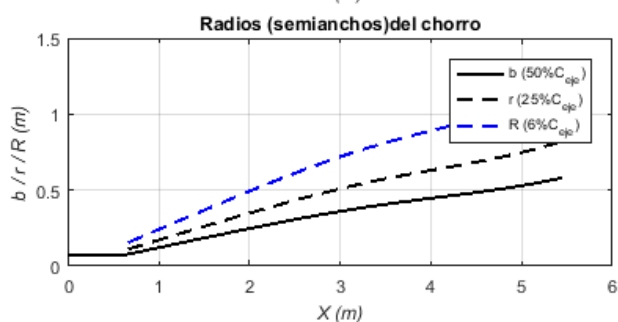
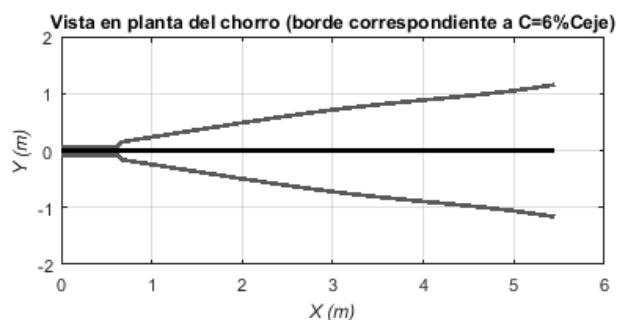
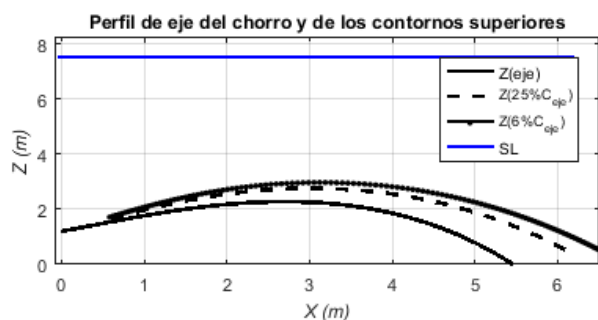


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.07	-0.23	12.53	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	29.00	64.00	1.85	0.09	-0.21	17.34	2.27	29.11	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	22.48	57.48	2.38	0.12	-0.16	13.21	1.87	27.62	0.00
1.23	0.00	1.89	1.72	18.39	53.39	2.91	0.15	-0.13	10.57	1.50	25.66	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	15.59	50.59	3.44	0.18	-0.11	8.74	1.25	23.17	0.00
1.69	0.00	2.08	2.33	13.55	48.55	3.95	0.21	-0.10	7.40	1.06	20.10	0.00
1.93	0.00	2.16	2.63	12.00	47.00	4.46	0.24	-0.09	6.38	0.92	16.36	0.00
2.17	0.00	2.22	2.93	10.78	45.78	4.97	0.27	-0.08	5.60	0.81	11.91	0.00
2.42	0.00	2.26	3.23	9.80	44.80	5.47	0.30	-0.07	4.99	0.73	6.72	0.00
2.67	0.00	2.28	3.52	8.97	43.97	5.97	0.32	-0.07	4.53	0.66	0.84	0.00
2.92	0.00	2.27	3.82	8.27	43.27	6.48	0.35	-0.06	4.20	0.61	-5.59	0.00
3.17	0.00	2.23	4.13	7.65	42.65	7.00	0.38	-0.06	3.98	0.58	-12.31	0.00
3.41	0.00	2.16	4.44	7.11	42.11	7.53	0.40	-0.05	3.85	0.55	-19.01	0.00
3.64	0.00	2.07	4.77	6.63	41.63	8.08	0.42	-0.05	3.80	0.54	-25.42	0.00
3.86	0.00	1.95	5.11	6.19	41.19	8.65	0.43	-0.05	3.81	0.53	-31.31	0.00
4.06	0.00	1.81	5.46	5.79	40.79	9.25	0.45	-0.04	3.85	0.53	-36.59	0.00
4.26	0.00	1.65	5.82	5.43	40.43	9.86	0.47	-0.04	3.92	0.53	-41.24	0.00
4.44	0.00	1.48	6.20	5.10	40.10	10.51	0.48	-0.04	4.00	0.53	-45.30	0.00
4.61	0.00	1.30	6.60	4.79	39.79	11.18	0.49	-0.03	4.08	0.54	-48.84	0.00
4.77	0.00	1.10	7.01	4.51	39.51	11.87	0.51	-0.03	4.17	0.54	-51.93	0.00
4.92	0.00	0.90	7.43	4.25	39.25	12.59	0.52	-0.03	4.26	0.54	-54.64	0.00
5.06	0.00	0.70	7.87	4.02	39.02	13.34	0.54	-0.03	4.34	0.54	-57.01	0.00
5.19	0.00	0.49	8.32	3.80	38.80	14.11	0.55	-0.03	4.41	0.54	-59.11	0.00
5.32	0.00	0.27	8.79	3.59	38.59	14.90	0.56	-0.03	4.48	0.54	-60.98	0.00
5.44	0.00	0.05	9.28	3.41	38.41	15.72	0.58	-0.02	4.55	0.55	-62.65	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 12 (35_23_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1023.6
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1047.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.48 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.14 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.6

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.72 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.39 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.47 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.3

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.0 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.27 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	12.0
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.3
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.6 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.21 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.71 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.42 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	12.18 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.8
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.4
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

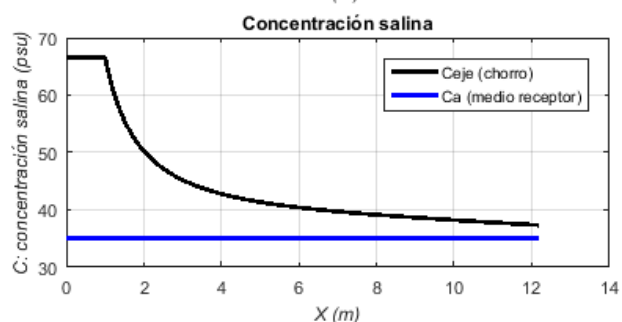
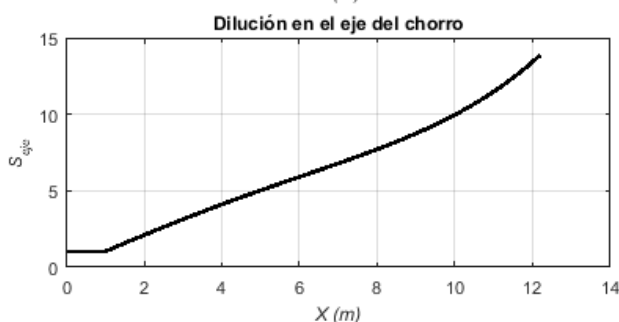
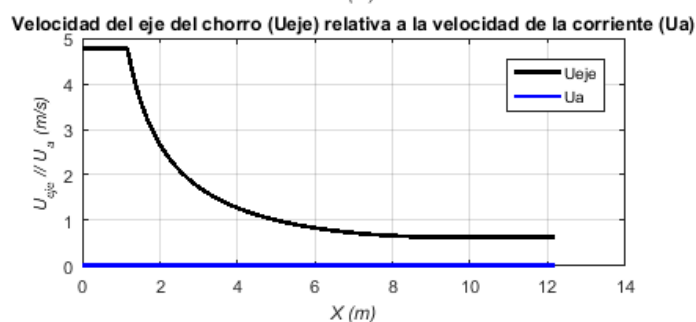
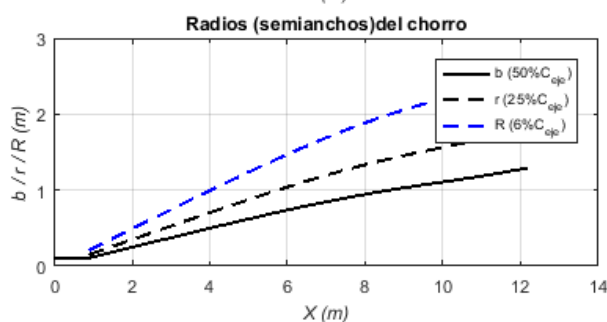
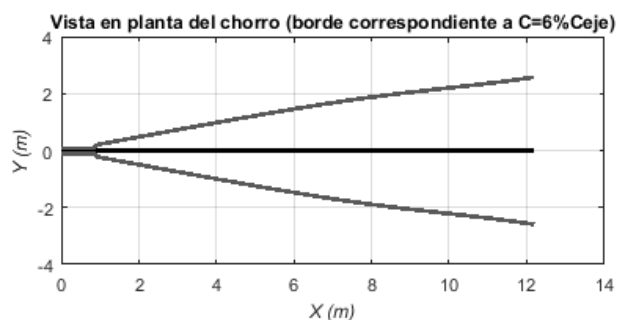
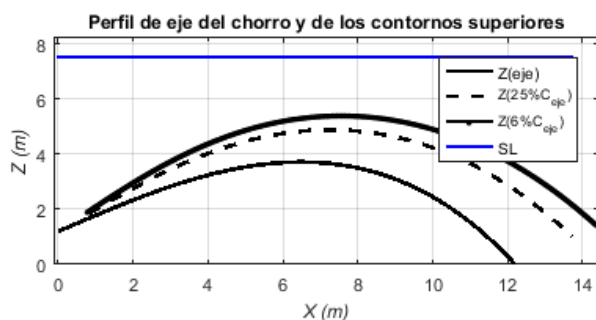


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	22.64	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	30.88	65.88	1.73	0.12	-0.22	33.66	4.79	29.81	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.10	60.10	2.13	0.15	-0.18	27.26	4.47	29.51	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	21.15	56.15	2.53	0.17	-0.15	22.87	3.75	29.15	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	18.28	53.28	2.93	0.20	-0.13	19.67	3.23	28.72	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.11	51.11	3.32	0.23	-0.12	17.22	2.83	28.22	0.00
2.11	0.00	2.39	2.20	14.40	49.40	3.72	0.26	-0.10	15.30	2.52	27.66	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.02	48.02	4.11	0.29	-0.09	13.73	2.26	27.01	0.00
2.55	0.00	2.62	2.66	11.89	46.89	4.50	0.31	-0.09	12.44	2.05	26.29	0.00
2.78	0.00	2.73	2.89	10.94	45.94	4.89	0.34	-0.08	11.35	1.88	25.49	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.14	45.14	5.28	0.37	-0.07	10.43	1.73	24.61	0.00
3.23	0.00	2.93	3.34	9.45	44.45	5.67	0.40	-0.07	9.62	1.60	23.64	0.00
3.46	0.00	3.03	3.57	8.85	43.85	6.05	0.43	-0.06	8.92	1.48	22.57	0.00
3.70	0.00	3.12	3.80	8.33	43.33	6.43	0.46	-0.06	8.31	1.38	21.40	0.00
3.93	0.00	3.21	4.02	7.86	42.86	6.81	0.49	-0.06	7.76	1.30	20.14	0.00
4.17	0.00	3.30	4.24	7.45	42.45	7.19	0.52	-0.05	7.28	1.22	18.77	0.00
4.40	0.00	3.37	4.46	7.08	42.08	7.57	0.55	-0.05	6.85	1.15	17.28	0.00
4.64	0.00	3.45	4.69	6.75	41.75	7.94	0.57	-0.05	6.46	1.08	15.68	0.00
4.88	0.00	3.51	4.91	6.44	41.44	8.31	0.60	-0.05	6.11	1.03	13.97	0.00
5.13	0.00	3.57	5.12	6.17	41.17	8.68	0.63	-0.04	5.79	0.98	12.13	0.00
5.37	0.00	3.61	5.34	5.92	40.92	9.05	0.66	-0.04	5.51	0.93	10.17	0.00
5.62	0.00	3.65	5.56	5.68	40.68	9.42	0.69	-0.04	5.25	0.89	8.09	0.00
5.87	0.00	3.68	5.78	5.47	40.47	9.79	0.72	-0.04	5.03	0.85	5.89	0.00
6.12	0.00	3.70	6.00	5.27	40.27	10.16	0.75	-0.04	4.82	0.82	3.58	0.00
6.37	0.00	3.72	6.22	5.08	40.08	10.53	0.78	-0.04	4.64	0.79	1.17	0.00
6.62	0.00	3.71	6.44	4.91	39.91	10.91	0.80	-0.04	4.48	0.76	-1.34	0.00
6.87	0.00	3.70	6.66	4.75	39.75	11.28	0.83	-0.03	4.35	0.74	-3.93	0.00
7.12	0.00	3.68	6.88	4.59	39.59	11.66	0.86	-0.03	4.23	0.72	-6.57	0.00
7.36	0.00	3.65	7.11	4.45	39.45	12.04	0.88	-0.03	4.13	0.70	-9.27	0.00
7.61	0.00	3.60	7.33	4.31	39.31	12.42	0.91	-0.03	4.04	0.68	-11.98	0.00
7.85	0.00	3.54	7.56	4.18	39.18	12.81	0.93	-0.03	3.98	0.67	-14.70	0.00
8.09	0.00	3.47	7.79	4.06	39.06	13.21	0.95	-0.03	3.92	0.66	-17.40	0.00
8.33	0.00	3.39	8.03	3.94	38.94	13.60	0.97	-0.03	3.89	0.65	-20.06	0.00
8.56	0.00	3.30	8.27	3.82	38.82	14.01	0.99	-0.03	3.86	0.64	-22.67	0.00
8.79	0.00	3.20	8.51	3.71	38.71	14.42	1.01	-0.03	3.84	0.64	-25.21	0.00
9.01	0.00	3.09	8.75	3.61	38.61	14.83	1.03	-0.03	3.84	0.63	-27.66	0.00
9.23	0.00	2.97	9.00	3.51	38.51	15.26	1.05	-0.03	3.84	0.63	-30.03	0.00
9.45	0.00	2.84	9.26	3.41	38.41	15.68	1.06	-0.02	3.85	0.63	-32.30	0.00
9.66	0.00	2.70	9.51	3.32	38.32	16.12	1.08	-0.02	3.86	0.62	-34.46	0.00
9.86	0.00	2.56	9.78	3.23	38.23	16.56	1.10	-0.02	3.88	0.62	-36.52	0.00
10.06	0.00	2.40	10.04	3.15	38.15	17.01	1.11	-0.02	3.90	0.62	-38.48	0.00
10.25	0.00	2.25	10.31	3.07	38.07	17.47	1.13	-0.02	3.93	0.62	-40.34	0.00
10.44	0.00	2.08	10.59	2.99	37.99	17.94	1.14	-0.02	3.96	0.62	-42.10	0.00
10.62	0.00	1.91	10.86	2.91	37.91	18.41	1.15	-0.02	3.99	0.62	-43.77	0.00
10.80	0.00	1.73	11.15	2.83	37.83	18.89	1.17	-0.02	4.02	0.62	-45.35	0.00
10.97	0.00	1.55	11.44	2.76	37.76	19.38	1.18	-0.02	4.06	0.63	-46.84	0.00
11.14	0.00	1.37	11.73	2.69	37.69	19.87	1.20	-0.02	4.09	0.63	-48.25	0.00
11.31	0.00	1.18	12.03	2.63	37.63	20.38	1.21	-0.02	4.12	0.63	-49.59	0.00
11.47	0.00	0.99	12.33	2.56	37.56	20.89	1.22	-0.02	4.16	0.63	-50.85	0.00
11.62	0.00	0.79	12.63	2.50	37.50	21.41	1.24	-0.02	4.19	0.63	-52.05	0.00
11.77	0.00	0.60	12.94	2.44	37.44	21.93	1.25	-0.02	4.23	0.63	-53.18	0.00
11.92	0.00	0.39	13.26	2.38	37.38	22.47	1.27	-0.02	4.26	0.63	-54.26	0.00
12.07	0.00	0.19	13.58	2.33	37.33	23.01	1.28	-0.02	4.29	0.63	-55.28	0.00

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
12.21	0.00	-0.02	13.90	2.27	37.27	23.55	1.30	-0.02	4.33	0.63	-56.25	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 13 (35_23_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1023.6
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1047.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.03 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.59 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.22 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.87 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.56 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	44.0 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.42 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.7
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.3
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.47 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.67 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.94 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.17 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	38.4 psu

Gráficas de evolución de variables

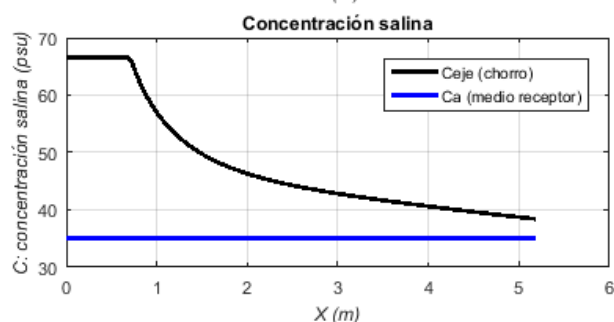
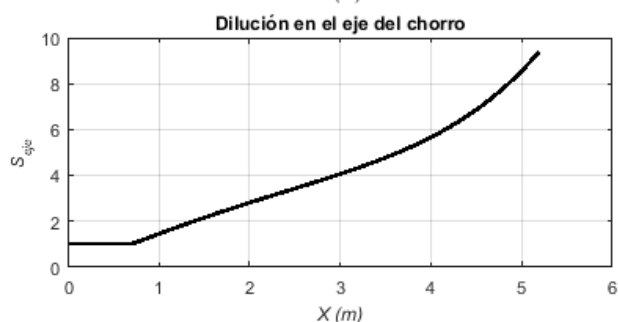
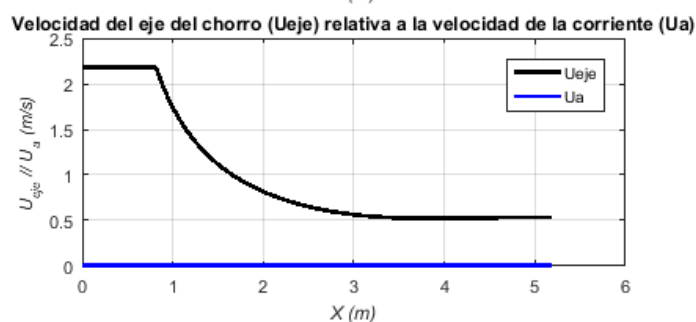
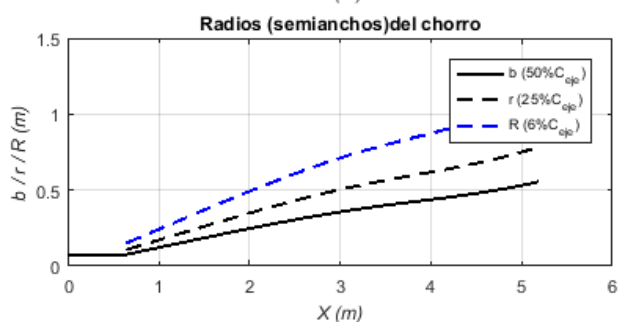
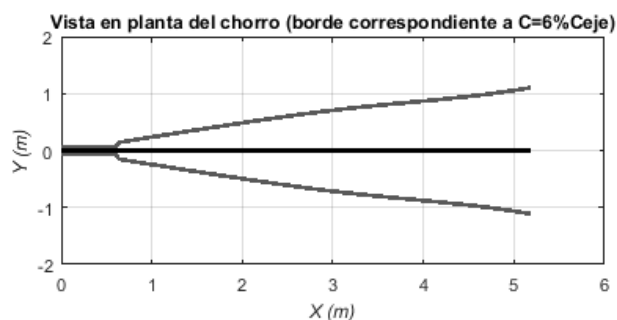
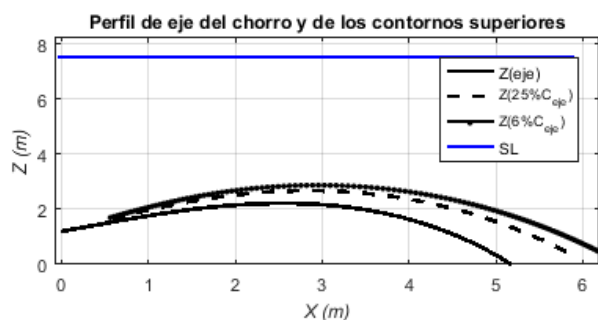


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.07	-0.23	12.23	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	28.76	63.76	1.86	0.09	-0.21	16.76	2.18	29.03	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	22.15	57.15	2.42	0.12	-0.16	12.67	1.76	27.37	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.06	53.06	2.97	0.15	-0.13	10.08	1.41	25.18	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	15.27	50.27	3.51	0.18	-0.11	8.30	1.16	22.38	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.26	48.26	4.04	0.21	-0.10	7.00	0.99	18.90	0.00
1.91	0.00	2.13	2.69	11.73	46.73	4.57	0.24	-0.09	6.03	0.85	14.64	0.00
2.16	0.00	2.19	3.00	10.53	45.53	5.09	0.26	-0.08	5.28	0.75	9.55	0.00
2.41	0.00	2.21	3.31	9.55	44.55	5.61	0.29	-0.07	4.72	0.67	3.64	0.00
2.66	0.00	2.22	3.62	8.74	43.74	6.13	0.32	-0.06	4.31	0.62	-2.97	0.00
2.91	0.00	2.19	3.93	8.04	43.04	6.66	0.35	-0.06	4.04	0.58	-10.03	0.00
3.15	0.00	2.13	4.26	7.43	42.43	7.21	0.37	-0.05	3.88	0.55	-17.20	0.00
3.38	0.00	2.04	4.59	6.89	41.89	7.78	0.39	-0.05	3.80	0.53	-24.11	0.00
3.60	0.00	1.93	4.94	6.40	41.40	8.37	0.41	-0.05	3.80	0.52	-30.48	0.00
3.81	0.00	1.79	5.30	5.96	40.96	8.98	0.42	-0.04	3.84	0.52	-36.17	0.00
4.01	0.00	1.63	5.68	5.57	40.57	9.62	0.44	-0.04	3.91	0.52	-41.15	0.00
4.19	0.00	1.46	6.07	5.21	40.21	10.29	0.45	-0.04	4.00	0.52	-45.46	0.00
4.36	0.00	1.28	6.48	4.88	39.88	10.98	0.47	-0.04	4.09	0.53	-49.19	0.00
4.52	0.00	1.08	6.91	4.57	39.57	11.71	0.48	-0.03	4.18	0.53	-52.41	0.00
4.66	0.00	0.88	7.35	4.30	39.30	12.46	0.49	-0.03	4.27	0.53	-55.21	0.00
4.80	0.00	0.67	7.81	4.05	39.05	13.24	0.51	-0.03	4.36	0.53	-57.66	0.00
4.93	0.00	0.46	8.29	3.81	38.81	14.04	0.52	-0.03	4.44	0.53	-59.80	0.00
5.05	0.00	0.24	8.78	3.60	38.60	14.88	0.54	-0.03	4.51	0.54	-61.70	0.00
5.17	0.00	0.02	9.29	3.40	38.40	15.73	0.55	-0.02	4.58	0.54	-63.39	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 14 (35_23_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1023.6
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1047.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.19 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.96 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.61 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.21 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.18 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.2 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.77 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.6
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.15 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.63 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.31 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.67 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.9
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

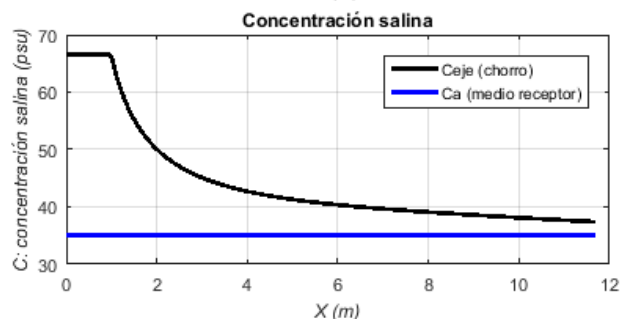
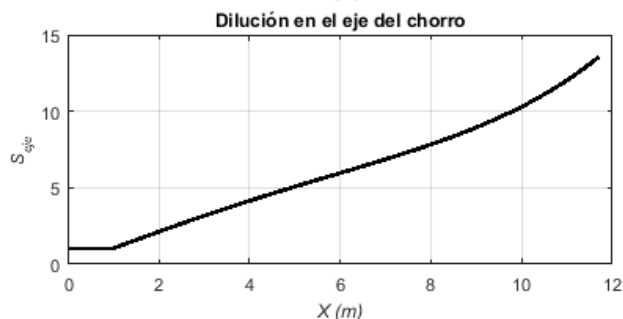
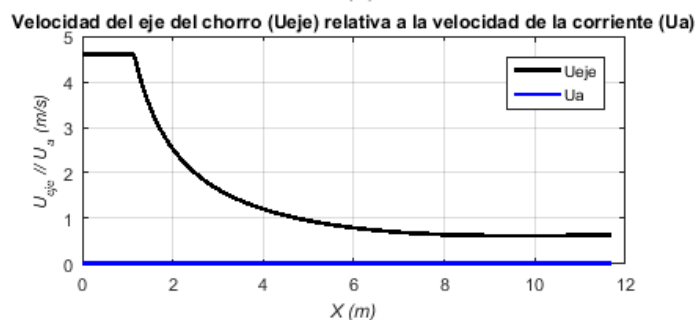
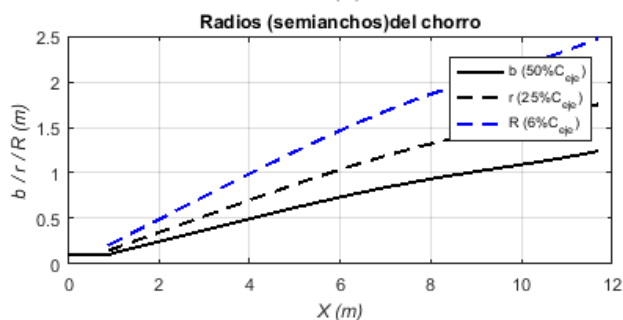
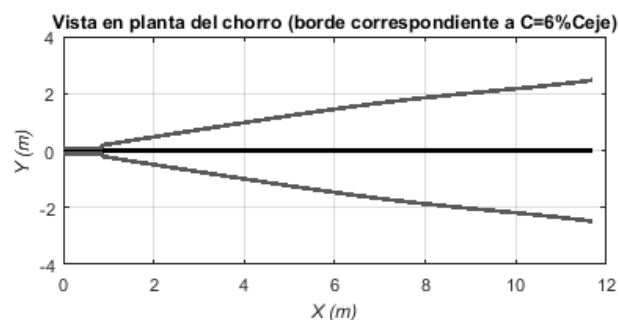
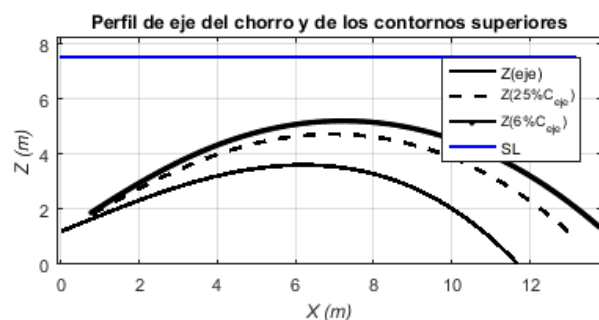


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	21.95	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	30.80	65.80	1.74	0.12	-0.22	32.54	4.61	29.79	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	24.98	59.98	2.14	0.15	-0.18	26.29	4.28	29.47	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	21.02	56.02	2.55	0.17	-0.15	22.01	3.58	29.08	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	18.15	53.15	2.95	0.20	-0.13	18.90	3.08	28.61	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	15.98	50.98	3.35	0.23	-0.12	16.53	2.70	28.07	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.28	49.28	3.75	0.26	-0.10	14.67	2.40	27.45	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	12.91	47.91	4.15	0.29	-0.09	13.16	2.15	26.74	0.00
2.54	0.00	2.60	2.68	11.78	46.78	4.55	0.31	-0.09	11.91	1.95	25.95	0.00
2.77	0.00	2.71	2.92	10.84	45.84	4.94	0.34	-0.08	10.86	1.78	25.07	0.00
3.00	0.00	2.82	3.15	10.04	45.04	5.33	0.37	-0.07	9.96	1.64	24.10	0.00
3.23	0.00	2.92	3.38	9.36	44.36	5.72	0.40	-0.07	9.19	1.51	23.02	0.00
3.46	0.00	3.01	3.61	8.76	43.76	6.11	0.43	-0.06	8.51	1.41	21.84	0.00
3.69	0.00	3.10	3.83	8.24	43.24	6.50	0.46	-0.06	7.92	1.31	20.55	0.00
3.93	0.00	3.19	4.06	7.78	42.78	6.88	0.49	-0.06	7.40	1.23	19.15	0.00
4.16	0.00	3.27	4.29	7.37	42.37	7.26	0.52	-0.05	6.93	1.15	17.62	0.00
4.40	0.00	3.34	4.51	7.01	42.01	7.64	0.54	-0.05	6.51	1.09	15.97	0.00
4.64	0.00	3.40	4.73	6.68	41.68	8.02	0.57	-0.05	6.14	1.03	14.19	0.00
4.89	0.00	3.46	4.95	6.38	41.38	8.40	0.60	-0.05	5.81	0.97	12.28	0.00
5.13	0.00	3.51	5.18	6.11	41.11	8.77	0.63	-0.04	5.51	0.92	10.23	0.00
5.38	0.00	3.55	5.40	5.86	40.86	9.15	0.66	-0.04	5.25	0.88	8.06	0.00
5.63	0.00	3.58	5.62	5.62	40.62	9.52	0.69	-0.04	5.01	0.84	5.75	0.00
5.88	0.00	3.60	5.84	5.41	40.41	9.90	0.72	-0.04	4.80	0.81	3.32	0.00
6.13	0.00	3.61	6.06	5.21	40.21	10.27	0.75	-0.04	4.61	0.78	0.78	0.00
6.38	0.00	3.61	6.29	5.03	40.03	10.65	0.77	-0.04	4.45	0.75	-1.86	0.00
6.63	0.00	3.59	6.51	4.85	39.85	11.03	0.80	-0.04	4.31	0.73	-4.58	0.00
6.87	0.00	3.57	6.74	4.69	39.69	11.42	0.83	-0.03	4.19	0.70	-7.37	0.00
7.12	0.00	3.53	6.97	4.54	39.54	11.80	0.85	-0.03	4.10	0.69	-10.20	0.00
7.37	0.00	3.48	7.20	4.39	39.39	12.20	0.88	-0.03	4.01	0.67	-13.05	0.00
7.61	0.00	3.42	7.43	4.25	39.25	12.59	0.90	-0.03	3.95	0.66	-15.89	0.00
7.85	0.00	3.34	7.67	4.12	39.12	12.99	0.92	-0.03	3.90	0.65	-18.70	0.00
8.08	0.00	3.25	7.91	4.00	39.00	13.40	0.94	-0.03	3.87	0.64	-21.46	0.00
8.31	0.00	3.16	8.15	3.88	38.88	13.81	0.96	-0.03	3.85	0.63	-24.15	0.00
8.54	0.00	3.05	8.40	3.76	38.76	14.23	0.98	-0.03	3.84	0.63	-26.75	0.00
8.76	0.00	2.93	8.65	3.65	38.65	14.66	1.00	-0.03	3.83	0.62	-29.26	0.00
8.97	0.00	2.81	8.91	3.55	38.55	15.09	1.01	-0.03	3.84	0.62	-31.67	0.00
9.18	0.00	2.67	9.17	3.45	38.45	15.53	1.03	-0.03	3.85	0.62	-33.96	0.00
9.39	0.00	2.53	9.43	3.35	38.35	15.98	1.04	-0.02	3.87	0.62	-36.14	0.00
9.59	0.00	2.38	9.70	3.26	38.26	16.43	1.06	-0.02	3.90	0.62	-38.21	0.00
9.78	0.00	2.22	9.97	3.17	38.17	16.90	1.07	-0.02	3.93	0.62	-40.17	0.00
9.97	0.00	2.05	10.25	3.08	38.08	17.37	1.09	-0.02	3.96	0.62	-42.02	0.00
10.15	0.00	1.88	10.53	3.00	38.00	17.85	1.10	-0.02	3.99	0.62	-43.77	0.00
10.33	0.00	1.71	10.82	2.92	37.92	18.34	1.12	-0.02	4.02	0.62	-45.42	0.00
10.50	0.00	1.53	11.11	2.84	37.84	18.83	1.13	-0.02	4.06	0.62	-46.97	0.00
10.67	0.00	1.34	11.41	2.77	37.77	19.34	1.15	-0.02	4.09	0.62	-48.44	0.00
10.84	0.00	1.15	11.71	2.70	37.70	19.85	1.16	-0.02	4.13	0.62	-49.83	0.00
10.99	0.00	0.96	12.02	2.63	37.63	20.37	1.17	-0.02	4.17	0.62	-51.13	0.00
11.15	0.00	0.76	12.33	2.56	37.56	20.89	1.19	-0.02	4.20	0.63	-52.37	0.00
11.30	0.00	0.56	12.65	2.50	37.50	21.43	1.20	-0.02	4.24	0.63	-53.54	0.00
11.45	0.00	0.36	12.97	2.44	37.44	21.97	1.22	-0.02	4.27	0.63	-54.64	0.00
11.59	0.00	0.16	13.29	2.38	37.38	22.53	1.23	-0.02	4.31	0.63	-55.69	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 15 (35_23_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	35
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1023.6
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	66.6049
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1047.6
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.38 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.08 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.4

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.68 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.33 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.37 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	40.1 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.09 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.0
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	37.7 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.19 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.68 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.38 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	12.00 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.7
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.2
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	37.3 psu

Gráficas de evolución de variables

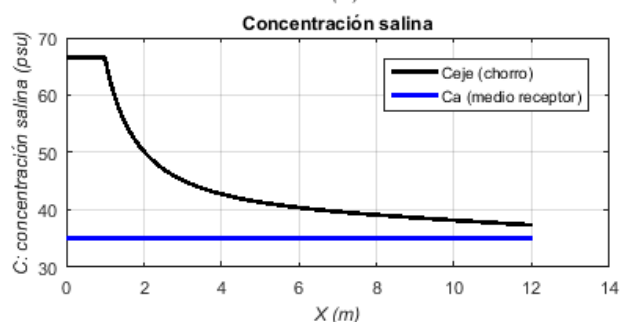
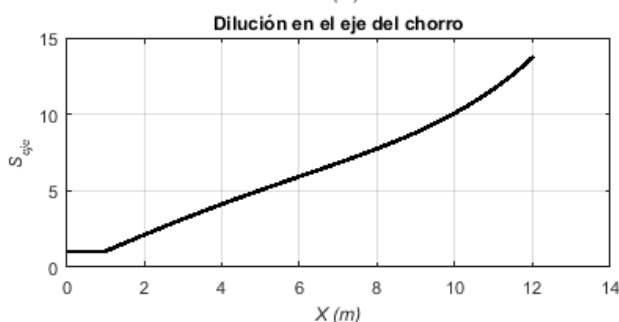
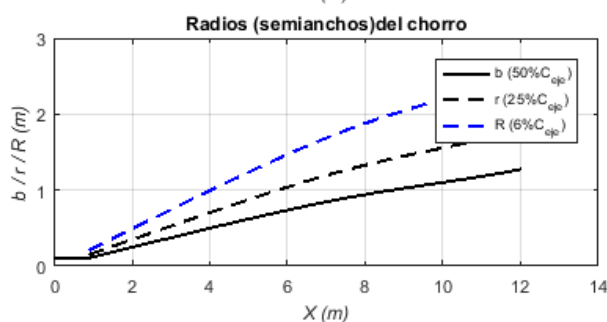
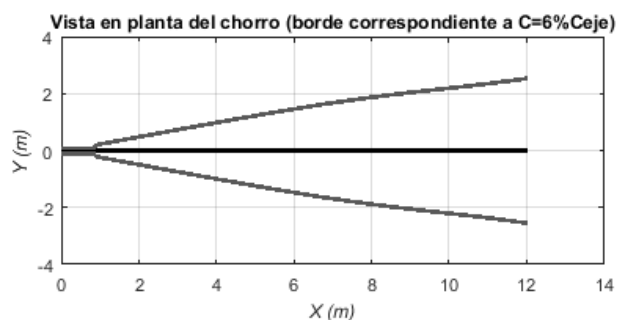
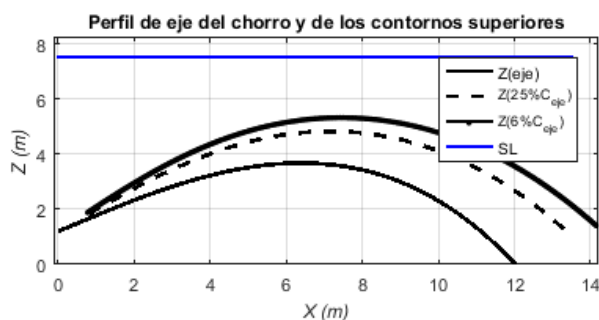


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	31.60	66.60	1.00	0.10	-0.23	22.41	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	30.85	65.85	1.74	0.12	-0.22	33.28	4.72	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.06	60.06	2.14	0.15	-0.18	26.93	4.40	29.50	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	21.10	56.10	2.54	0.17	-0.15	22.58	3.69	29.13	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	18.24	53.24	2.94	0.20	-0.13	19.41	3.18	28.68	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.06	51.06	3.33	0.23	-0.12	16.99	2.78	28.17	0.00
2.10	0.00	2.39	2.20	14.35	49.35	3.73	0.26	-0.10	15.08	2.47	27.59	0.00
2.33	0.00	2.50	2.44	12.98	47.98	4.13	0.29	-0.09	13.54	2.22	26.92	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	11.85	46.85	4.52	0.31	-0.09	12.26	2.02	26.18	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	10.90	45.90	4.91	0.34	-0.08	11.18	1.84	25.36	0.00
3.00	0.00	2.83	3.13	10.10	45.10	5.30	0.37	-0.07	10.27	1.70	24.44	0.00
3.23	0.00	2.93	3.36	9.42	44.42	5.69	0.40	-0.07	9.47	1.57	23.43	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	8.82	43.82	6.07	0.43	-0.06	8.78	1.46	22.33	0.00
3.69	0.00	3.12	3.81	8.29	43.29	6.46	0.46	-0.06	8.18	1.36	21.12	0.00
3.93	0.00	3.20	4.04	7.83	42.83	6.84	0.49	-0.06	7.64	1.27	19.81	0.00
4.16	0.00	3.29	4.26	7.42	42.42	7.22	0.52	-0.05	7.16	1.19	18.39	0.00
4.40	0.00	3.36	4.48	7.05	42.05	7.59	0.55	-0.05	6.73	1.13	16.85	0.00
4.64	0.00	3.43	4.70	6.72	41.72	7.97	0.57	-0.05	6.35	1.06	15.19	0.00
4.88	0.00	3.49	4.92	6.42	41.42	8.34	0.60	-0.05	6.00	1.01	13.41	0.00
5.13	0.00	3.55	5.14	6.14	41.14	8.72	0.63	-0.04	5.69	0.96	11.50	0.00
5.37	0.00	3.59	5.36	5.89	40.89	9.09	0.66	-0.04	5.42	0.91	9.47	0.00
5.62	0.00	3.63	5.58	5.66	40.66	9.46	0.69	-0.04	5.17	0.87	7.32	0.00
5.87	0.00	3.66	5.80	5.45	40.45	9.83	0.72	-0.04	4.95	0.84	5.04	0.00
6.12	0.00	3.67	6.02	5.25	40.25	10.20	0.75	-0.04	4.75	0.80	2.65	0.00
6.37	0.00	3.68	6.24	5.06	40.06	10.58	0.78	-0.04	4.57	0.77	0.16	0.00
6.62	0.00	3.67	6.46	4.89	39.89	10.95	0.80	-0.04	4.42	0.75	-2.42	0.00
6.87	0.00	3.66	6.69	4.73	39.73	11.33	0.83	-0.03	4.29	0.73	-5.08	0.00
7.12	0.00	3.63	6.91	4.57	39.57	11.71	0.86	-0.03	4.18	0.71	-7.79	0.00
7.36	0.00	3.59	7.14	4.43	39.43	12.10	0.88	-0.03	4.09	0.69	-10.54	0.00
7.61	0.00	3.54	7.37	4.29	39.29	12.48	0.90	-0.03	4.01	0.67	-13.30	0.00
7.85	0.00	3.48	7.60	4.16	39.16	12.88	0.93	-0.03	3.95	0.66	-16.05	0.00
8.09	0.00	3.40	7.83	4.03	39.03	13.28	0.95	-0.03	3.90	0.65	-18.78	0.00
8.32	0.00	3.31	8.07	3.91	38.91	13.68	0.97	-0.03	3.87	0.64	-21.46	0.00
8.55	0.00	3.22	8.31	3.80	38.80	14.09	0.99	-0.03	3.85	0.64	-24.07	0.00
8.78	0.00	3.11	8.56	3.69	38.69	14.50	1.01	-0.03	3.84	0.63	-26.60	0.00
9.00	0.00	2.99	8.81	3.59	38.59	14.93	1.02	-0.03	3.84	0.63	-29.04	0.00
9.22	0.00	2.87	9.06	3.49	38.49	15.35	1.04	-0.03	3.84	0.62	-31.39	0.00
9.43	0.00	2.73	9.32	3.39	38.39	15.79	1.06	-0.02	3.85	0.62	-33.63	0.00
9.63	0.00	2.59	9.58	3.30	38.30	16.23	1.07	-0.02	3.87	0.62	-35.76	0.00
9.83	0.00	2.44	9.84	3.21	38.21	16.68	1.09	-0.02	3.89	0.62	-37.79	0.00
10.03	0.00	2.28	10.11	3.12	38.12	17.14	1.10	-0.02	3.92	0.62	-39.72	0.00
10.22	0.00	2.12	10.39	3.04	38.04	17.60	1.12	-0.02	3.95	0.62	-41.54	0.00
10.40	0.00	1.95	10.67	2.96	37.96	18.08	1.13	-0.02	3.98	0.62	-43.26	0.00
10.58	0.00	1.78	10.95	2.89	37.89	18.56	1.15	-0.02	4.01	0.62	-44.89	0.00
10.76	0.00	1.60	11.24	2.81	37.81	19.05	1.16	-0.02	4.05	0.62	-46.43	0.00
10.93	0.00	1.42	11.53	2.74	37.74	19.54	1.17	-0.02	4.08	0.62	-47.89	0.00
11.09	0.00	1.23	11.83	2.67	37.67	20.05	1.19	-0.02	4.12	0.63	-49.26	0.00
11.25	0.00	1.04	12.13	2.60	37.60	20.56	1.20	-0.02	4.15	0.63	-50.56	0.00
11.41	0.00	0.84	12.44	2.54	37.54	21.08	1.22	-0.02	4.19	0.63	-51.79	0.00
11.56	0.00	0.65	12.75	2.48	37.48	21.60	1.23	-0.02	4.22	0.63	-52.96	0.00
11.71	0.00	0.44	13.07	2.42	37.42	22.14	1.24	-0.02	4.25	0.63	-54.06	0.00
11.86	0.00	0.24	13.39	2.36	37.36	22.68	1.26	-0.02	4.29	0.63	-55.11	0.00
12.00	0.00	0.03	13.71	2.31	37.31	23.23	1.27	-0.02	4.32	0.63	-56.10	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 16 (37_13_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1053
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.19 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.65 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.3

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.26 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.94 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.67 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.59 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	41.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.49 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.69 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.98 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.36 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

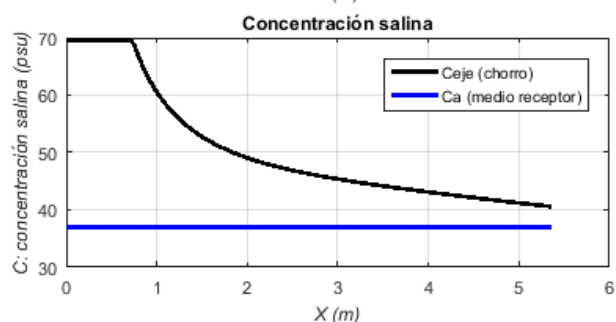
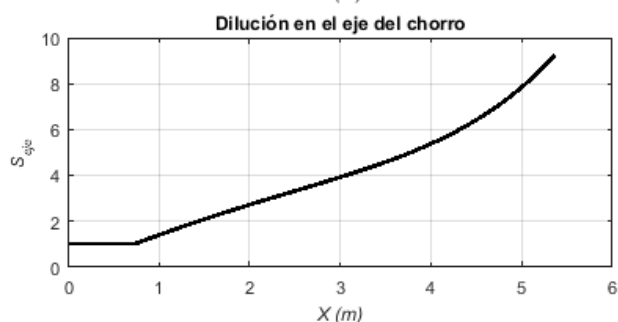
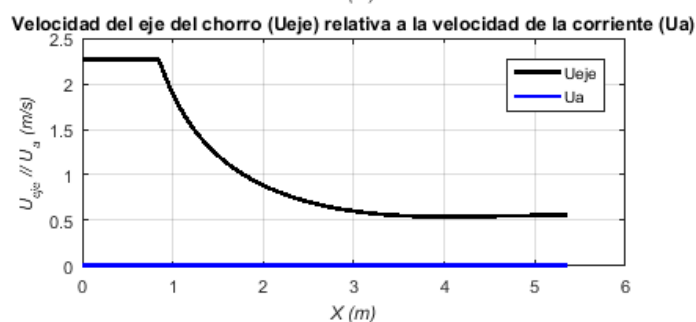
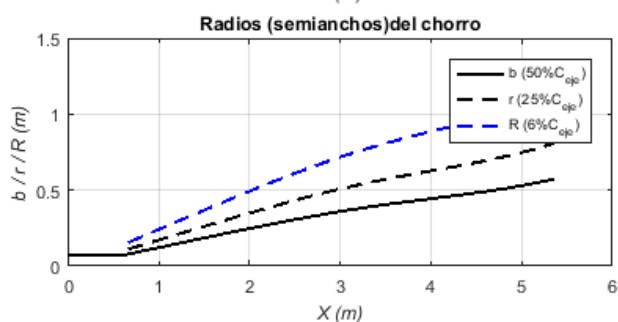
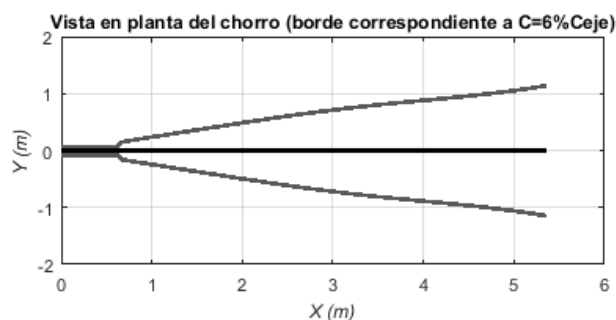
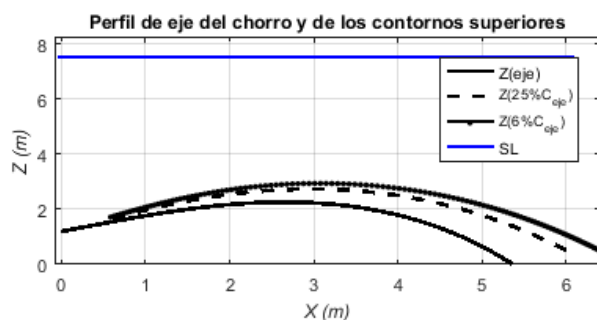


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.07	-0.24	12.28	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	29.96	66.96	1.85	0.09	-0.22	16.99	2.27	29.07	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	23.22	60.22	2.38	0.12	-0.17	12.93	1.86	27.51	0.00
1.23	0.00	1.89	1.72	19.00	56.00	2.91	0.15	-0.14	10.34	1.50	25.47	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	16.10	53.10	3.43	0.18	-0.12	8.55	1.24	22.86	0.00
1.70	0.00	2.08	2.33	14.00	51.00	3.95	0.21	-0.10	7.23	1.06	19.64	0.00
1.93	0.00	2.15	2.63	12.41	49.41	4.46	0.24	-0.09	6.23	0.92	15.71	0.00
2.18	0.00	2.21	2.93	11.15	48.15	4.96	0.27	-0.08	5.47	0.81	11.04	0.00
2.42	0.00	2.25	3.22	10.12	47.12	5.46	0.30	-0.07	4.88	0.72	5.59	0.00
2.67	0.00	2.26	3.52	9.27	46.27	5.97	0.32	-0.07	4.44	0.66	-0.55	0.00
2.92	0.00	2.24	3.82	8.54	45.54	6.48	0.35	-0.06	4.13	0.61	-7.21	0.00
3.17	0.00	2.20	4.13	7.90	44.90	7.00	0.37	-0.06	3.93	0.58	-14.10	0.00
3.41	0.00	2.12	4.45	7.34	44.34	7.54	0.40	-0.05	3.83	0.56	-20.89	0.00
3.63	0.00	2.02	4.78	6.83	43.83	8.09	0.41	-0.05	3.80	0.55	-27.29	0.00
3.85	0.00	1.89	5.12	6.38	43.38	8.67	0.43	-0.05	3.81	0.54	-33.11	0.00
4.05	0.00	1.75	5.47	5.96	42.96	9.27	0.45	-0.04	3.87	0.54	-38.28	0.00
4.24	0.00	1.59	5.84	5.59	42.59	9.90	0.46	-0.04	3.94	0.54	-42.81	0.00
4.42	0.00	1.41	6.23	5.24	42.24	10.55	0.48	-0.04	4.03	0.54	-46.75	0.00
4.59	0.00	1.22	6.63	4.92	41.92	11.23	0.49	-0.04	4.12	0.55	-50.17	0.00
4.74	0.00	1.03	7.05	4.63	41.63	11.94	0.50	-0.03	4.21	0.55	-53.15	0.00
4.89	0.00	0.82	7.48	4.37	41.37	12.67	0.52	-0.03	4.29	0.55	-55.75	0.00
5.02	0.00	0.61	7.92	4.12	41.12	13.43	0.53	-0.03	4.37	0.55	-58.04	0.00
5.15	0.00	0.40	8.38	3.89	40.89	14.21	0.55	-0.03	4.45	0.56	-60.07	0.00
5.27	0.00	0.18	8.86	3.68	40.68	15.01	0.56	-0.03	4.52	0.56	-61.87	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 17 (37_13_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1053
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.63 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.06 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.67 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.31 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.38 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.05 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.7
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.9
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.18 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.67 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.37 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.95 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.6
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.0
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.4 psu

Gráficas de evolución de variables

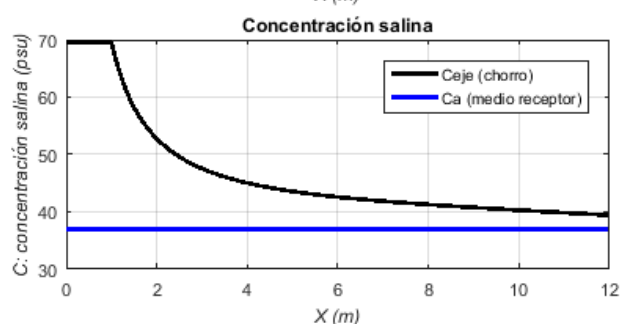
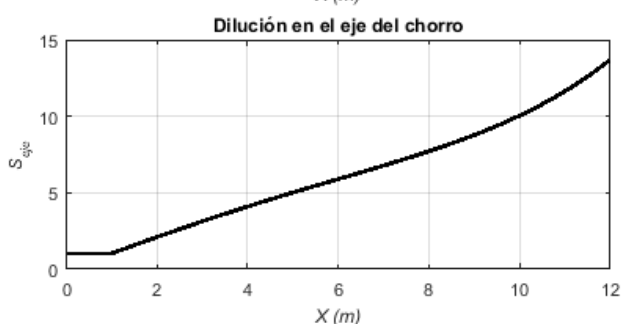
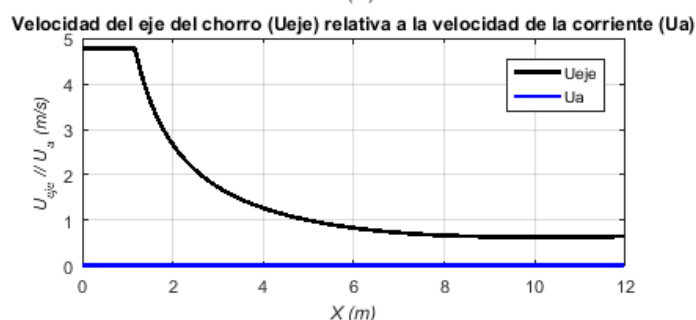
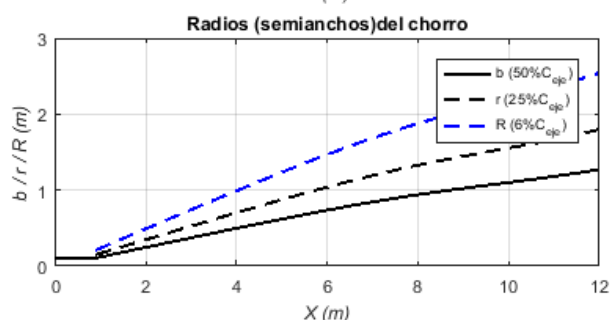
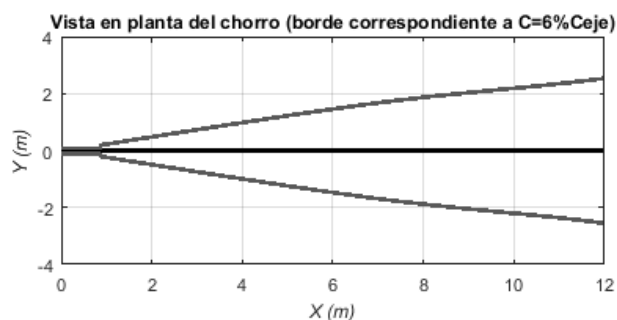
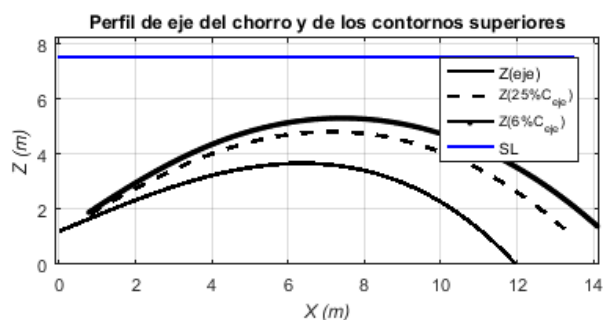


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	22.19	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	31.89	68.89	1.73	0.12	-0.23	32.98	4.79	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.93	62.93	2.13	0.15	-0.19	26.71	4.46	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	21.85	58.85	2.53	0.17	-0.16	22.40	3.75	29.11	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	18.89	55.89	2.93	0.20	-0.14	19.26	3.23	28.67	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.64	53.64	3.32	0.23	-0.12	16.86	2.83	28.15	0.00
2.11	0.00	2.39	2.19	14.87	51.87	3.72	0.26	-0.11	14.97	2.51	27.56	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.45	50.45	4.11	0.29	-0.10	13.44	2.26	26.89	0.00
2.56	0.00	2.61	2.66	12.28	49.28	4.50	0.31	-0.09	12.17	2.05	26.13	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	11.31	48.31	4.89	0.34	-0.08	11.11	1.87	25.30	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.48	47.48	5.28	0.37	-0.08	10.20	1.72	24.37	0.00
3.24	0.00	2.93	3.34	9.76	46.76	5.66	0.40	-0.07	9.41	1.59	23.35	0.00
3.47	0.00	3.03	3.57	9.15	46.15	6.05	0.43	-0.07	8.72	1.48	22.23	0.00
3.70	0.00	3.12	3.79	8.60	45.60	6.43	0.46	-0.06	8.12	1.38	21.01	0.00
3.93	0.00	3.20	4.02	8.12	45.12	6.81	0.49	-0.06	7.59	1.29	19.68	0.00
4.17	0.00	3.29	4.24	7.70	44.70	7.18	0.52	-0.06	7.11	1.21	18.24	0.00
4.41	0.00	3.36	4.46	7.32	44.32	7.56	0.55	-0.05	6.69	1.14	16.68	0.00
4.65	0.00	3.43	4.68	6.97	43.97	7.93	0.58	-0.05	6.31	1.08	15.00	0.00
4.89	0.00	3.49	4.90	6.66	43.66	8.30	0.60	-0.05	5.96	1.03	13.20	0.00
5.14	0.00	3.54	5.12	6.38	43.38	8.68	0.63	-0.05	5.66	0.97	11.27	0.00
5.38	0.00	3.59	5.34	6.11	43.11	9.04	0.66	-0.04	5.38	0.93	9.21	0.00
5.63	0.00	3.62	5.56	5.88	42.88	9.41	0.69	-0.04	5.14	0.89	7.03	0.00
5.88	0.00	3.65	5.77	5.65	42.65	9.78	0.72	-0.04	4.92	0.85	4.73	0.00
6.13	0.00	3.66	5.99	5.45	42.45	10.15	0.75	-0.04	4.72	0.82	2.31	0.00
6.38	0.00	3.67	6.21	5.25	42.25	10.53	0.78	-0.04	4.55	0.79	-0.21	0.00
6.63	0.00	3.66	6.43	5.07	42.07	10.90	0.80	-0.04	4.40	0.76	-2.81	0.00
6.88	0.00	3.64	6.66	4.90	41.90	11.28	0.83	-0.04	4.27	0.74	-5.49	0.00
7.12	0.00	3.61	6.88	4.75	41.75	11.66	0.86	-0.03	4.16	0.72	-8.23	0.00
7.37	0.00	3.57	7.11	4.59	41.59	12.04	0.88	-0.03	4.07	0.70	-10.99	0.00
7.62	0.00	3.52	7.33	4.45	41.45	12.43	0.90	-0.03	4.00	0.69	-13.77	0.00
7.86	0.00	3.45	7.56	4.31	41.31	12.82	0.93	-0.03	3.94	0.67	-16.53	0.00
8.09	0.00	3.38	7.80	4.19	41.19	13.22	0.95	-0.03	3.90	0.66	-19.26	0.00
8.33	0.00	3.29	8.04	4.06	41.06	13.62	0.97	-0.03	3.86	0.66	-21.94	0.00
8.56	0.00	3.19	8.28	3.94	40.94	14.03	0.99	-0.03	3.84	0.65	-24.55	0.00
8.78	0.00	3.08	8.52	3.83	40.83	14.44	1.01	-0.03	3.84	0.64	-27.08	0.00
9.00	0.00	2.96	8.77	3.72	40.72	14.86	1.02	-0.03	3.84	0.64	-29.52	0.00
9.22	0.00	2.83	9.02	3.62	40.62	15.29	1.04	-0.03	3.84	0.64	-31.85	0.00
9.43	0.00	2.70	9.28	3.52	40.52	15.72	1.06	-0.03	3.86	0.64	-34.08	0.00
9.63	0.00	2.55	9.54	3.42	40.42	16.16	1.07	-0.03	3.87	0.64	-36.21	0.00
9.83	0.00	2.40	9.80	3.33	40.33	16.61	1.09	-0.02	3.90	0.64	-38.22	0.00
10.02	0.00	2.25	10.07	3.24	40.24	17.07	1.10	-0.02	3.92	0.64	-40.13	0.00
10.21	0.00	2.08	10.35	3.15	40.15	17.53	1.12	-0.02	3.95	0.64	-41.94	0.00
10.40	0.00	1.91	10.63	3.07	40.07	18.01	1.13	-0.02	3.99	0.64	-43.65	0.00
10.58	0.00	1.74	10.91	2.99	39.99	18.49	1.14	-0.02	4.02	0.64	-45.27	0.00
10.75	0.00	1.56	11.20	2.91	39.91	18.97	1.16	-0.02	4.05	0.64	-46.79	0.00
10.92	0.00	1.37	11.49	2.84	39.84	19.47	1.17	-0.02	4.09	0.64	-48.23	0.00
11.08	0.00	1.18	11.79	2.77	39.77	19.97	1.19	-0.02	4.12	0.64	-49.60	0.00
11.24	0.00	0.99	12.09	2.70	39.70	20.48	1.20	-0.02	4.16	0.64	-50.89	0.00
11.40	0.00	0.80	12.39	2.63	39.63	21.00	1.21	-0.02	4.19	0.64	-52.11	0.00
11.55	0.00	0.60	12.71	2.57	39.57	21.53	1.23	-0.02	4.23	0.64	-53.26	0.00
11.70	0.00	0.40	13.02	2.51	39.51	22.06	1.24	-0.02	4.26	0.64	-54.35	0.00
11.84	0.00	0.19	13.34	2.45	39.45	22.60	1.26	-0.02	4.30	0.65	-55.39	0.00
11.98	0.00	-0.02	13.66	2.39	39.39	23.15	1.27	-0.02	4.33	0.65	-56.37	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 18 (37_13_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1053
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.06 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.56 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.20 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.84 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.51 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.4

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.5 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.33 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.5
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.0
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	42.0 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.46 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.92 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.08 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.6 psu

Gráficas de evolución de variables

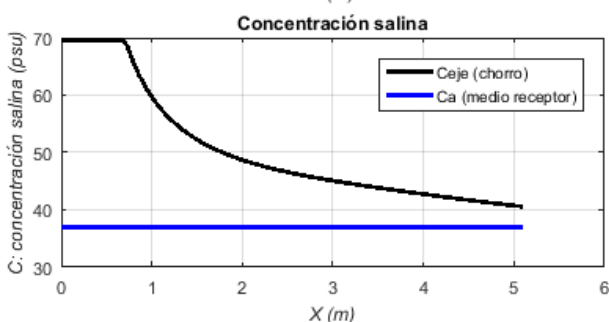
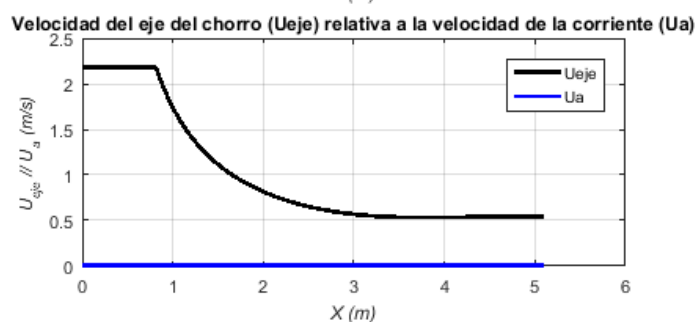
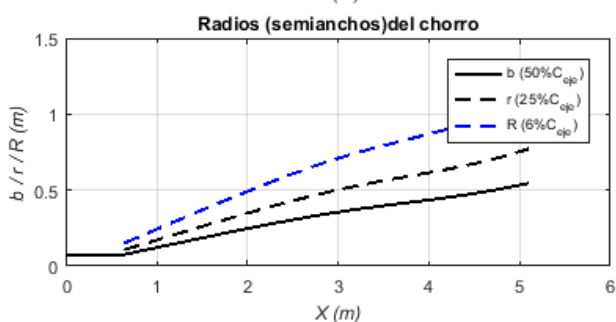
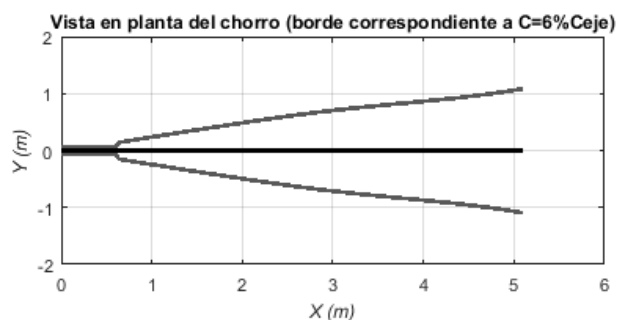
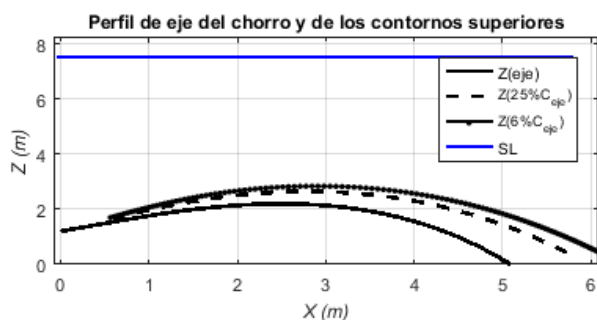


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.07	-0.24	11.98	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	29.70	66.70	1.86	0.09	-0.22	16.42	2.18	28.98	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	22.88	59.88	2.42	0.12	-0.17	12.40	1.76	27.26	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.66	55.66	2.96	0.15	-0.14	9.86	1.40	24.97	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	15.78	52.78	3.50	0.18	-0.12	8.11	1.16	22.04	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.70	50.70	4.04	0.21	-0.10	6.84	0.99	18.38	0.00
1.92	0.00	2.13	2.69	12.12	49.12	4.56	0.24	-0.09	5.88	0.85	13.90	0.00
2.16	0.00	2.18	3.00	10.88	47.88	5.08	0.27	-0.08	5.16	0.75	8.56	0.00
2.41	0.00	2.20	3.31	9.87	46.87	5.60	0.29	-0.07	4.62	0.67	2.38	0.00
2.66	0.00	2.19	3.62	9.03	46.03	6.13	0.32	-0.07	4.24	0.62	-4.50	0.00
2.91	0.00	2.16	3.93	8.30	45.30	6.66	0.35	-0.06	3.99	0.58	-11.78	0.00
3.15	0.00	2.09	4.26	7.66	44.66	7.22	0.37	-0.06	3.85	0.55	-19.06	0.00
3.38	0.00	2.00	4.60	7.10	44.10	7.79	0.39	-0.05	3.79	0.54	-25.99	0.00
3.60	0.00	1.88	4.95	6.60	43.60	8.38	0.40	-0.05	3.81	0.53	-32.30	0.00
3.80	0.00	1.73	5.31	6.14	43.14	9.01	0.42	-0.05	3.86	0.53	-37.88	0.00
3.99	0.00	1.57	5.70	5.73	42.73	9.65	0.43	-0.04	3.94	0.53	-42.72	0.00
4.17	0.00	1.39	6.10	5.35	42.35	10.33	0.45	-0.04	4.03	0.53	-46.90	0.00
4.33	0.00	1.21	6.51	5.01	42.01	11.04	0.46	-0.04	4.13	0.54	-50.50	0.00
4.49	0.00	1.01	6.95	4.70	41.70	11.77	0.48	-0.03	4.22	0.54	-53.61	0.00
4.63	0.00	0.80	7.40	4.41	41.41	12.54	0.49	-0.03	4.31	0.54	-56.31	0.00
4.77	0.00	0.59	7.87	4.15	41.15	13.33	0.50	-0.03	4.39	0.54	-58.66	0.00
4.89	0.00	0.38	8.35	3.91	40.91	14.15	0.52	-0.03	4.47	0.55	-60.73	0.00
5.01	0.00	0.16	8.85	3.69	40.69	14.99	0.53	-0.03	4.54	0.55	-62.56	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 19 (37_13_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1053
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.33 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.88 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.5

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.56 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.13 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.09 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.0

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.58 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.3
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.13 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.60 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.27 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.48 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.6
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.5 psu

Gráficas de evolución de variables

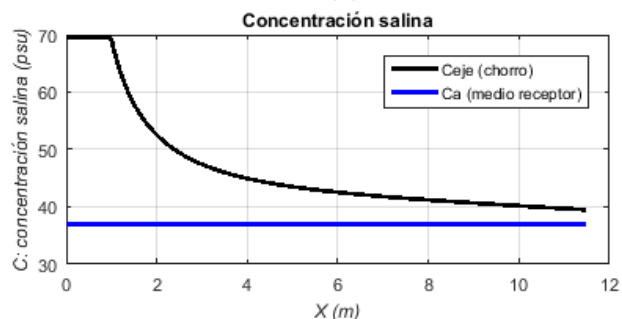
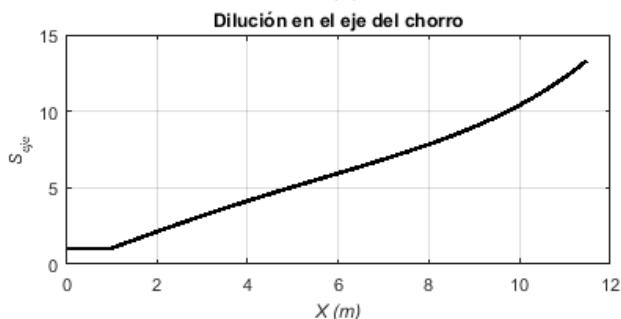
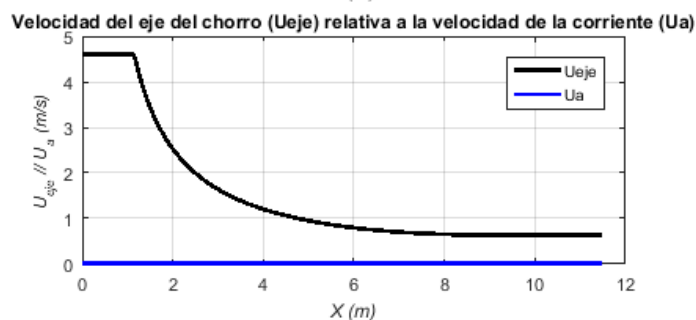
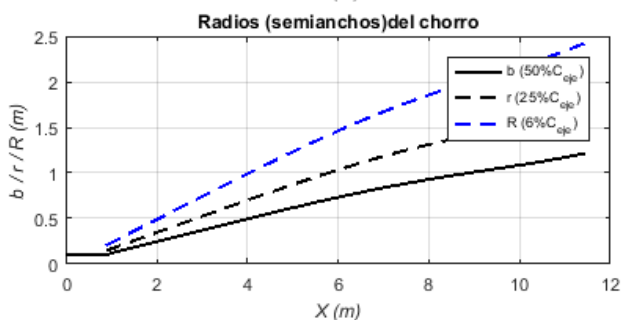
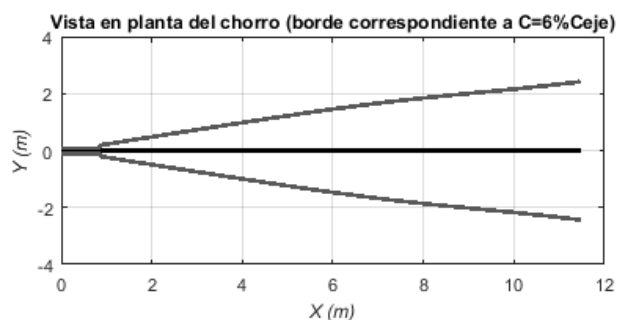
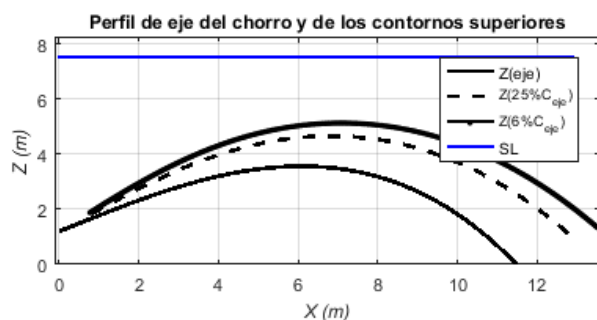


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	21.51	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	31.81	68.81	1.74	0.12	-0.23	31.88	4.61	29.78	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	25.80	62.80	2.14	0.15	-0.19	25.75	4.27	29.45	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	21.71	58.71	2.55	0.17	-0.16	21.56	3.58	29.04	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	18.75	55.75	2.95	0.20	-0.14	18.51	3.08	28.55	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	16.51	53.51	3.35	0.23	-0.12	16.19	2.70	27.99	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.75	51.75	3.75	0.26	-0.11	14.36	2.39	27.34	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	13.33	50.33	4.15	0.29	-0.10	12.87	2.15	26.60	0.00
2.55	0.00	2.60	2.68	12.17	49.17	4.54	0.31	-0.09	11.65	1.95	25.78	0.00
2.77	0.00	2.71	2.91	11.20	48.20	4.94	0.34	-0.08	10.62	1.78	24.85	0.00
3.00	0.00	2.81	3.15	10.38	47.38	5.33	0.37	-0.08	9.74	1.64	23.83	0.00
3.23	0.00	2.91	3.38	9.67	46.67	5.72	0.40	-0.07	8.98	1.51	22.71	0.00
3.46	0.00	3.01	3.60	9.06	46.06	6.11	0.43	-0.07	8.32	1.40	21.47	0.00
3.69	0.00	3.09	3.83	8.52	45.52	6.49	0.46	-0.06	7.74	1.31	20.12	0.00
3.93	0.00	3.18	4.06	8.05	45.05	6.87	0.49	-0.06	7.23	1.22	18.64	0.00
4.17	0.00	3.25	4.28	7.62	44.62	7.26	0.52	-0.06	6.77	1.15	17.04	0.00
4.41	0.00	3.32	4.51	7.24	44.24	7.63	0.55	-0.05	6.36	1.08	15.30	0.00
4.65	0.00	3.39	4.73	6.90	43.90	8.01	0.57	-0.05	6.00	1.02	13.43	0.00
4.89	0.00	3.44	4.95	6.59	43.59	8.39	0.60	-0.05	5.68	0.97	11.43	0.00
5.14	0.00	3.48	5.17	6.31	43.31	8.76	0.63	-0.05	5.39	0.92	9.28	0.00
5.39	0.00	3.52	5.39	6.05	43.05	9.14	0.66	-0.04	5.13	0.88	7.00	0.00
5.64	0.00	3.55	5.61	5.81	42.81	9.51	0.69	-0.04	4.90	0.84	4.58	0.00
5.89	0.00	3.56	5.84	5.59	42.59	9.89	0.72	-0.04	4.70	0.81	2.04	0.00
6.14	0.00	3.56	6.06	5.39	42.39	10.27	0.75	-0.04	4.52	0.78	-0.61	0.00
6.39	0.00	3.55	6.28	5.20	42.20	10.65	0.77	-0.04	4.37	0.75	-3.35	0.00
6.63	0.00	3.53	6.51	5.02	42.02	11.03	0.80	-0.04	4.24	0.73	-6.17	0.00
6.88	0.00	3.50	6.74	4.85	41.85	11.41	0.83	-0.04	4.13	0.71	-9.04	0.00
7.13	0.00	3.46	6.97	4.69	41.69	11.80	0.85	-0.03	4.04	0.69	-11.95	0.00
7.37	0.00	3.40	7.20	4.53	41.53	12.20	0.87	-0.03	3.97	0.68	-14.85	0.00
7.61	0.00	3.33	7.44	4.39	41.39	12.60	0.89	-0.03	3.92	0.66	-17.73	0.00
7.85	0.00	3.24	7.67	4.25	41.25	13.00	0.92	-0.03	3.88	0.66	-20.57	0.00
8.08	0.00	3.15	7.92	4.12	41.12	13.41	0.93	-0.03	3.85	0.65	-23.34	0.00
8.31	0.00	3.05	8.16	4.00	41.00	13.83	0.95	-0.03	3.84	0.64	-26.03	0.00
8.53	0.00	2.93	8.41	3.88	40.88	14.26	0.97	-0.03	3.83	0.64	-28.62	0.00
8.75	0.00	2.81	8.67	3.77	40.77	14.69	0.99	-0.03	3.84	0.63	-31.10	0.00
8.96	0.00	2.67	8.93	3.66	40.66	15.13	1.00	-0.03	3.85	0.63	-33.46	0.00
9.16	0.00	2.53	9.19	3.55	40.55	15.57	1.02	-0.03	3.87	0.63	-35.72	0.00
9.36	0.00	2.38	9.46	3.45	40.45	16.03	1.04	-0.03	3.89	0.63	-37.85	0.00
9.56	0.00	2.23	9.73	3.35	40.35	16.49	1.05	-0.02	3.92	0.63	-39.87	0.00
9.75	0.00	2.06	10.01	3.26	40.26	16.96	1.07	-0.02	3.95	0.63	-41.77	0.00
9.93	0.00	1.89	10.29	3.17	40.17	17.44	1.08	-0.02	3.98	0.63	-43.57	0.00
10.11	0.00	1.72	10.58	3.09	40.09	17.92	1.09	-0.02	4.02	0.63	-45.26	0.00
10.28	0.00	1.54	10.87	3.00	40.00	18.42	1.11	-0.02	4.05	0.63	-46.86	0.00
10.45	0.00	1.35	11.17	2.92	39.92	18.92	1.12	-0.02	4.09	0.63	-48.36	0.00
10.61	0.00	1.16	11.47	2.85	39.85	19.43	1.14	-0.02	4.13	0.64	-49.78	0.00
10.77	0.00	0.97	11.78	2.77	39.77	19.95	1.15	-0.02	4.17	0.64	-51.12	0.00
10.93	0.00	0.78	12.09	2.70	39.70	20.48	1.16	-0.02	4.20	0.64	-52.38	0.00
11.08	0.00	0.58	12.40	2.63	39.63	21.02	1.18	-0.02	4.24	0.64	-53.57	0.00
11.23	0.00	0.37	12.72	2.57	39.57	21.56	1.19	-0.02	4.27	0.64	-54.69	0.00
11.37	0.00	0.17	13.05	2.50	39.50	22.11	1.21	-0.02	4.31	0.64	-55.76	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 20 (37_13_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1053
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.52 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.99 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.63 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.25 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.28 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.87 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.6
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.16 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.33 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.77 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.8
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.4 psu

Gráficas de evolución de variables

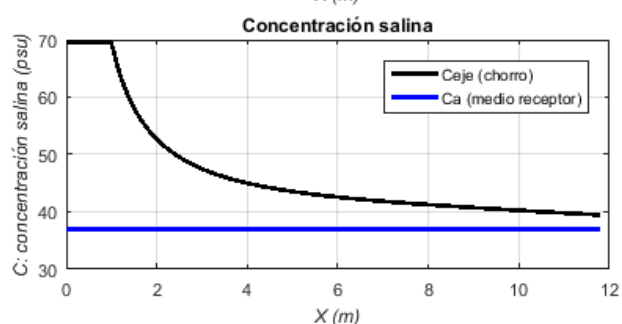
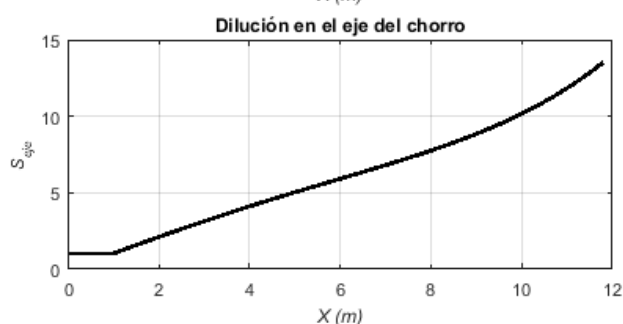
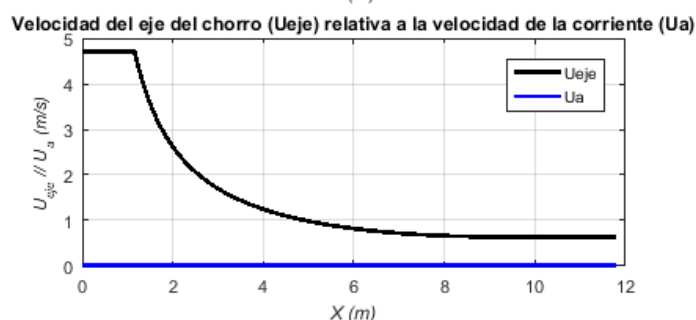
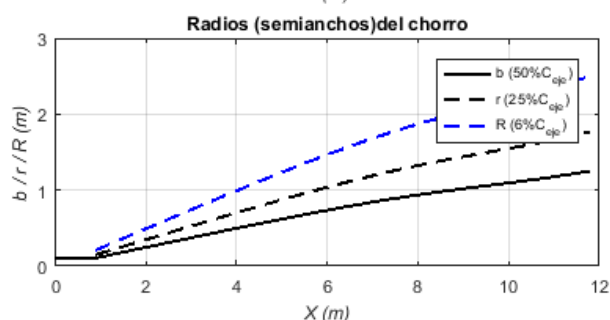
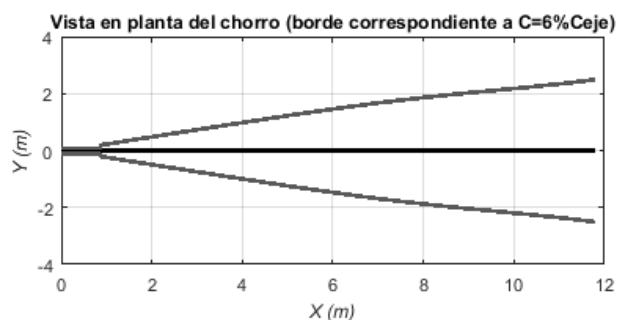
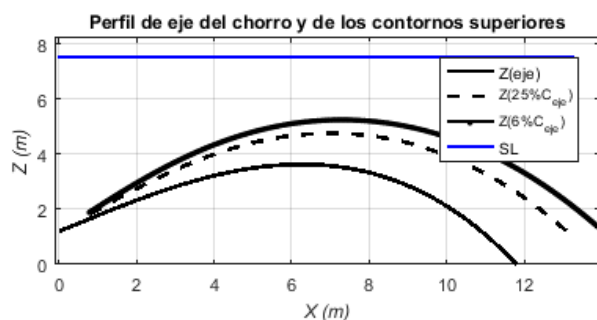


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	21.96	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	31.86	68.86	1.74	0.12	-0.23	32.61	4.72	29.79	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.88	62.88	2.14	0.15	-0.19	26.38	4.40	29.48	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	21.80	58.80	2.54	0.17	-0.16	22.12	3.69	29.09	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	18.84	55.84	2.94	0.20	-0.14	19.01	3.18	28.63	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.59	53.59	3.33	0.23	-0.12	16.63	2.78	28.10	0.00
2.11	0.00	2.38	2.20	14.83	51.83	3.73	0.26	-0.11	14.76	2.47	27.48	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.41	50.41	4.13	0.29	-0.10	13.25	2.22	26.79	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	12.24	49.24	4.52	0.31	-0.09	11.99	2.02	26.02	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	11.27	48.27	4.91	0.34	-0.08	10.94	1.84	25.15	0.00
3.00	0.00	2.82	3.13	10.44	47.44	5.30	0.37	-0.08	10.04	1.69	24.19	0.00
3.23	0.00	2.92	3.36	9.73	46.73	5.68	0.40	-0.07	9.26	1.57	23.14	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	9.11	46.11	6.07	0.43	-0.07	8.58	1.45	21.98	0.00
3.70	0.00	3.11	3.81	8.57	45.57	6.45	0.46	-0.06	7.99	1.36	20.72	0.00
3.93	0.00	3.20	4.03	8.09	45.09	6.83	0.49	-0.06	7.46	1.27	19.34	0.00
4.17	0.00	3.28	4.26	7.67	44.67	7.21	0.52	-0.06	6.99	1.19	17.84	0.00
4.41	0.00	3.35	4.48	7.29	44.29	7.59	0.55	-0.05	6.57	1.12	16.23	0.00
4.65	0.00	3.41	4.70	6.95	43.95	7.96	0.58	-0.05	6.20	1.06	14.48	0.00
4.89	0.00	3.47	4.92	6.63	43.63	8.34	0.60	-0.05	5.86	1.01	12.61	0.00
5.14	0.00	3.52	5.14	6.35	43.35	8.71	0.63	-0.05	5.56	0.96	10.61	0.00
5.38	0.00	3.57	5.36	6.09	43.09	9.08	0.66	-0.04	5.29	0.91	8.48	0.00
5.63	0.00	3.60	5.58	5.85	42.85	9.45	0.69	-0.04	5.05	0.87	6.22	0.00
5.88	0.00	3.62	5.80	5.63	42.63	9.82	0.72	-0.04	4.84	0.84	3.84	0.00
6.13	0.00	3.63	6.02	5.42	42.42	10.20	0.75	-0.04	4.65	0.80	1.34	0.00
6.38	0.00	3.63	6.24	5.23	42.23	10.57	0.78	-0.04	4.49	0.77	-1.25	0.00
6.63	0.00	3.62	6.46	5.05	42.05	10.95	0.80	-0.04	4.34	0.75	-3.93	0.00
6.88	0.00	3.60	6.68	4.88	41.88	11.33	0.83	-0.04	4.22	0.73	-6.68	0.00
7.13	0.00	3.56	6.91	4.72	41.72	11.71	0.85	-0.03	4.12	0.71	-9.47	0.00
7.37	0.00	3.51	7.14	4.57	41.57	12.10	0.88	-0.03	4.03	0.69	-12.29	0.00
7.61	0.00	3.45	7.37	4.43	41.43	12.49	0.90	-0.03	3.97	0.68	-15.11	0.00
7.85	0.00	3.38	7.60	4.29	41.29	12.89	0.92	-0.03	3.92	0.67	-17.90	0.00
8.09	0.00	3.30	7.84	4.16	41.16	13.29	0.94	-0.03	3.88	0.66	-20.65	0.00
8.32	0.00	3.21	8.08	4.04	41.04	13.69	0.96	-0.03	3.85	0.65	-23.34	0.00
8.55	0.00	3.10	8.33	3.92	40.92	14.11	0.98	-0.03	3.84	0.65	-25.95	0.00
8.77	0.00	2.99	8.57	3.81	40.81	14.53	1.00	-0.03	3.83	0.64	-28.47	0.00
8.99	0.00	2.87	8.83	3.70	40.70	14.95	1.02	-0.03	3.84	0.64	-30.88	0.00
9.20	0.00	2.73	9.08	3.59	40.59	15.39	1.03	-0.03	3.85	0.64	-33.19	0.00
9.41	0.00	2.59	9.34	3.49	40.49	15.83	1.05	-0.03	3.87	0.63	-35.39	0.00
9.61	0.00	2.44	9.61	3.40	40.40	16.28	1.06	-0.02	3.89	0.63	-37.48	0.00
9.80	0.00	2.29	9.88	3.30	40.30	16.74	1.08	-0.02	3.91	0.63	-39.46	0.00
9.99	0.00	2.13	10.15	3.22	40.22	17.20	1.09	-0.02	3.94	0.63	-41.33	0.00
10.18	0.00	1.96	10.43	3.13	40.13	17.67	1.11	-0.02	3.98	0.63	-43.10	0.00
10.36	0.00	1.78	10.71	3.05	40.05	18.15	1.12	-0.02	4.01	0.64	-44.77	0.00
10.53	0.00	1.61	11.00	2.97	39.97	18.64	1.14	-0.02	4.04	0.64	-46.35	0.00
10.70	0.00	1.42	11.29	2.89	39.89	19.13	1.15	-0.02	4.08	0.64	-47.84	0.00
10.87	0.00	1.23	11.59	2.82	39.82	19.64	1.16	-0.02	4.11	0.64	-49.25	0.00
11.03	0.00	1.04	11.89	2.74	39.74	20.15	1.18	-0.02	4.15	0.64	-50.57	0.00
11.19	0.00	0.85	12.20	2.68	39.68	20.67	1.19	-0.02	4.19	0.64	-51.83	0.00
11.34	0.00	0.65	12.51	2.61	39.61	21.20	1.21	-0.02	4.22	0.64	-53.01	0.00
11.49	0.00	0.45	12.83	2.55	39.55	21.73	1.22	-0.02	4.26	0.64	-54.14	0.00
11.63	0.00	0.25	13.15	2.48	39.48	22.28	1.24	-0.02	4.29	0.64	-55.20	0.00
11.77	0.00	0.04	13.47	2.42	39.42	22.83	1.25	-0.02	4.32	0.64	-56.21	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 21 (37_19_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.3
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.2
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.19 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.66 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.3

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.26 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.95 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.67 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.59 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	41.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.49 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.69 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.98 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.37 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

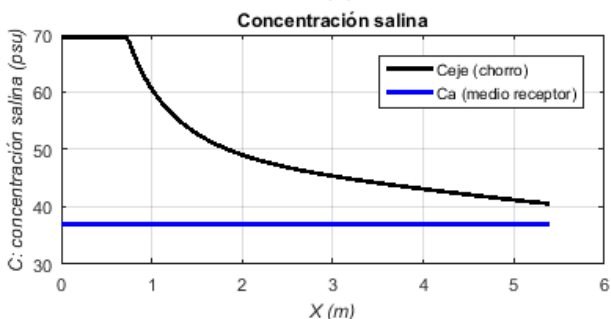
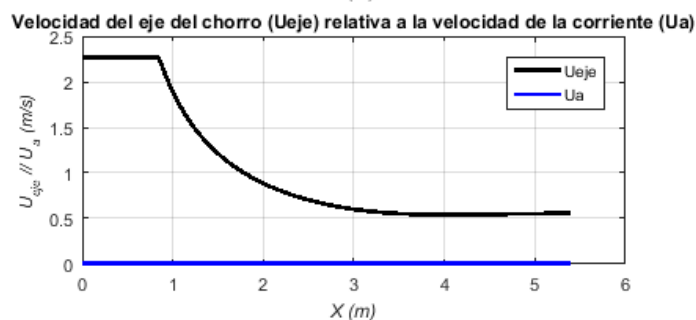
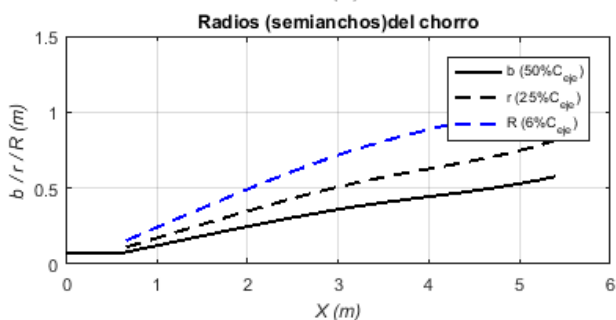
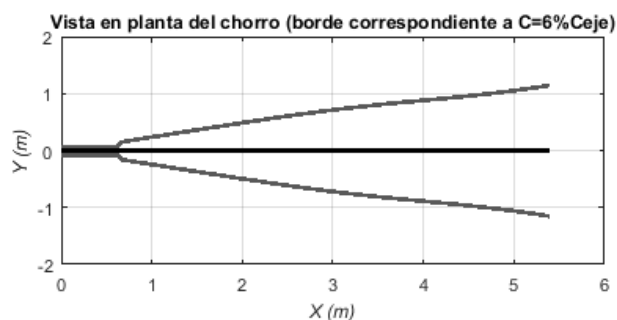
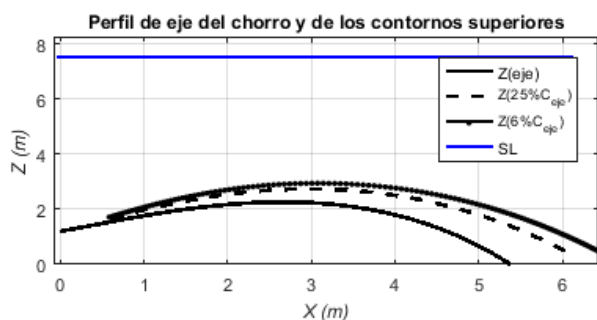


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.07	-0.24	12.32	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	29.96	66.96	1.85	0.09	-0.22	17.04	2.27	29.08	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	23.22	60.22	2.38	0.12	-0.17	12.97	1.86	27.53	0.00
1.23	0.00	1.89	1.72	18.99	55.99	2.91	0.15	-0.14	10.38	1.50	25.50	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	16.10	53.10	3.43	0.18	-0.12	8.58	1.24	22.91	0.00
1.70	0.00	2.08	2.33	14.00	51.00	3.95	0.21	-0.10	7.26	1.06	19.71	0.00
1.93	0.00	2.16	2.63	12.40	49.40	4.46	0.24	-0.09	6.26	0.92	15.82	0.00
2.18	0.00	2.21	2.93	11.15	48.15	4.96	0.27	-0.08	5.49	0.81	11.18	0.00
2.42	0.00	2.25	3.22	10.12	47.12	5.46	0.30	-0.07	4.90	0.72	5.77	0.00
2.67	0.00	2.26	3.52	9.27	46.27	5.97	0.32	-0.07	4.46	0.66	-0.33	0.00
2.92	0.00	2.25	3.82	8.54	45.54	6.48	0.35	-0.06	4.14	0.61	-6.95	0.00
3.17	0.00	2.20	4.13	7.90	44.90	7.00	0.38	-0.06	3.94	0.58	-13.81	0.00
3.41	0.00	2.13	4.45	7.34	44.34	7.53	0.40	-0.05	3.83	0.56	-20.59	0.00
3.64	0.00	2.03	4.77	6.84	43.84	8.09	0.42	-0.05	3.80	0.55	-26.99	0.00
3.85	0.00	1.90	5.12	6.38	43.38	8.67	0.43	-0.05	3.81	0.54	-32.83	0.00
4.06	0.00	1.76	5.47	5.97	42.97	9.27	0.45	-0.04	3.87	0.54	-38.02	0.00
4.25	0.00	1.60	5.84	5.59	42.59	9.90	0.46	-0.04	3.94	0.54	-42.57	0.00
4.42	0.00	1.42	6.22	5.24	42.24	10.55	0.48	-0.04	4.02	0.54	-46.52	0.00
4.59	0.00	1.23	6.62	4.93	41.93	11.22	0.49	-0.04	4.11	0.55	-49.96	0.00
4.75	0.00	1.04	7.04	4.64	41.64	11.93	0.50	-0.03	4.20	0.55	-52.96	0.00
4.89	0.00	0.84	7.47	4.37	41.37	12.66	0.52	-0.03	4.29	0.55	-55.58	0.00
5.03	0.00	0.63	7.92	4.12	41.12	13.41	0.53	-0.03	4.37	0.55	-57.88	0.00
5.16	0.00	0.41	8.38	3.90	40.90	14.19	0.55	-0.03	4.44	0.55	-59.92	0.00
5.28	0.00	0.19	8.85	3.69	40.69	14.99	0.56	-0.03	4.51	0.55	-61.73	0.00
5.39	0.00	-0.03	9.34	3.50	40.50	15.82	0.58	-0.03	4.58	0.55	-63.35	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 22 (37_19_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.3
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.2
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.63 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.07 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.3

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.68 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.32 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.38 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.09 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.0
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.19 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.68 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.38 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.99 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.7
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.1
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.4 psu

Gráficas de evolución de variables

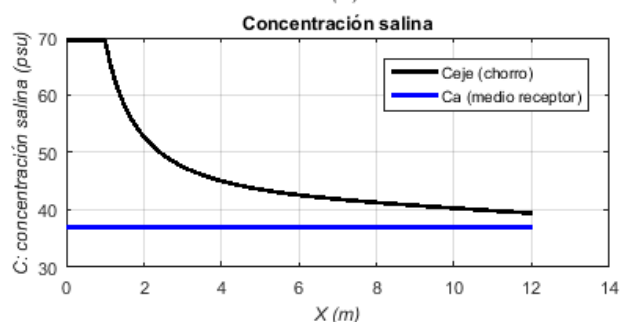
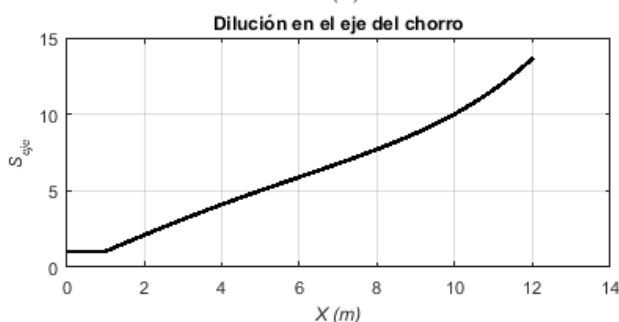
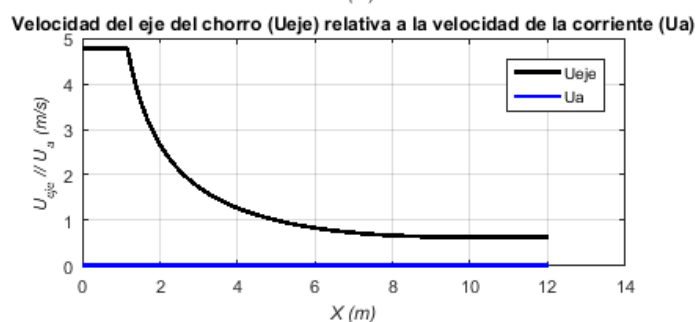
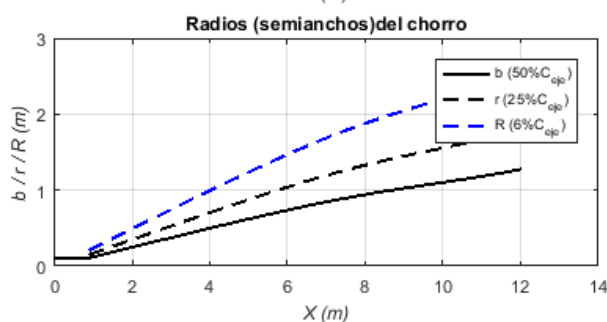
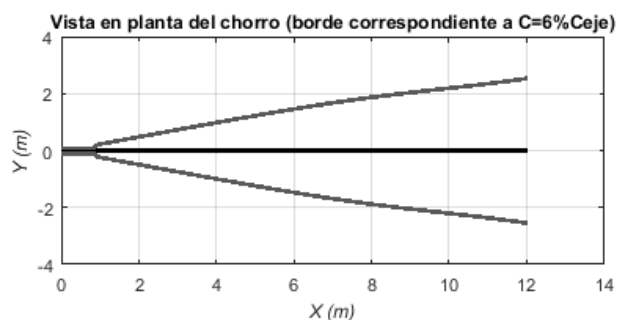
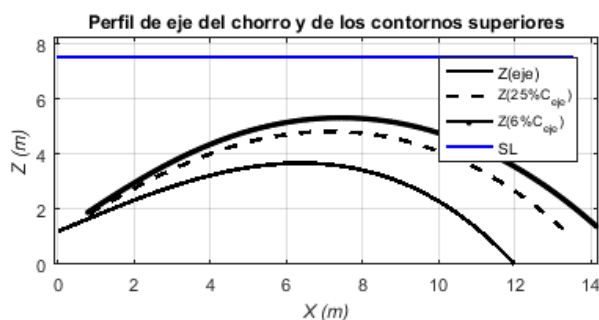


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	22.26	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	31.89	68.89	1.73	0.12	-0.23	33.09	4.79	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.93	62.93	2.13	0.15	-0.19	26.79	4.46	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	21.85	58.85	2.53	0.17	-0.16	22.48	3.75	29.12	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	18.89	55.89	2.93	0.20	-0.14	19.33	3.23	28.68	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.64	53.64	3.32	0.23	-0.12	16.92	2.83	28.16	0.00
2.11	0.00	2.39	2.19	14.87	51.87	3.72	0.26	-0.11	15.02	2.51	27.57	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.45	50.45	4.11	0.29	-0.10	13.49	2.26	26.91	0.00
2.56	0.00	2.61	2.66	12.28	49.28	4.50	0.31	-0.09	12.22	2.05	26.16	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	11.31	48.31	4.89	0.34	-0.08	11.15	1.87	25.33	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.48	47.48	5.28	0.37	-0.08	10.23	1.72	24.41	0.00
3.24	0.00	2.93	3.34	9.76	46.76	5.66	0.40	-0.07	9.44	1.59	23.40	0.00
3.47	0.00	3.03	3.57	9.14	46.14	6.05	0.43	-0.07	8.76	1.48	22.29	0.00
3.70	0.00	3.12	3.79	8.60	45.60	6.43	0.46	-0.06	8.15	1.38	21.08	0.00
3.93	0.00	3.21	4.02	8.12	45.12	6.81	0.49	-0.06	7.61	1.29	19.76	0.00
4.17	0.00	3.29	4.24	7.70	44.70	7.19	0.52	-0.06	7.14	1.22	18.33	0.00
4.41	0.00	3.36	4.46	7.32	44.32	7.56	0.55	-0.05	6.71	1.15	16.78	0.00
4.65	0.00	3.43	4.68	6.97	43.97	7.93	0.58	-0.05	6.33	1.08	15.11	0.00
4.89	0.00	3.49	4.90	6.66	43.66	8.31	0.60	-0.05	5.99	1.03	13.32	0.00
5.13	0.00	3.55	5.12	6.37	43.37	8.68	0.63	-0.05	5.68	0.97	11.41	0.00
5.38	0.00	3.59	5.34	6.11	43.11	9.05	0.66	-0.04	5.40	0.93	9.36	0.00
5.63	0.00	3.63	5.56	5.87	42.87	9.42	0.69	-0.04	5.15	0.89	7.20	0.00
5.88	0.00	3.65	5.77	5.65	42.65	9.78	0.72	-0.04	4.93	0.85	4.91	0.00
6.13	0.00	3.67	5.99	5.45	42.45	10.16	0.75	-0.04	4.74	0.82	2.52	0.00
6.38	0.00	3.68	6.21	5.25	42.25	10.53	0.78	-0.04	4.57	0.79	0.02	0.00
6.63	0.00	3.67	6.43	5.07	42.07	10.90	0.80	-0.04	4.41	0.76	-2.58	0.00
6.87	0.00	3.65	6.66	4.90	41.90	11.28	0.83	-0.04	4.28	0.74	-5.24	0.00
7.12	0.00	3.62	6.88	4.74	41.74	11.66	0.86	-0.03	4.17	0.72	-7.96	0.00
7.37	0.00	3.58	7.11	4.59	41.59	12.04	0.88	-0.03	4.08	0.70	-10.72	0.00
7.61	0.00	3.53	7.33	4.45	41.45	12.43	0.90	-0.03	4.00	0.69	-13.48	0.00
7.86	0.00	3.47	7.56	4.32	41.32	12.82	0.93	-0.03	3.95	0.67	-16.24	0.00
8.09	0.00	3.39	7.80	4.19	41.19	13.21	0.95	-0.03	3.90	0.66	-18.97	0.00
8.33	0.00	3.31	8.04	4.06	41.06	13.62	0.97	-0.03	3.87	0.66	-21.65	0.00
8.56	0.00	3.21	8.28	3.94	40.94	14.02	0.99	-0.03	3.85	0.65	-24.26	0.00
8.78	0.00	3.10	8.52	3.83	40.83	14.44	1.01	-0.03	3.84	0.64	-26.79	0.00
9.00	0.00	2.98	8.77	3.72	40.72	14.86	1.02	-0.03	3.84	0.64	-29.23	0.00
9.22	0.00	2.86	9.02	3.62	40.62	15.28	1.04	-0.03	3.84	0.64	-31.57	0.00
9.43	0.00	2.72	9.28	3.52	40.52	15.72	1.06	-0.03	3.85	0.63	-33.80	0.00
9.64	0.00	2.58	9.54	3.42	40.42	16.16	1.07	-0.02	3.87	0.63	-35.93	0.00
9.84	0.00	2.43	9.80	3.33	40.33	16.61	1.09	-0.02	3.89	0.63	-37.95	0.00
10.03	0.00	2.27	10.07	3.24	40.24	17.06	1.10	-0.02	3.92	0.63	-39.87	0.00
10.22	0.00	2.11	10.34	3.16	40.16	17.52	1.12	-0.02	3.95	0.63	-41.69	0.00
10.40	0.00	1.94	10.62	3.07	40.07	18.00	1.13	-0.02	3.98	0.63	-43.41	0.00
10.58	0.00	1.76	10.90	2.99	39.99	18.47	1.15	-0.02	4.01	0.63	-45.03	0.00
10.76	0.00	1.58	11.19	2.92	39.92	18.96	1.16	-0.02	4.05	0.64	-46.57	0.00
10.93	0.00	1.40	11.48	2.84	39.84	19.45	1.17	-0.02	4.08	0.64	-48.02	0.00
11.09	0.00	1.21	11.78	2.77	39.77	19.96	1.19	-0.02	4.12	0.64	-49.39	0.00
11.25	0.00	1.02	12.08	2.70	39.70	20.47	1.20	-0.02	4.15	0.64	-50.68	0.00
11.41	0.00	0.83	12.38	2.64	39.64	20.98	1.22	-0.02	4.19	0.64	-51.91	0.00
11.56	0.00	0.63	12.69	2.57	39.57	21.51	1.23	-0.02	4.22	0.64	-53.07	0.00
11.71	0.00	0.43	13.01	2.51	39.51	22.04	1.24	-0.02	4.26	0.64	-54.17	0.00
11.85	0.00	0.22	13.33	2.45	39.45	22.58	1.26	-0.02	4.29	0.64	-55.21	0.00
11.99	0.00	0.02	13.65	2.39	39.39	23.13	1.27	-0.02	4.32	0.64	-56.20	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 23 (37_19_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.3
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.2
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.06 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.56 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.20 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.85 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.51 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.4

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.5 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.34 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.5
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.0
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	42.0 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.46 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.92 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.09 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.1
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.6 psu

Gráficas de evolución de variables

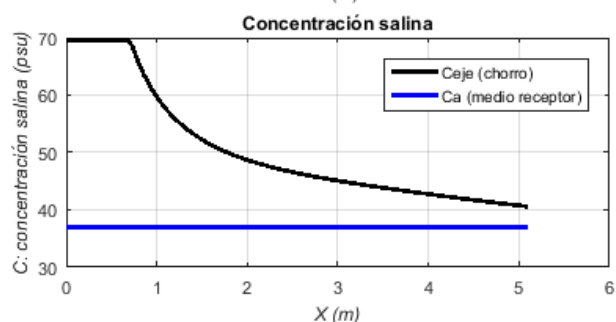
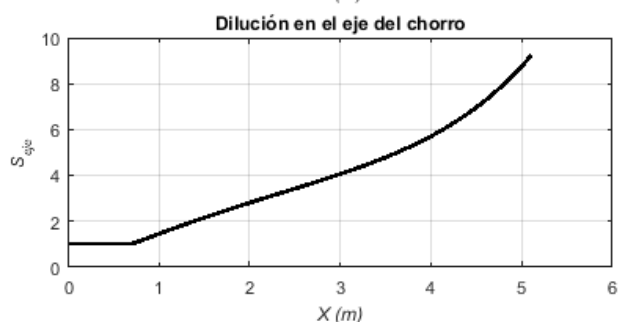
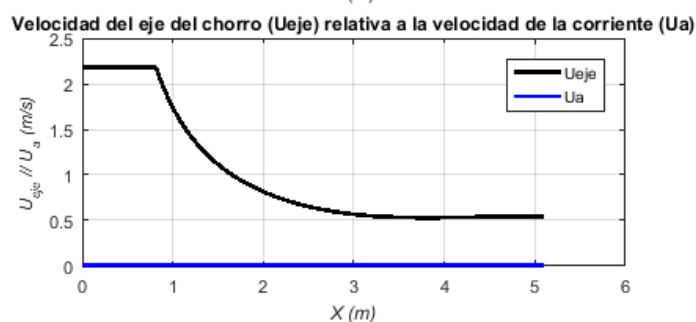
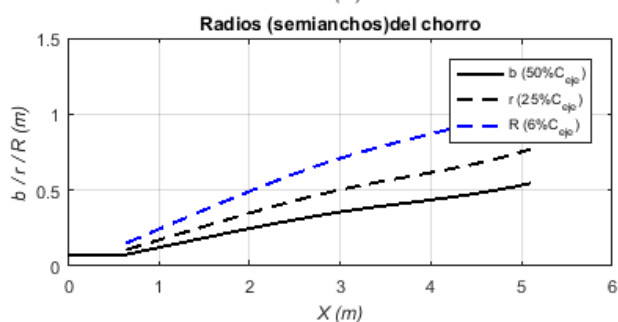
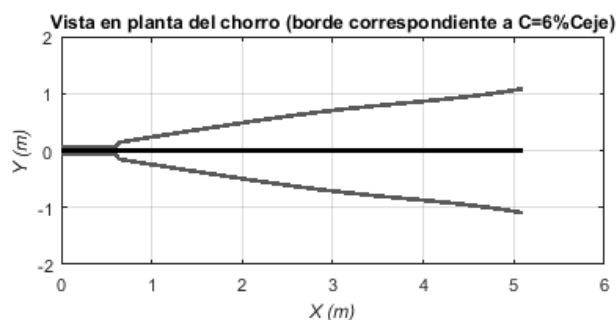
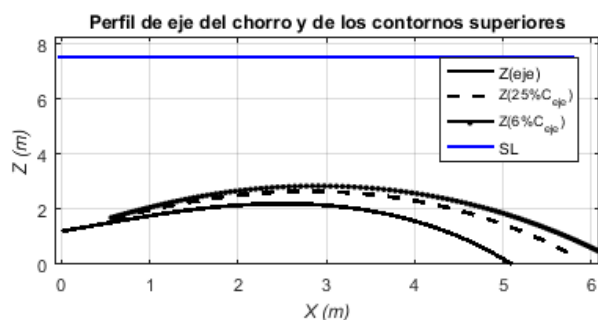


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.07	-0.24	12.02	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	29.70	66.70	1.86	0.09	-0.22	16.47	2.18	28.99	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	22.88	59.88	2.42	0.12	-0.17	12.44	1.76	27.28	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.65	55.65	2.96	0.15	-0.14	9.90	1.40	25.00	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	15.78	52.78	3.51	0.18	-0.12	8.14	1.16	22.09	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.70	50.70	4.04	0.21	-0.10	6.87	0.99	18.46	0.00
1.92	0.00	2.13	2.69	12.12	49.12	4.56	0.24	-0.09	5.91	0.85	14.02	0.00
2.16	0.00	2.18	3.00	10.88	47.88	5.08	0.27	-0.08	5.18	0.75	8.72	0.00
2.41	0.00	2.20	3.31	9.87	46.87	5.60	0.29	-0.07	4.64	0.67	2.58	0.00
2.66	0.00	2.20	3.62	9.03	46.03	6.13	0.32	-0.07	4.25	0.62	-4.25	0.00
2.91	0.00	2.16	3.93	8.30	45.30	6.66	0.35	-0.06	3.99	0.58	-11.50	0.00
3.15	0.00	2.10	4.26	7.67	44.67	7.22	0.37	-0.06	3.85	0.55	-18.77	0.00
3.38	0.00	2.00	4.60	7.10	44.10	7.79	0.39	-0.05	3.80	0.54	-25.69	0.00
3.60	0.00	1.88	4.95	6.60	43.60	8.38	0.40	-0.05	3.81	0.53	-32.01	0.00
3.80	0.00	1.74	5.31	6.14	43.14	9.00	0.42	-0.04	3.86	0.53	-37.61	0.00
3.99	0.00	1.58	5.69	5.73	42.73	9.65	0.43	-0.04	3.93	0.53	-42.48	0.00
4.17	0.00	1.40	6.09	5.36	42.36	10.33	0.45	-0.04	4.02	0.53	-46.68	0.00
4.34	0.00	1.22	6.51	5.01	42.01	11.03	0.46	-0.04	4.12	0.54	-50.30	0.00
4.49	0.00	1.02	6.94	4.70	41.70	11.76	0.48	-0.03	4.21	0.54	-53.42	0.00
4.64	0.00	0.82	7.39	4.42	41.42	12.52	0.49	-0.03	4.30	0.54	-56.14	0.00
4.77	0.00	0.61	7.86	4.15	41.15	13.31	0.50	-0.03	4.39	0.54	-58.51	0.00
4.90	0.00	0.39	8.34	3.91	40.91	14.13	0.52	-0.03	4.47	0.54	-60.59	0.00
5.02	0.00	0.17	8.84	3.69	40.69	14.97	0.53	-0.03	4.54	0.54	-62.43	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 24 (37_19_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.3
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.2
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.33 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.89 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.6

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.57 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.14 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.08 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.0

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.59 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.3
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.13 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.60 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.27 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.49 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.5 psu

Gráficas de evolución de variables

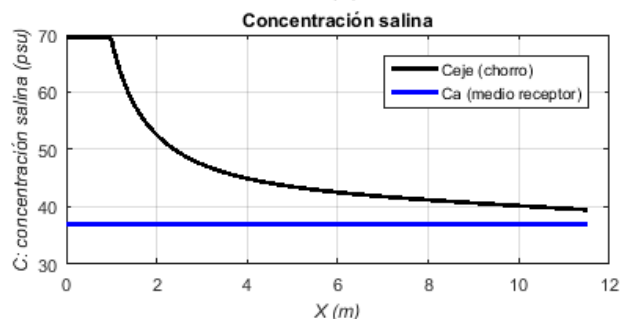
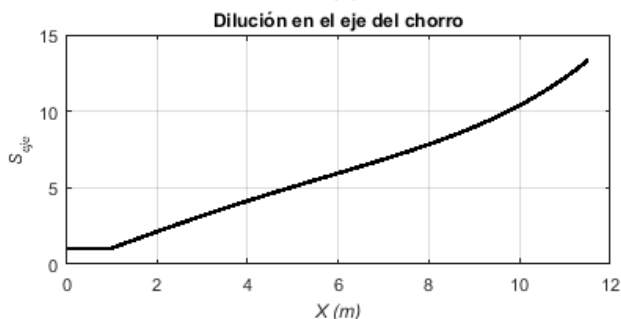
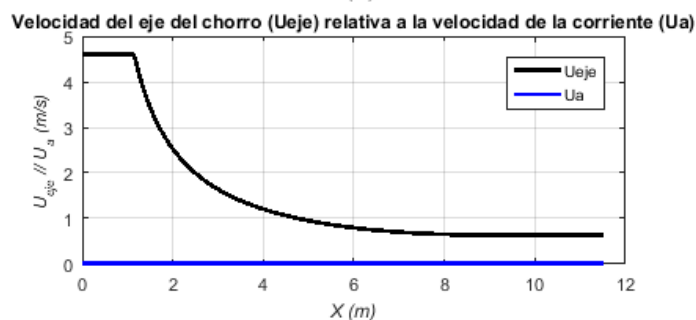
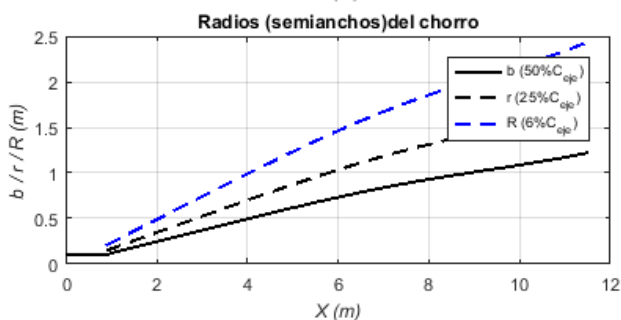
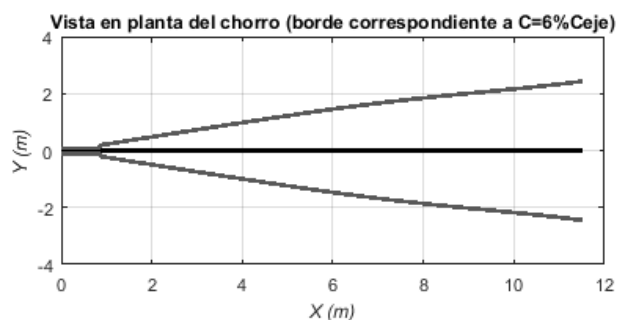
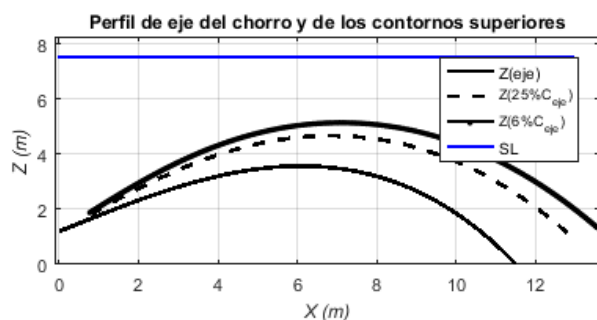


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	21.58	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	31.81	68.81	1.74	0.12	-0.23	31.99	4.61	29.79	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	25.80	62.80	2.14	0.15	-0.19	25.84	4.27	29.45	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	21.71	58.71	2.55	0.17	-0.16	21.63	3.58	29.04	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	18.75	55.75	2.95	0.20	-0.14	18.57	3.08	28.56	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	16.51	53.51	3.35	0.23	-0.12	16.24	2.70	28.00	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.75	51.75	3.75	0.26	-0.11	14.41	2.40	27.35	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	13.33	50.33	4.15	0.29	-0.10	12.92	2.15	26.62	0.00
2.55	0.00	2.60	2.68	12.17	49.17	4.54	0.31	-0.09	11.69	1.95	25.80	0.00
2.77	0.00	2.71	2.91	11.20	48.20	4.94	0.34	-0.08	10.66	1.78	24.89	0.00
3.00	0.00	2.81	3.15	10.38	47.38	5.33	0.37	-0.08	9.77	1.64	23.88	0.00
3.23	0.00	2.91	3.38	9.67	46.67	5.72	0.40	-0.07	9.01	1.51	22.76	0.00
3.46	0.00	3.01	3.60	9.06	46.06	6.11	0.43	-0.07	8.35	1.40	21.53	0.00
3.69	0.00	3.10	3.83	8.52	45.52	6.49	0.46	-0.06	7.77	1.31	20.19	0.00
3.93	0.00	3.18	4.06	8.04	45.04	6.88	0.49	-0.06	7.25	1.23	18.72	0.00
4.17	0.00	3.26	4.28	7.62	44.62	7.26	0.52	-0.06	6.79	1.15	17.13	0.00
4.41	0.00	3.33	4.51	7.24	44.24	7.64	0.55	-0.05	6.39	1.08	15.41	0.00
4.65	0.00	3.39	4.73	6.90	43.90	8.01	0.57	-0.05	6.02	1.02	13.56	0.00
4.89	0.00	3.44	4.95	6.59	43.59	8.39	0.60	-0.05	5.70	0.97	11.56	0.00
5.14	0.00	3.49	5.17	6.31	43.31	8.76	0.63	-0.05	5.41	0.92	9.43	0.00
5.39	0.00	3.52	5.39	6.05	43.05	9.14	0.66	-0.04	5.15	0.88	7.17	0.00
5.63	0.00	3.55	5.61	5.81	42.81	9.51	0.69	-0.04	4.92	0.84	4.77	0.00
5.88	0.00	3.57	5.84	5.59	42.59	9.89	0.72	-0.04	4.72	0.81	2.25	0.00
6.13	0.00	3.57	6.06	5.39	42.39	10.27	0.75	-0.04	4.54	0.78	-0.38	0.00
6.38	0.00	3.56	6.28	5.19	42.19	10.65	0.77	-0.04	4.38	0.75	-3.11	0.00
6.63	0.00	3.54	6.51	5.01	42.01	11.03	0.80	-0.04	4.25	0.73	-5.92	0.00
6.88	0.00	3.51	6.74	4.85	41.85	11.41	0.83	-0.04	4.14	0.71	-8.78	0.00
7.13	0.00	3.47	6.97	4.69	41.69	11.80	0.85	-0.03	4.05	0.69	-11.67	0.00
7.37	0.00	3.41	7.20	4.53	41.53	12.20	0.87	-0.03	3.98	0.68	-14.56	0.00
7.61	0.00	3.34	7.43	4.39	41.39	12.60	0.90	-0.03	3.92	0.66	-17.44	0.00
7.85	0.00	3.26	7.67	4.25	41.25	13.00	0.92	-0.03	3.88	0.65	-20.27	0.00
8.08	0.00	3.17	7.92	4.12	41.12	13.41	0.94	-0.03	3.85	0.65	-23.04	0.00
8.31	0.00	3.06	8.16	4.00	41.00	13.83	0.95	-0.03	3.84	0.64	-25.73	0.00
8.53	0.00	2.95	8.41	3.88	40.88	14.25	0.97	-0.03	3.83	0.64	-28.32	0.00
8.75	0.00	2.83	8.67	3.77	40.77	14.68	0.99	-0.03	3.84	0.63	-30.81	0.00
8.96	0.00	2.70	8.92	3.66	40.66	15.12	1.01	-0.03	3.85	0.63	-33.18	0.00
9.17	0.00	2.55	9.19	3.55	40.55	15.57	1.02	-0.03	3.87	0.63	-35.44	0.00
9.37	0.00	2.41	9.45	3.45	40.45	16.02	1.04	-0.03	3.89	0.63	-37.58	0.00
9.56	0.00	2.25	9.73	3.36	40.36	16.48	1.05	-0.02	3.92	0.63	-39.61	0.00
9.75	0.00	2.09	10.00	3.26	40.26	16.95	1.07	-0.02	3.95	0.63	-41.52	0.00
9.94	0.00	1.92	10.28	3.17	40.17	17.43	1.08	-0.02	3.98	0.63	-43.33	0.00
10.12	0.00	1.74	10.57	3.09	40.09	17.91	1.10	-0.02	4.01	0.63	-45.03	0.00
10.29	0.00	1.56	10.86	3.01	40.01	18.41	1.11	-0.02	4.05	0.63	-46.63	0.00
10.46	0.00	1.38	11.16	2.93	39.93	18.91	1.12	-0.02	4.09	0.63	-48.15	0.00
10.62	0.00	1.19	11.46	2.85	39.85	19.42	1.14	-0.02	4.12	0.63	-49.57	0.00
10.78	0.00	1.00	11.77	2.77	39.77	19.94	1.15	-0.02	4.16	0.63	-50.91	0.00
10.94	0.00	0.80	12.08	2.70	39.70	20.46	1.17	-0.02	4.20	0.64	-52.18	0.00
11.09	0.00	0.61	12.39	2.63	39.63	21.00	1.18	-0.02	4.23	0.64	-53.38	0.00
11.24	0.00	0.40	12.71	2.57	39.57	21.54	1.19	-0.02	4.27	0.64	-54.51	0.00
11.38	0.00	0.20	13.04	2.50	39.50	22.09	1.21	-0.02	4.30	0.64	-55.59	0.00
11.52	0.00	-0.01	13.37	2.44	39.44	22.65	1.22	-0.02	4.34	0.64	-56.60	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 25 (37_19_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1026.3
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.2
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.52 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.01 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.64 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.26 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.28 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.91 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.7
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.17 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.34 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.81 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.9
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.4 psu

Gráficas de evolución de variables

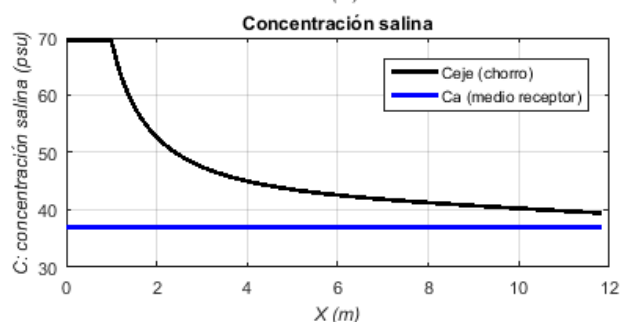
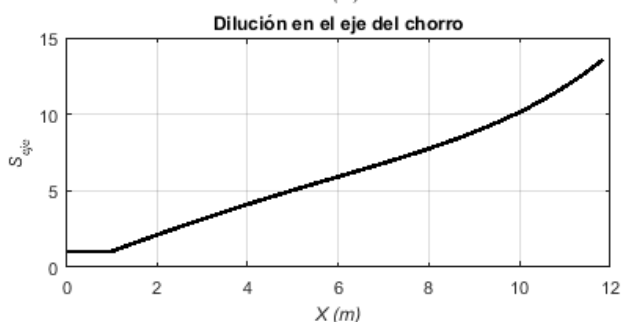
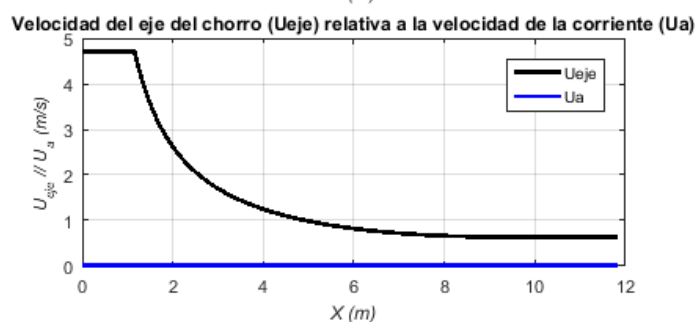
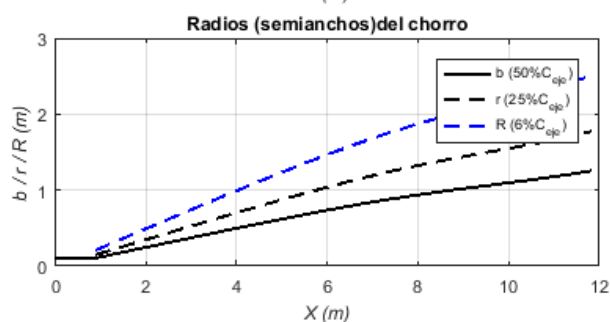
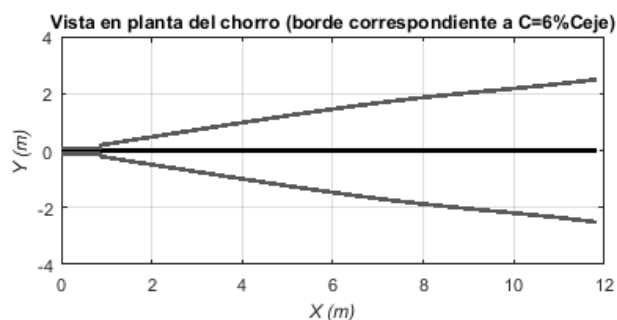
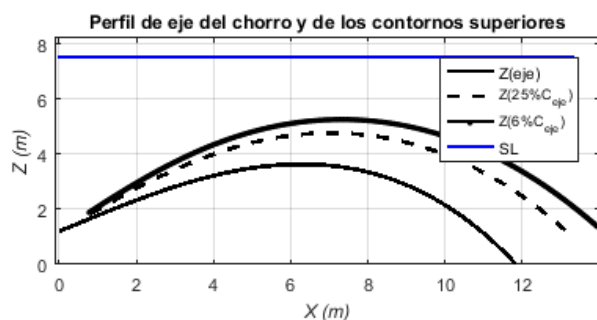


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	22.03	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	31.86	68.86	1.74	0.12	-0.23	32.72	4.72	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.88	62.88	2.14	0.15	-0.19	26.47	4.40	29.48	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	21.80	58.80	2.54	0.17	-0.16	22.19	3.69	29.10	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	18.83	55.83	2.94	0.20	-0.14	19.07	3.18	28.64	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.59	53.59	3.33	0.23	-0.12	16.69	2.78	28.11	0.00
2.11	0.00	2.38	2.20	14.83	51.83	3.73	0.26	-0.11	14.81	2.47	27.50	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.41	50.41	4.13	0.29	-0.10	13.29	2.22	26.81	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	12.24	49.24	4.52	0.31	-0.09	12.04	2.02	26.04	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	11.27	48.27	4.91	0.34	-0.08	10.98	1.84	25.18	0.00
3.00	0.00	2.82	3.13	10.44	47.44	5.30	0.37	-0.08	10.07	1.69	24.23	0.00
3.23	0.00	2.92	3.36	9.73	46.73	5.69	0.40	-0.07	9.30	1.57	23.19	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	9.11	46.11	6.07	0.43	-0.07	8.62	1.45	22.04	0.00
3.70	0.00	3.11	3.81	8.57	45.57	6.45	0.46	-0.06	8.02	1.36	20.78	0.00
3.93	0.00	3.20	4.03	8.09	45.09	6.83	0.49	-0.06	7.49	1.27	19.42	0.00
4.17	0.00	3.28	4.26	7.67	44.67	7.21	0.52	-0.06	7.02	1.19	17.93	0.00
4.41	0.00	3.35	4.48	7.29	44.29	7.59	0.55	-0.05	6.60	1.12	16.33	0.00
4.65	0.00	3.42	4.70	6.95	43.95	7.96	0.57	-0.05	6.22	1.06	14.60	0.00
4.89	0.00	3.48	4.92	6.63	43.63	8.34	0.60	-0.05	5.89	1.01	12.74	0.00
5.14	0.00	3.53	5.14	6.35	43.35	8.71	0.63	-0.05	5.58	0.96	10.76	0.00
5.38	0.00	3.57	5.36	6.09	43.09	9.08	0.66	-0.04	5.31	0.91	8.64	0.00
5.63	0.00	3.60	5.58	5.85	42.85	9.45	0.69	-0.04	5.07	0.87	6.40	0.00
5.88	0.00	3.63	5.80	5.63	42.63	9.82	0.72	-0.04	4.86	0.84	4.03	0.00
6.13	0.00	3.64	6.02	5.42	42.42	10.20	0.75	-0.04	4.67	0.80	1.56	0.00
6.38	0.00	3.64	6.24	5.23	42.23	10.57	0.78	-0.04	4.50	0.77	-1.02	0.00
6.63	0.00	3.63	6.46	5.05	42.05	10.95	0.80	-0.04	4.36	0.75	-3.69	0.00
6.88	0.00	3.61	6.69	4.88	41.88	11.33	0.83	-0.04	4.23	0.73	-6.42	0.00
7.12	0.00	3.57	6.91	4.72	41.72	11.71	0.85	-0.03	4.13	0.71	-9.20	0.00
7.37	0.00	3.53	7.14	4.57	41.57	12.10	0.88	-0.03	4.04	0.69	-12.01	0.00
7.61	0.00	3.47	7.37	4.43	41.43	12.49	0.90	-0.03	3.97	0.68	-14.82	0.00
7.85	0.00	3.40	7.60	4.29	41.29	12.88	0.92	-0.03	3.92	0.67	-17.61	0.00
8.09	0.00	3.32	7.84	4.16	41.16	13.28	0.94	-0.03	3.88	0.66	-20.36	0.00
8.32	0.00	3.22	8.08	4.04	41.04	13.69	0.96	-0.03	3.85	0.65	-23.04	0.00
8.55	0.00	3.12	8.32	3.92	40.92	14.10	0.98	-0.03	3.84	0.64	-25.65	0.00
8.77	0.00	3.01	8.57	3.81	40.81	14.52	1.00	-0.03	3.83	0.64	-28.17	0.00
8.99	0.00	2.89	8.82	3.70	40.70	14.95	1.02	-0.03	3.84	0.64	-30.59	0.00
9.20	0.00	2.75	9.08	3.60	40.60	15.38	1.03	-0.03	3.85	0.63	-32.91	0.00
9.41	0.00	2.61	9.34	3.50	40.50	15.82	1.05	-0.03	3.86	0.63	-35.11	0.00
9.61	0.00	2.47	9.60	3.40	40.40	16.27	1.07	-0.02	3.89	0.63	-37.21	0.00
9.81	0.00	2.31	9.87	3.31	40.31	16.73	1.08	-0.02	3.91	0.63	-39.20	0.00
10.00	0.00	2.15	10.14	3.22	40.22	17.19	1.10	-0.02	3.94	0.63	-41.08	0.00
10.19	0.00	1.98	10.42	3.13	40.13	17.66	1.11	-0.02	3.97	0.63	-42.86	0.00
10.37	0.00	1.81	10.71	3.05	40.05	18.14	1.12	-0.02	4.00	0.63	-44.54	0.00
10.54	0.00	1.63	10.99	2.97	39.97	18.63	1.14	-0.02	4.04	0.63	-46.12	0.00
10.71	0.00	1.45	11.28	2.89	39.89	19.12	1.15	-0.02	4.07	0.63	-47.62	0.00
10.88	0.00	1.26	11.58	2.82	39.82	19.62	1.17	-0.02	4.11	0.64	-49.03	0.00
11.04	0.00	1.07	11.88	2.75	39.75	20.13	1.18	-0.02	4.14	0.64	-50.37	0.00
11.20	0.00	0.88	12.19	2.68	39.68	20.65	1.19	-0.02	4.18	0.64	-51.63	0.00
11.35	0.00	0.68	12.50	2.61	39.61	21.18	1.21	-0.02	4.22	0.64	-52.82	0.00
11.50	0.00	0.48	12.81	2.55	39.55	21.71	1.22	-0.02	4.25	0.64	-53.95	0.00
11.65	0.00	0.28	13.13	2.49	39.49	22.25	1.24	-0.02	4.29	0.64	-55.02	0.00
11.79	0.00	0.07	13.46	2.43	39.43	22.80	1.25	-0.02	4.32	0.64	-56.04	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 26 (37_23_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.19 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.66 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.3

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.26 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.94 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.67 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.59 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	41.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.49 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.69 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.98 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.37 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

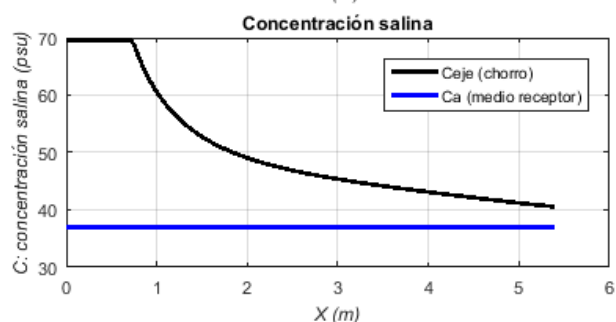
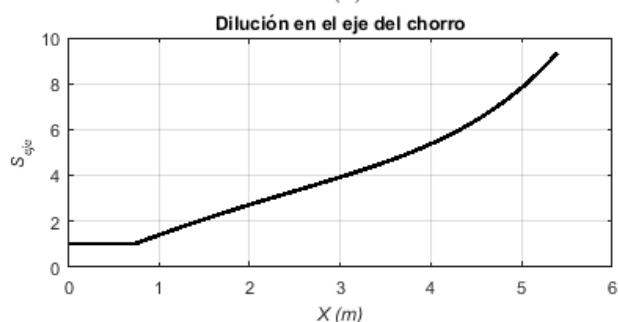
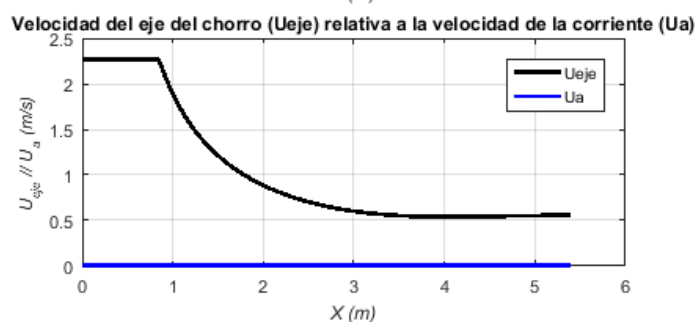
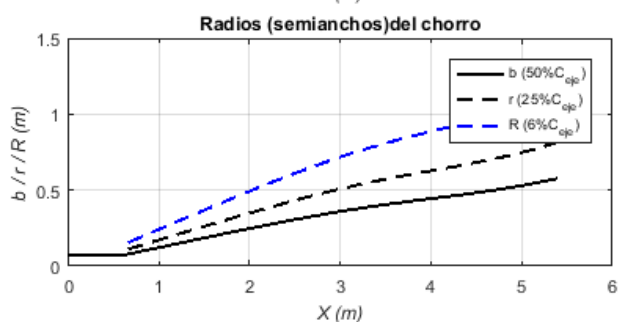
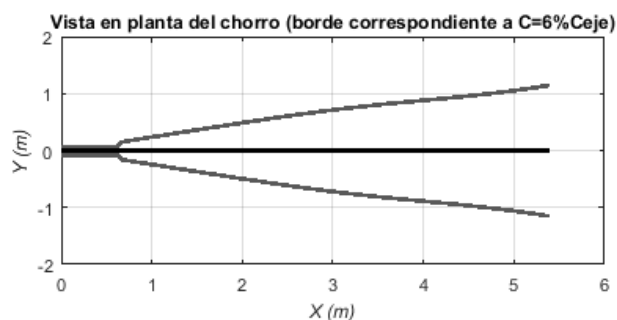
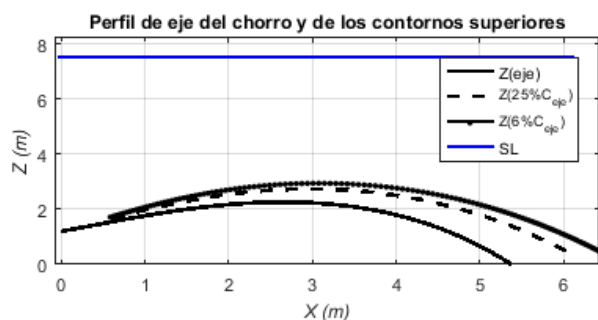


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.07	-0.24	12.31	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	29.96	66.96	1.85	0.09	-0.22	17.03	2.27	29.08	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	23.22	60.22	2.38	0.12	-0.17	12.96	1.86	27.53	0.00
1.23	0.00	1.89	1.72	18.99	55.99	2.91	0.15	-0.14	10.37	1.50	25.49	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	16.10	53.10	3.43	0.18	-0.12	8.57	1.24	22.90	0.00
1.70	0.00	2.08	2.33	14.00	51.00	3.95	0.21	-0.10	7.25	1.06	19.70	0.00
1.93	0.00	2.16	2.63	12.40	49.40	4.46	0.24	-0.09	6.25	0.92	15.80	0.00
2.18	0.00	2.21	2.93	11.15	48.15	4.96	0.27	-0.08	5.48	0.81	11.15	0.00
2.42	0.00	2.25	3.22	10.12	47.12	5.46	0.30	-0.07	4.89	0.72	5.74	0.00
2.67	0.00	2.26	3.52	9.27	46.27	5.97	0.32	-0.07	4.45	0.66	-0.37	0.00
2.92	0.00	2.25	3.82	8.54	45.54	6.48	0.35	-0.06	4.14	0.61	-7.00	0.00
3.17	0.00	2.20	4.13	7.90	44.90	7.00	0.38	-0.06	3.94	0.58	-13.87	0.00
3.41	0.00	2.13	4.45	7.34	44.34	7.53	0.40	-0.05	3.83	0.56	-20.65	0.00
3.63	0.00	2.03	4.77	6.84	43.84	8.09	0.42	-0.05	3.80	0.55	-27.05	0.00
3.85	0.00	1.90	5.12	6.38	43.38	8.67	0.43	-0.05	3.81	0.54	-32.88	0.00
4.05	0.00	1.76	5.47	5.97	42.97	9.27	0.45	-0.04	3.87	0.54	-38.07	0.00
4.25	0.00	1.59	5.84	5.59	42.59	9.90	0.46	-0.04	3.94	0.54	-42.61	0.00
4.42	0.00	1.42	6.23	5.24	42.24	10.55	0.48	-0.04	4.02	0.54	-46.56	0.00
4.59	0.00	1.23	6.63	4.93	41.93	11.23	0.49	-0.04	4.11	0.55	-50.00	0.00
4.74	0.00	1.04	7.04	4.64	41.64	11.93	0.50	-0.03	4.20	0.55	-52.99	0.00
4.89	0.00	0.83	7.47	4.37	41.37	12.66	0.52	-0.03	4.29	0.55	-55.61	0.00
5.03	0.00	0.62	7.92	4.12	41.12	13.41	0.53	-0.03	4.37	0.55	-57.91	0.00
5.16	0.00	0.41	8.38	3.90	40.90	14.19	0.55	-0.03	4.44	0.55	-59.95	0.00
5.28	0.00	0.19	8.85	3.69	40.69	15.00	0.56	-0.03	4.51	0.55	-61.75	0.00
5.39	0.00	-0.03	9.34	3.49	40.49	15.83	0.58	-0.03	4.58	0.56	-63.37	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 27 (37_23_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.63 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.07 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.67 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.32 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.38 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.09 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.8
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	20.0
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.19 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.68 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.38 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.99 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.7
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.1
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.4 psu

Gráficas de evolución de variables

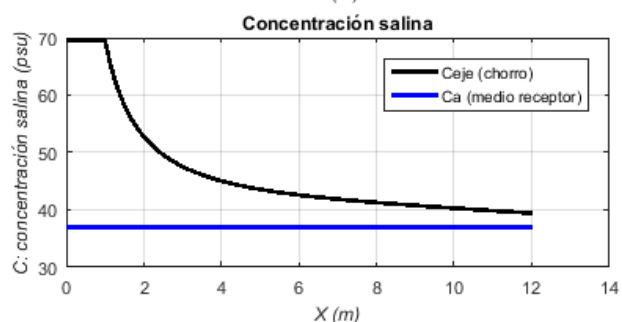
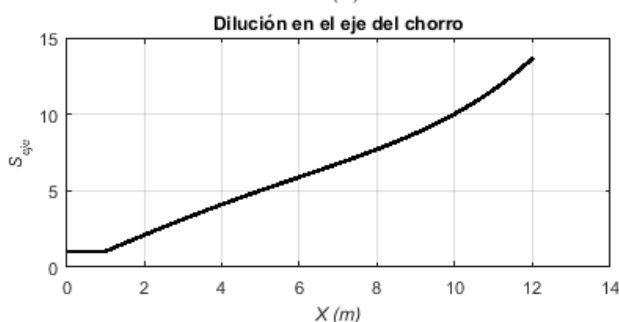
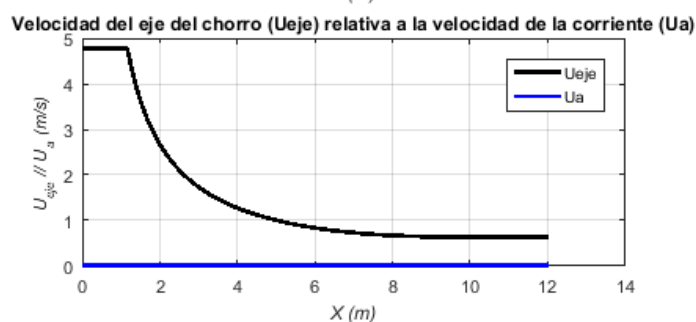
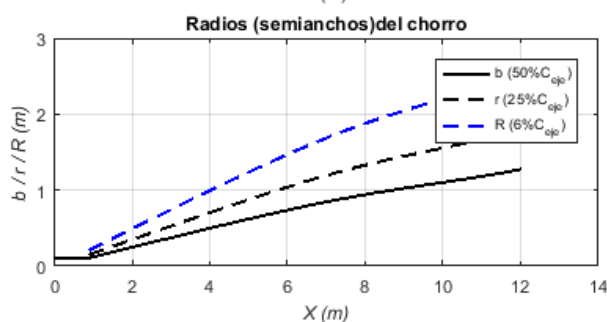
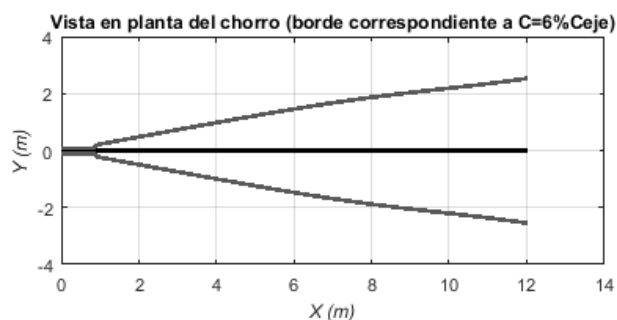
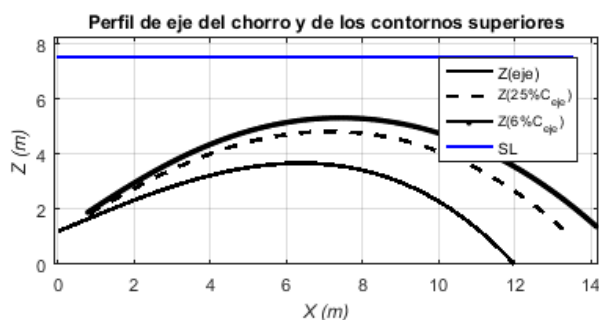


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	22.25	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	31.89	68.89	1.73	0.12	-0.23	33.07	4.79	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.93	62.93	2.13	0.15	-0.19	26.78	4.46	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	21.85	58.85	2.53	0.17	-0.16	22.46	3.75	29.12	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	18.89	55.89	2.93	0.20	-0.14	19.31	3.23	28.67	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.64	53.64	3.32	0.23	-0.12	16.91	2.83	28.16	0.00
2.11	0.00	2.39	2.19	14.87	51.87	3.72	0.26	-0.11	15.01	2.51	27.57	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.45	50.45	4.11	0.29	-0.10	13.48	2.26	26.90	0.00
2.56	0.00	2.61	2.66	12.28	49.28	4.50	0.31	-0.09	12.21	2.05	26.15	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	11.31	48.31	4.89	0.34	-0.08	11.14	1.87	25.32	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.48	47.48	5.28	0.37	-0.08	10.23	1.72	24.40	0.00
3.24	0.00	2.93	3.34	9.76	46.76	5.66	0.40	-0.07	9.44	1.59	23.39	0.00
3.47	0.00	3.03	3.57	9.15	46.15	6.05	0.43	-0.07	8.75	1.48	22.28	0.00
3.70	0.00	3.12	3.79	8.60	45.60	6.43	0.46	-0.06	8.14	1.38	21.06	0.00
3.93	0.00	3.21	4.02	8.12	45.12	6.81	0.49	-0.06	7.61	1.29	19.74	0.00
4.17	0.00	3.29	4.24	7.70	44.70	7.19	0.52	-0.06	7.13	1.22	18.31	0.00
4.41	0.00	3.36	4.46	7.32	44.32	7.56	0.55	-0.05	6.71	1.15	16.76	0.00
4.65	0.00	3.43	4.68	6.97	43.97	7.93	0.58	-0.05	6.33	1.08	15.09	0.00
4.89	0.00	3.49	4.90	6.66	43.66	8.31	0.60	-0.05	5.98	1.03	13.30	0.00
5.13	0.00	3.55	5.12	6.37	43.37	8.68	0.63	-0.05	5.67	0.97	11.38	0.00
5.38	0.00	3.59	5.34	6.11	43.11	9.05	0.66	-0.04	5.40	0.93	9.34	0.00
5.63	0.00	3.63	5.56	5.87	42.87	9.42	0.69	-0.04	5.15	0.89	7.17	0.00
5.88	0.00	3.65	5.77	5.65	42.65	9.78	0.72	-0.04	4.93	0.85	4.88	0.00
6.13	0.00	3.67	5.99	5.45	42.45	10.16	0.75	-0.04	4.74	0.82	2.48	0.00
6.38	0.00	3.67	6.21	5.25	42.25	10.53	0.78	-0.04	4.56	0.79	-0.02	0.00
6.63	0.00	3.67	6.43	5.07	42.07	10.90	0.80	-0.04	4.41	0.76	-2.62	0.00
6.87	0.00	3.65	6.66	4.90	41.90	11.28	0.83	-0.04	4.28	0.74	-5.29	0.00
7.12	0.00	3.62	6.88	4.74	41.74	11.66	0.86	-0.03	4.17	0.72	-8.01	0.00
7.37	0.00	3.58	7.11	4.59	41.59	12.04	0.88	-0.03	4.08	0.70	-10.77	0.00
7.61	0.00	3.53	7.33	4.45	41.45	12.43	0.90	-0.03	4.00	0.69	-13.53	0.00
7.86	0.00	3.47	7.56	4.32	41.32	12.82	0.93	-0.03	3.94	0.67	-16.29	0.00
8.09	0.00	3.39	7.80	4.19	41.19	13.21	0.95	-0.03	3.90	0.66	-19.02	0.00
8.33	0.00	3.30	8.04	4.06	41.06	13.62	0.97	-0.03	3.87	0.66	-21.70	0.00
8.56	0.00	3.20	8.28	3.94	40.94	14.02	0.99	-0.03	3.85	0.65	-24.31	0.00
8.78	0.00	3.10	8.52	3.83	40.83	14.44	1.01	-0.03	3.84	0.64	-26.84	0.00
9.00	0.00	2.98	8.77	3.72	40.72	14.86	1.02	-0.03	3.84	0.64	-29.28	0.00
9.22	0.00	2.85	9.02	3.62	40.62	15.28	1.04	-0.03	3.84	0.64	-31.62	0.00
9.43	0.00	2.72	9.28	3.52	40.52	15.72	1.06	-0.03	3.85	0.64	-33.85	0.00
9.64	0.00	2.57	9.54	3.42	40.42	16.16	1.07	-0.02	3.87	0.63	-35.98	0.00
9.83	0.00	2.42	9.80	3.33	40.33	16.61	1.09	-0.02	3.90	0.63	-38.00	0.00
10.03	0.00	2.27	10.07	3.24	40.24	17.06	1.10	-0.02	3.92	0.63	-39.92	0.00
10.22	0.00	2.10	10.34	3.16	40.16	17.53	1.12	-0.02	3.95	0.63	-41.74	0.00
10.40	0.00	1.93	10.62	3.07	40.07	18.00	1.13	-0.02	3.98	0.63	-43.45	0.00
10.58	0.00	1.76	10.90	2.99	39.99	18.48	1.15	-0.02	4.02	0.64	-45.07	0.00
10.76	0.00	1.58	11.19	2.92	39.92	18.96	1.16	-0.02	4.05	0.64	-46.61	0.00
10.92	0.00	1.40	11.48	2.84	39.84	19.46	1.17	-0.02	4.08	0.64	-48.06	0.00
11.09	0.00	1.21	11.78	2.77	39.77	19.96	1.19	-0.02	4.12	0.64	-49.43	0.00
11.25	0.00	1.02	12.08	2.70	39.70	20.47	1.20	-0.02	4.15	0.64	-50.72	0.00
11.41	0.00	0.82	12.39	2.64	39.64	20.99	1.22	-0.02	4.19	0.64	-51.95	0.00
11.56	0.00	0.62	12.70	2.57	39.57	21.51	1.23	-0.02	4.22	0.64	-53.10	0.00
11.71	0.00	0.42	13.01	2.51	39.51	22.05	1.24	-0.02	4.26	0.64	-54.20	0.00
11.85	0.00	0.22	13.33	2.45	39.45	22.59	1.26	-0.02	4.29	0.64	-55.24	0.00
11.99	0.00	0.01	13.65	2.39	39.39	23.13	1.27	-0.02	4.33	0.64	-56.23	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 28 (37_23_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.06 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.56 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.20 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.85 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.51 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.4

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	46.5 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.34 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.5
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.0
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	42.0 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.46 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.92 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.08 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.1
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.6 psu

Gráficas de evolución de variables

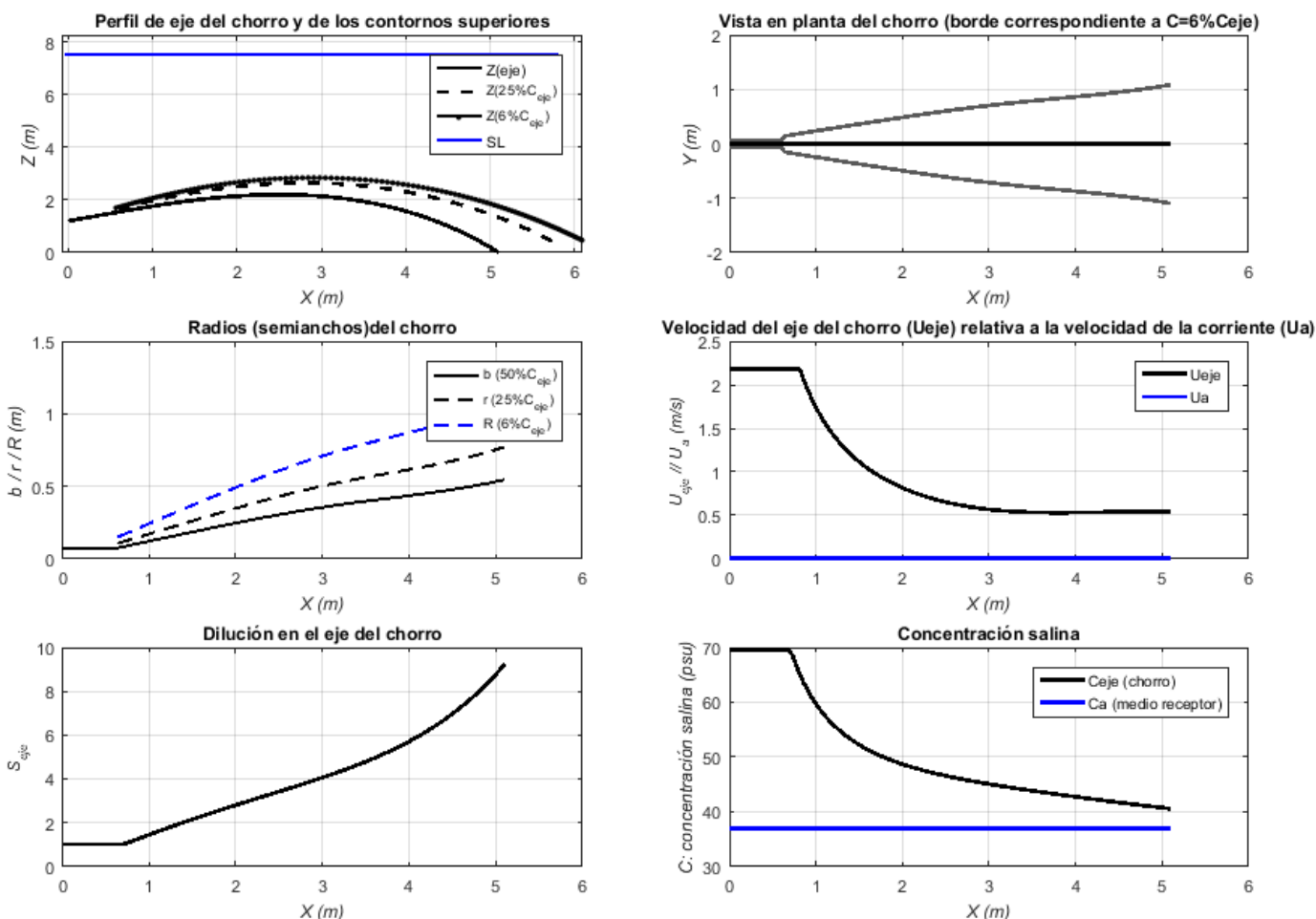


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.07	-0.24	12.01	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	29.70	66.70	1.86	0.09	-0.22	16.46	2.18	28.99	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	22.88	59.88	2.42	0.12	-0.17	12.43	1.76	27.27	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.65	55.65	2.96	0.15	-0.14	9.89	1.40	25.00	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	15.78	52.78	3.51	0.18	-0.12	8.14	1.16	22.08	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.70	50.70	4.04	0.21	-0.10	6.86	0.99	18.45	0.00
1.92	0.00	2.13	2.69	12.12	49.12	4.56	0.24	-0.09	5.90	0.85	14.00	0.00
2.16	0.00	2.18	3.00	10.88	47.88	5.08	0.27	-0.08	5.18	0.75	8.69	0.00
2.41	0.00	2.20	3.31	9.87	46.87	5.60	0.29	-0.07	4.63	0.67	2.54	0.00
2.66	0.00	2.20	3.62	9.03	46.03	6.13	0.32	-0.07	4.25	0.62	-4.30	0.00
2.91	0.00	2.16	3.93	8.30	45.30	6.66	0.35	-0.06	3.99	0.58	-11.55	0.00
3.15	0.00	2.10	4.26	7.67	44.67	7.22	0.37	-0.06	3.85	0.55	-18.82	0.00
3.38	0.00	2.00	4.60	7.10	44.10	7.79	0.39	-0.05	3.80	0.54	-25.75	0.00
3.60	0.00	1.88	4.95	6.60	43.60	8.38	0.40	-0.05	3.81	0.53	-32.07	0.00
3.80	0.00	1.74	5.31	6.14	43.14	9.00	0.42	-0.04	3.86	0.53	-37.66	0.00
3.99	0.00	1.58	5.70	5.73	42.73	9.65	0.43	-0.04	3.94	0.53	-42.52	0.00
4.17	0.00	1.40	6.09	5.36	42.36	10.33	0.45	-0.04	4.03	0.53	-46.72	0.00
4.34	0.00	1.21	6.51	5.01	42.01	11.03	0.46	-0.04	4.12	0.54	-50.33	0.00
4.49	0.00	1.02	6.94	4.70	41.70	11.77	0.48	-0.03	4.21	0.54	-53.46	0.00
4.64	0.00	0.81	7.39	4.42	41.42	12.53	0.49	-0.03	4.30	0.54	-56.17	0.00
4.77	0.00	0.60	7.86	4.15	41.15	13.32	0.50	-0.03	4.39	0.54	-58.53	0.00
4.90	0.00	0.39	8.34	3.91	40.91	14.13	0.52	-0.03	4.47	0.54	-60.61	0.00
5.02	0.00	0.17	8.84	3.69	40.69	14.98	0.53	-0.03	4.54	0.54	-62.45	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 29 (37_23_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.33 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.89 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.6

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.57 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.14 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.08 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.0

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.59 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.3
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.13 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.60 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.27 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.49 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.5 psu

Gráficas de evolución de variables

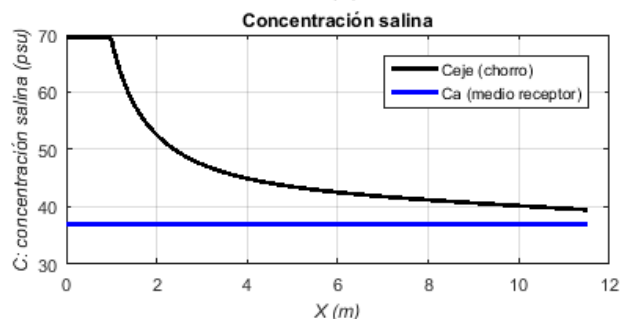
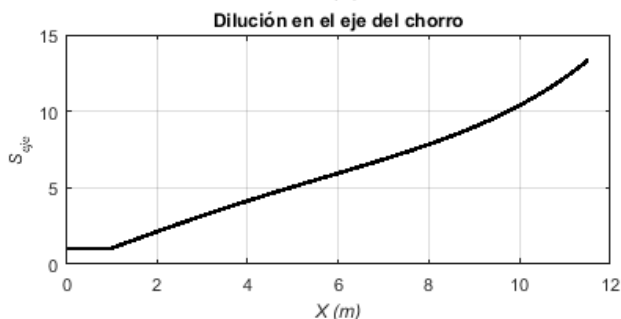
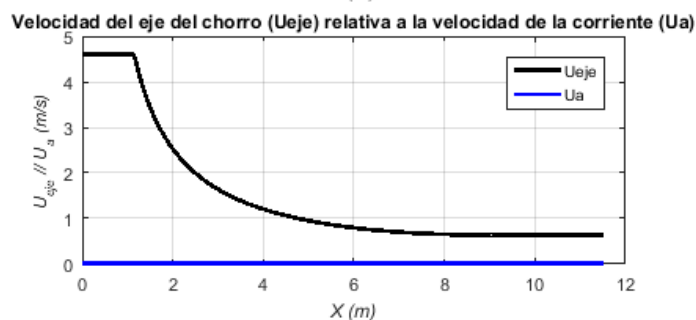
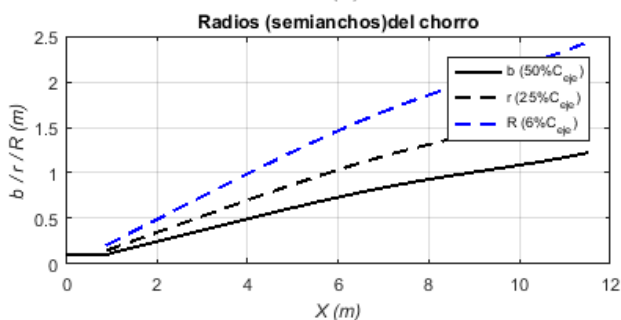
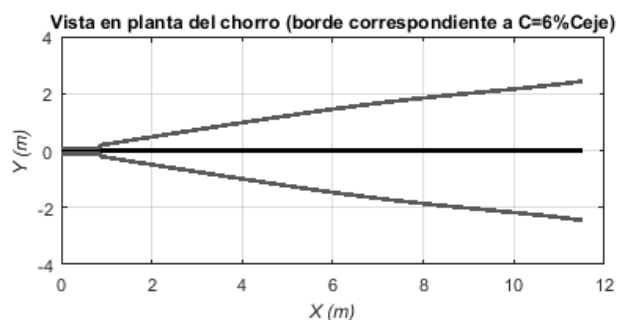
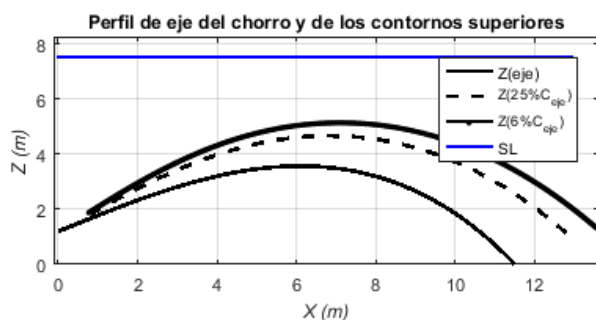


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	21.57	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	31.81	68.81	1.74	0.12	-0.23	31.97	4.61	29.78	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	25.80	62.80	2.14	0.15	-0.19	25.82	4.27	29.45	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	21.71	58.71	2.55	0.17	-0.16	21.62	3.58	29.04	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	18.75	55.75	2.95	0.20	-0.14	18.56	3.08	28.56	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	16.51	53.51	3.35	0.23	-0.12	16.23	2.70	28.00	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.75	51.75	3.75	0.26	-0.11	14.40	2.40	27.35	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	13.33	50.33	4.15	0.29	-0.10	12.91	2.15	26.62	0.00
2.55	0.00	2.60	2.68	12.17	49.17	4.54	0.31	-0.09	11.68	1.95	25.80	0.00
2.77	0.00	2.71	2.91	11.20	48.20	4.94	0.34	-0.08	10.65	1.78	24.88	0.00
3.00	0.00	2.81	3.15	10.38	47.38	5.33	0.37	-0.08	9.77	1.64	23.87	0.00
3.23	0.00	2.91	3.38	9.67	46.67	5.72	0.40	-0.07	9.01	1.51	22.75	0.00
3.46	0.00	3.01	3.60	9.06	46.06	6.11	0.43	-0.07	8.34	1.40	21.52	0.00
3.69	0.00	3.10	3.83	8.52	45.52	6.49	0.46	-0.06	7.76	1.31	20.17	0.00
3.93	0.00	3.18	4.06	8.04	45.04	6.88	0.49	-0.06	7.25	1.23	18.71	0.00
4.17	0.00	3.26	4.28	7.62	44.62	7.26	0.52	-0.06	6.79	1.15	17.12	0.00
4.41	0.00	3.33	4.51	7.24	44.24	7.64	0.55	-0.05	6.38	1.08	15.39	0.00
4.65	0.00	3.39	4.73	6.90	43.90	8.01	0.57	-0.05	6.02	1.02	13.53	0.00
4.89	0.00	3.44	4.95	6.59	43.59	8.39	0.60	-0.05	5.69	0.97	11.54	0.00
5.14	0.00	3.49	5.17	6.31	43.31	8.76	0.63	-0.05	5.40	0.92	9.40	0.00
5.39	0.00	3.52	5.39	6.05	43.05	9.14	0.66	-0.04	5.14	0.88	7.14	0.00
5.64	0.00	3.55	5.61	5.81	42.81	9.51	0.69	-0.04	4.91	0.84	4.74	0.00
5.88	0.00	3.57	5.84	5.59	42.59	9.89	0.72	-0.04	4.71	0.81	2.21	0.00
6.13	0.00	3.57	6.06	5.39	42.39	10.27	0.75	-0.04	4.54	0.78	-0.42	0.00
6.38	0.00	3.56	6.28	5.20	42.20	10.65	0.77	-0.04	4.38	0.75	-3.15	0.00
6.63	0.00	3.54	6.51	5.01	42.01	11.03	0.80	-0.04	4.25	0.73	-5.96	0.00
6.88	0.00	3.51	6.74	4.85	41.85	11.41	0.83	-0.04	4.14	0.71	-8.82	0.00
7.13	0.00	3.46	6.97	4.69	41.69	11.80	0.85	-0.03	4.05	0.69	-11.72	0.00
7.37	0.00	3.41	7.20	4.53	41.53	12.20	0.87	-0.03	3.98	0.68	-14.61	0.00
7.61	0.00	3.34	7.43	4.39	41.39	12.60	0.89	-0.03	3.92	0.66	-17.49	0.00
7.85	0.00	3.26	7.67	4.25	41.25	13.00	0.92	-0.03	3.88	0.65	-20.33	0.00
8.08	0.00	3.17	7.92	4.12	41.12	13.41	0.94	-0.03	3.85	0.65	-23.10	0.00
8.31	0.00	3.06	8.16	4.00	41.00	13.83	0.95	-0.03	3.84	0.64	-25.78	0.00
8.53	0.00	2.95	8.41	3.88	40.88	14.25	0.97	-0.03	3.83	0.64	-28.37	0.00
8.75	0.00	2.82	8.67	3.77	40.77	14.68	0.99	-0.03	3.84	0.63	-30.86	0.00
8.96	0.00	2.69	8.92	3.66	40.66	15.12	1.01	-0.03	3.85	0.63	-33.23	0.00
9.17	0.00	2.55	9.19	3.55	40.55	15.57	1.02	-0.03	3.87	0.63	-35.49	0.00
9.37	0.00	2.40	9.45	3.45	40.45	16.02	1.04	-0.03	3.89	0.63	-37.63	0.00
9.56	0.00	2.25	9.73	3.36	40.36	16.48	1.05	-0.02	3.92	0.63	-39.65	0.00
9.75	0.00	2.08	10.00	3.26	40.26	16.95	1.07	-0.02	3.95	0.63	-41.57	0.00
9.94	0.00	1.91	10.29	3.17	40.17	17.43	1.08	-0.02	3.98	0.63	-43.37	0.00
10.11	0.00	1.74	10.57	3.09	40.09	17.91	1.10	-0.02	4.01	0.63	-45.07	0.00
10.29	0.00	1.56	10.86	3.00	40.00	18.41	1.11	-0.02	4.05	0.63	-46.67	0.00
10.46	0.00	1.38	11.16	2.92	39.92	18.91	1.12	-0.02	4.09	0.63	-48.18	0.00
10.62	0.00	1.19	11.46	2.85	39.85	19.42	1.14	-0.02	4.12	0.63	-49.61	0.00
10.78	0.00	1.00	11.77	2.77	39.77	19.94	1.15	-0.02	4.16	0.64	-50.95	0.00
10.94	0.00	0.80	12.08	2.70	39.70	20.46	1.17	-0.02	4.20	0.64	-52.22	0.00
11.09	0.00	0.60	12.39	2.63	39.63	21.00	1.18	-0.02	4.23	0.64	-53.42	0.00
11.24	0.00	0.40	12.71	2.57	39.57	21.54	1.19	-0.02	4.27	0.64	-54.55	0.00
11.38	0.00	0.19	13.04	2.50	39.50	22.09	1.21	-0.02	4.30	0.64	-55.62	0.00
11.52	0.00	-0.01	13.37	2.44	39.44	22.65	1.22	-0.02	4.34	0.64	-56.63	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 30 (37_23_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	37
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	69.6412
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1050
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.52 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.01 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.0

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.64 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.26 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.28 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	42.3 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.91 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.7
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	39.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.17 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.34 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.81 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.9
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	39.4 psu

Gráficas de evolución de variables

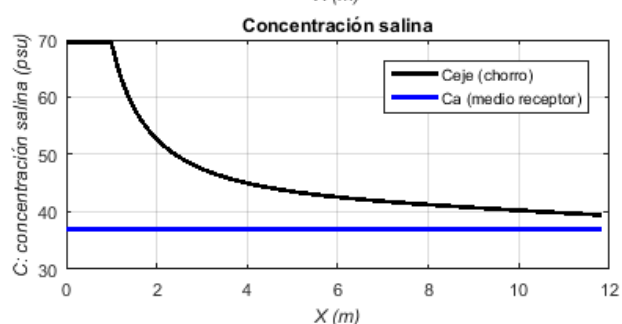
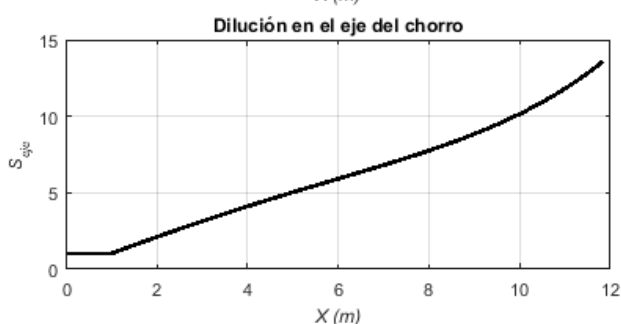
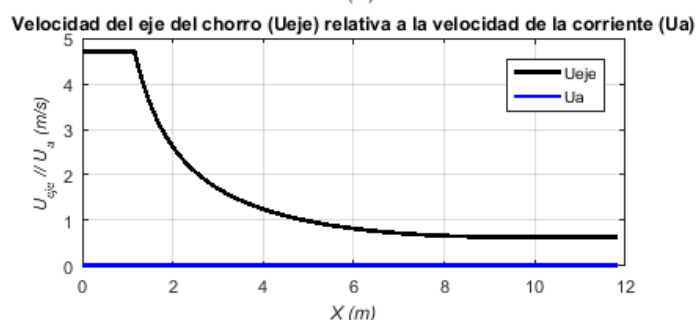
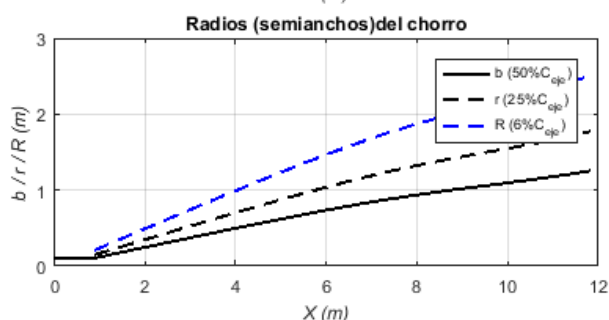
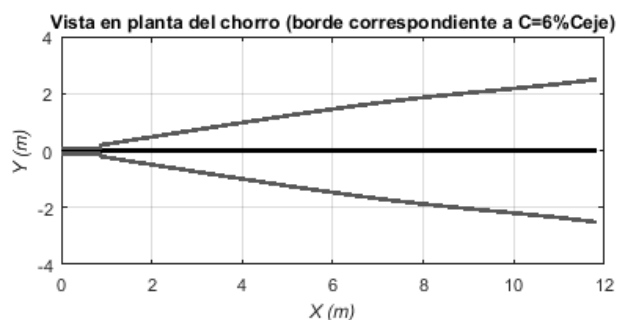
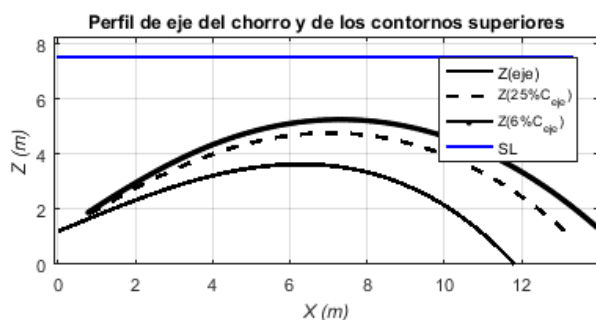


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	32.64	69.64	1.00	0.10	-0.24	22.02	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	31.86	68.86	1.74	0.12	-0.23	32.70	4.72	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	25.88	62.88	2.14	0.15	-0.19	26.45	4.40	29.48	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	21.80	58.80	2.54	0.17	-0.16	22.18	3.69	29.09	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	18.83	55.83	2.94	0.20	-0.14	19.06	3.18	28.64	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.59	53.59	3.33	0.23	-0.12	16.68	2.78	28.11	0.00
2.11	0.00	2.38	2.20	14.83	51.83	3.73	0.26	-0.11	14.80	2.47	27.50	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.41	50.41	4.13	0.29	-0.10	13.28	2.22	26.81	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	12.24	49.24	4.52	0.31	-0.09	12.03	2.02	26.04	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	11.27	48.27	4.91	0.34	-0.08	10.97	1.84	25.18	0.00
3.00	0.00	2.82	3.13	10.44	47.44	5.30	0.37	-0.08	10.07	1.69	24.23	0.00
3.23	0.00	2.92	3.36	9.73	46.73	5.69	0.40	-0.07	9.29	1.57	23.18	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	9.11	46.11	6.07	0.43	-0.07	8.61	1.45	22.03	0.00
3.70	0.00	3.11	3.81	8.57	45.57	6.45	0.46	-0.06	8.01	1.36	20.77	0.00
3.93	0.00	3.20	4.03	8.09	45.09	6.83	0.49	-0.06	7.48	1.27	19.40	0.00
4.17	0.00	3.28	4.26	7.67	44.67	7.21	0.52	-0.06	7.01	1.19	17.92	0.00
4.41	0.00	3.35	4.48	7.29	44.29	7.59	0.55	-0.05	6.59	1.12	16.31	0.00
4.65	0.00	3.42	4.70	6.95	43.95	7.96	0.58	-0.05	6.22	1.06	14.58	0.00
4.89	0.00	3.48	4.92	6.63	43.63	8.34	0.60	-0.05	5.88	1.01	12.72	0.00
5.14	0.00	3.53	5.14	6.35	43.35	8.71	0.63	-0.05	5.58	0.96	10.73	0.00
5.38	0.00	3.57	5.36	6.09	43.09	9.08	0.66	-0.04	5.31	0.91	8.61	0.00
5.63	0.00	3.60	5.58	5.85	42.85	9.45	0.69	-0.04	5.07	0.87	6.36	0.00
5.88	0.00	3.62	5.80	5.63	42.63	9.82	0.72	-0.04	4.85	0.84	4.00	0.00
6.13	0.00	3.64	6.02	5.42	42.42	10.20	0.75	-0.04	4.66	0.80	1.52	0.00
6.38	0.00	3.64	6.24	5.23	42.23	10.57	0.78	-0.04	4.50	0.77	-1.06	0.00
6.63	0.00	3.63	6.46	5.05	42.05	10.95	0.80	-0.04	4.35	0.75	-3.73	0.00
6.88	0.00	3.60	6.69	4.88	41.88	11.33	0.83	-0.04	4.23	0.73	-6.47	0.00
7.12	0.00	3.57	6.91	4.72	41.72	11.71	0.85	-0.03	4.13	0.71	-9.25	0.00
7.37	0.00	3.52	7.14	4.57	41.57	12.10	0.88	-0.03	4.04	0.69	-12.06	0.00
7.61	0.00	3.47	7.37	4.43	41.43	12.49	0.90	-0.03	3.97	0.68	-14.87	0.00
7.85	0.00	3.40	7.60	4.29	41.29	12.88	0.92	-0.03	3.92	0.67	-17.66	0.00
8.09	0.00	3.31	7.84	4.16	41.16	13.29	0.94	-0.03	3.88	0.66	-20.41	0.00
8.32	0.00	3.22	8.08	4.04	41.04	13.69	0.96	-0.03	3.85	0.65	-23.10	0.00
8.55	0.00	3.12	8.32	3.92	40.92	14.10	0.98	-0.03	3.84	0.64	-25.71	0.00
8.77	0.00	3.00	8.57	3.81	40.81	14.52	1.00	-0.03	3.83	0.64	-28.22	0.00
8.99	0.00	2.88	8.82	3.70	40.70	14.95	1.02	-0.03	3.84	0.64	-30.64	0.00
9.20	0.00	2.75	9.08	3.60	40.60	15.38	1.03	-0.03	3.85	0.63	-32.96	0.00
9.41	0.00	2.61	9.34	3.50	40.50	15.82	1.05	-0.03	3.86	0.63	-35.16	0.00
9.61	0.00	2.46	9.60	3.40	40.40	16.27	1.07	-0.02	3.89	0.63	-37.26	0.00
9.81	0.00	2.31	9.87	3.31	40.31	16.73	1.08	-0.02	3.91	0.63	-39.25	0.00
10.00	0.00	2.15	10.15	3.22	40.22	17.19	1.10	-0.02	3.94	0.63	-41.12	0.00
10.18	0.00	1.98	10.42	3.13	40.13	17.66	1.11	-0.02	3.97	0.63	-42.90	0.00
10.36	0.00	1.81	10.71	3.05	40.05	18.14	1.12	-0.02	4.00	0.63	-44.58	0.00
10.54	0.00	1.63	10.99	2.97	39.97	18.63	1.14	-0.02	4.04	0.63	-46.16	0.00
10.71	0.00	1.45	11.29	2.89	39.89	19.12	1.15	-0.02	4.07	0.64	-47.66	0.00
10.88	0.00	1.26	11.58	2.82	39.82	19.63	1.17	-0.02	4.11	0.64	-49.07	0.00
11.04	0.00	1.07	11.88	2.75	39.75	20.14	1.18	-0.02	4.15	0.64	-50.41	0.00
11.20	0.00	0.87	12.19	2.68	39.68	20.65	1.19	-0.02	4.18	0.64	-51.67	0.00
11.35	0.00	0.68	12.50	2.61	39.61	21.18	1.21	-0.02	4.22	0.64	-52.86	0.00
11.50	0.00	0.47	12.82	2.55	39.55	21.72	1.22	-0.02	4.25	0.64	-53.99	0.00
11.64	0.00	0.27	13.14	2.48	39.48	22.26	1.24	-0.02	4.29	0.64	-55.06	0.00
11.78	0.00	0.07	13.46	2.43	39.43	22.81	1.25	-0.02	4.32	0.64	-56.07	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 31 (38_13_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1028.7
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1054.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.21 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.65 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.26 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.93 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.62 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	47.6 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.58 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	43.0 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.49 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.69 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.98 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.33 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	41.6 psu

Gráficas de evolución de variables

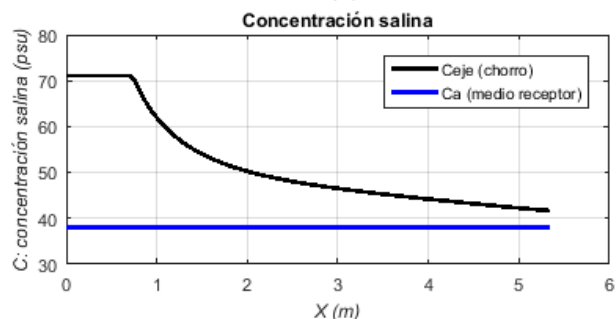
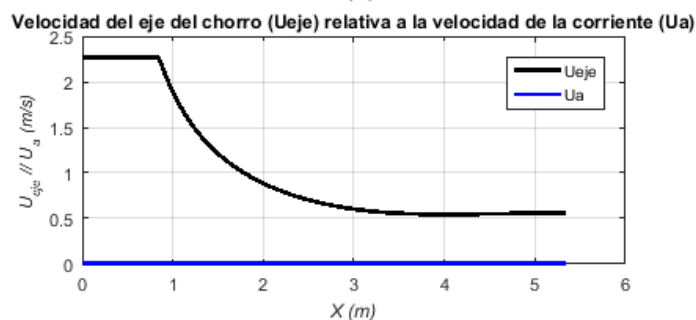
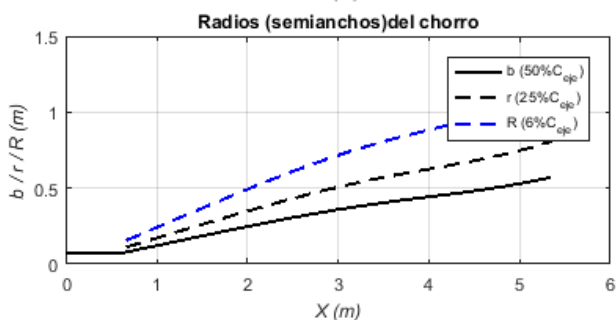
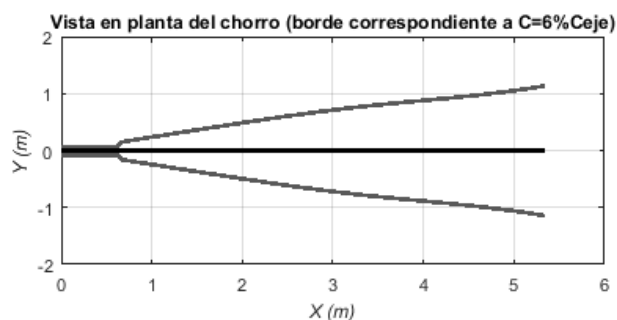
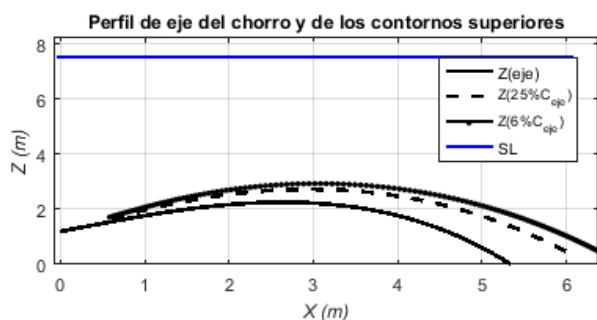


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.07	-0.24	12.21	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	30.40	68.40	1.85	0.09	-0.22	16.89	2.27	29.06	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	23.57	61.57	2.38	0.12	-0.17	12.85	1.86	27.49	0.00
1.23	0.00	1.88	1.72	19.28	57.28	2.91	0.15	-0.14	10.28	1.50	25.41	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	16.35	54.35	3.43	0.18	-0.12	8.50	1.24	22.78	0.00
1.70	0.00	2.08	2.33	14.21	52.21	3.95	0.21	-0.10	7.19	1.06	19.51	0.00
1.93	0.00	2.15	2.63	12.59	50.59	4.46	0.24	-0.09	6.19	0.92	15.53	0.00
2.18	0.00	2.21	2.93	11.32	49.32	4.96	0.27	-0.08	5.43	0.81	10.79	0.00
2.42	0.00	2.25	3.22	10.28	48.28	5.46	0.30	-0.08	4.85	0.72	5.27	0.00
2.67	0.00	2.25	3.52	9.41	47.41	5.96	0.32	-0.07	4.42	0.66	-0.94	0.00
2.92	0.00	2.24	3.82	8.67	46.67	6.48	0.35	-0.06	4.12	0.61	-7.66	0.00
3.17	0.00	2.19	4.13	8.02	46.02	7.00	0.37	-0.06	3.92	0.58	-14.60	0.00
3.41	0.00	2.11	4.45	7.45	45.45	7.54	0.40	-0.05	3.82	0.56	-21.40	0.00
3.63	0.00	2.01	4.78	6.93	44.93	8.10	0.41	-0.05	3.79	0.55	-27.80	0.00
3.85	0.00	1.88	5.12	6.47	44.47	8.68	0.43	-0.05	3.82	0.54	-33.60	0.00
4.05	0.00	1.73	5.48	6.05	44.05	9.28	0.45	-0.04	3.87	0.54	-38.74	0.00
4.24	0.00	1.57	5.85	5.66	43.66	9.91	0.46	-0.04	3.95	0.55	-43.23	0.00
4.41	0.00	1.39	6.24	5.31	43.31	10.57	0.47	-0.04	4.04	0.55	-47.13	0.00
4.58	0.00	1.20	6.64	4.99	42.99	11.25	0.49	-0.04	4.13	0.55	-50.52	0.00
4.73	0.00	1.00	7.06	4.69	42.69	11.96	0.50	-0.03	4.22	0.55	-53.47	0.00
4.88	0.00	0.80	7.49	4.42	42.42	12.69	0.52	-0.03	4.30	0.56	-56.05	0.00
5.01	0.00	0.59	7.94	4.17	42.17	13.45	0.53	-0.03	4.38	0.56	-58.32	0.00
5.14	0.00	0.37	8.40	3.94	41.94	14.24	0.54	-0.03	4.46	0.56	-60.32	0.00
5.26	0.00	0.16	8.88	3.73	41.73	15.04	0.56	-0.03	4.53	0.56	-62.10	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 32 (38_13_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1028.7
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1054.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.70 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.03 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.1

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.66 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.29 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.33 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.00 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.7
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.8
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.18 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.67 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.36 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.90 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.6
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.0
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.4 psu

Gráficas de evolución de variables

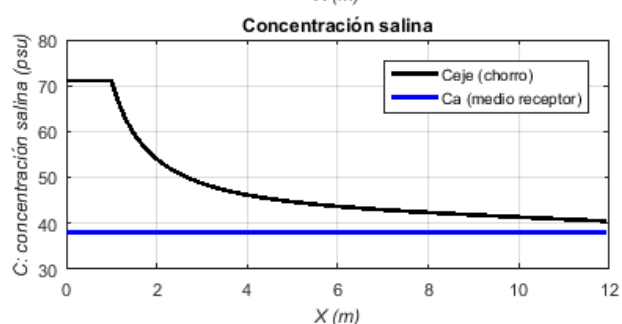
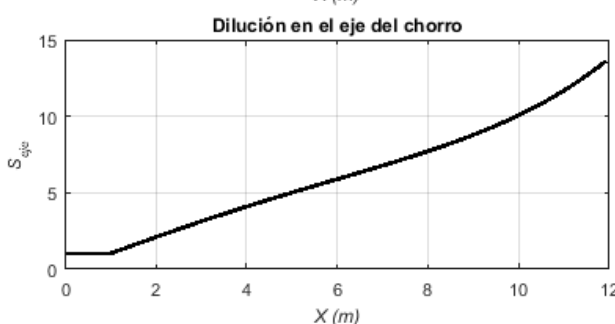
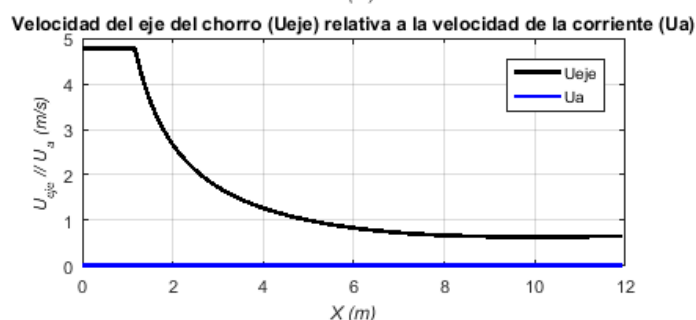
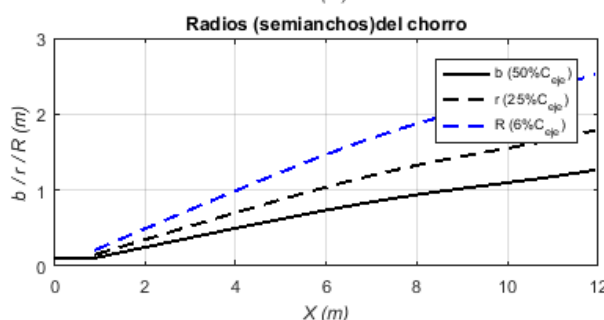
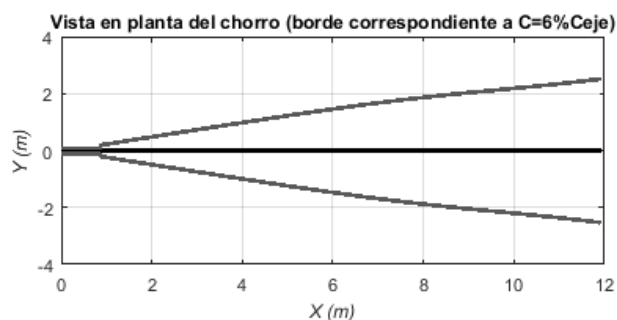
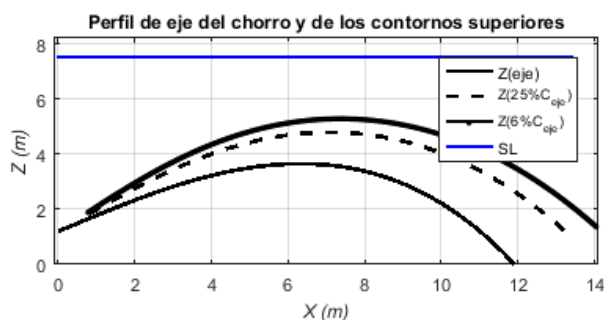


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	22.07	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	32.37	70.37	1.73	0.12	-0.24	32.80	4.79	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	26.31	64.31	2.13	0.15	-0.19	26.56	4.46	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	22.17	60.17	2.53	0.17	-0.16	22.28	3.75	29.10	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	19.17	57.17	2.93	0.20	-0.14	19.15	3.23	28.65	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.89	54.89	3.32	0.23	-0.12	16.77	2.83	28.13	0.00
2.11	0.00	2.39	2.19	15.10	53.10	3.72	0.26	-0.11	14.89	2.51	27.53	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.65	51.65	4.11	0.29	-0.10	13.36	2.26	26.85	0.00
2.56	0.00	2.61	2.66	12.47	50.47	4.50	0.31	-0.09	12.10	2.05	26.09	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	11.48	49.48	4.89	0.34	-0.08	11.04	1.87	25.24	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.63	48.63	5.28	0.37	-0.08	10.13	1.72	24.30	0.00
3.24	0.00	2.93	3.34	9.91	47.91	5.66	0.40	-0.07	9.35	1.59	23.27	0.00
3.47	0.00	3.02	3.57	9.28	47.28	6.05	0.43	-0.07	8.67	1.48	22.14	0.00
3.70	0.00	3.12	3.79	8.73	46.73	6.43	0.46	-0.06	8.07	1.38	20.90	0.00
3.93	0.00	3.20	4.02	8.25	46.25	6.81	0.49	-0.06	7.54	1.29	19.55	0.00
4.17	0.00	3.28	4.24	7.81	45.81	7.18	0.52	-0.06	7.07	1.21	18.09	0.00
4.41	0.00	3.36	4.46	7.43	45.43	7.56	0.55	-0.05	6.64	1.14	16.51	0.00
4.65	0.00	3.42	4.68	7.08	45.08	7.93	0.58	-0.05	6.27	1.08	14.81	0.00
4.89	0.00	3.48	4.90	6.76	44.76	8.30	0.60	-0.05	5.93	1.02	12.98	0.00
5.14	0.00	3.54	5.12	6.47	44.47	8.67	0.63	-0.05	5.62	0.97	11.02	0.00
5.38	0.00	3.58	5.34	6.21	44.21	9.04	0.66	-0.05	5.35	0.93	8.94	0.00
5.63	0.00	3.61	5.55	5.96	43.96	9.41	0.69	-0.04	5.11	0.89	6.73	0.00
5.88	0.00	3.64	5.77	5.74	43.74	9.78	0.72	-0.04	4.89	0.85	4.40	0.00
6.13	0.00	3.65	5.99	5.53	43.53	10.15	0.75	-0.04	4.70	0.82	1.96	0.00
6.38	0.00	3.66	6.21	5.33	43.33	10.52	0.78	-0.04	4.53	0.79	-0.59	0.00
6.63	0.00	3.65	6.43	5.15	43.15	10.90	0.80	-0.04	4.38	0.76	-3.22	0.00
6.88	0.00	3.63	6.65	4.98	42.98	11.28	0.83	-0.04	4.25	0.74	-5.93	0.00
7.13	0.00	3.60	6.88	4.82	42.82	11.66	0.86	-0.04	4.15	0.72	-8.68	0.00
7.37	0.00	3.55	7.11	4.66	42.66	12.04	0.88	-0.03	4.06	0.70	-11.47	0.00
7.62	0.00	3.50	7.33	4.52	42.52	12.43	0.90	-0.03	3.99	0.69	-14.26	0.00
7.86	0.00	3.43	7.57	4.38	42.38	12.82	0.92	-0.03	3.93	0.68	-17.04	0.00
8.09	0.00	3.35	7.80	4.25	42.25	13.22	0.95	-0.03	3.89	0.67	-19.78	0.00
8.33	0.00	3.26	8.04	4.12	42.12	13.62	0.97	-0.03	3.86	0.66	-22.46	0.00
8.56	0.00	3.16	8.28	4.00	42.00	14.03	0.99	-0.03	3.84	0.65	-25.07	0.00
8.78	0.00	3.05	8.53	3.89	41.89	14.45	1.00	-0.03	3.83	0.65	-27.59	0.00
9.00	0.00	2.93	8.77	3.78	41.78	14.87	1.02	-0.03	3.84	0.64	-30.02	0.00
9.21	0.00	2.80	9.03	3.67	41.67	15.30	1.04	-0.03	3.84	0.64	-32.35	0.00
9.42	0.00	2.66	9.29	3.57	41.57	15.73	1.05	-0.03	3.86	0.64	-34.57	0.00
9.63	0.00	2.51	9.55	3.47	41.47	16.18	1.07	-0.03	3.88	0.64	-36.68	0.00
9.82	0.00	2.36	9.81	3.38	41.38	16.63	1.08	-0.02	3.90	0.64	-38.68	0.00
10.02	0.00	2.20	10.08	3.29	41.29	17.09	1.10	-0.02	3.93	0.64	-40.57	0.00
10.20	0.00	2.04	10.36	3.20	41.20	17.55	1.11	-0.02	3.96	0.64	-42.37	0.00
10.38	0.00	1.87	10.64	3.11	41.11	18.03	1.13	-0.02	3.99	0.64	-44.06	0.00
10.56	0.00	1.69	10.92	3.03	41.03	18.51	1.14	-0.02	4.03	0.64	-45.67	0.00
10.73	0.00	1.51	11.21	2.95	40.95	19.00	1.16	-0.02	4.06	0.64	-47.18	0.00
10.90	0.00	1.32	11.51	2.88	40.88	19.50	1.17	-0.02	4.10	0.64	-48.61	0.00
11.06	0.00	1.13	11.80	2.81	40.81	20.00	1.18	-0.02	4.13	0.64	-49.96	0.00
11.22	0.00	0.94	12.11	2.74	40.74	20.51	1.20	-0.02	4.17	0.65	-51.23	0.00
11.38	0.00	0.74	12.41	2.67	40.67	21.03	1.21	-0.02	4.20	0.65	-52.44	0.00
11.53	0.00	0.54	12.73	2.60	40.60	21.56	1.23	-0.02	4.24	0.65	-53.58	0.00
11.67	0.00	0.34	13.04	2.54	40.54	22.10	1.24	-0.02	4.27	0.65	-54.66	0.00
11.82	0.00	0.14	13.36	2.48	40.48	22.64	1.25	-0.02	4.31	0.65	-55.69	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 33 (38_13_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1028.7
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1054.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.08 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.55 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	11.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.20 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.83 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.46 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.4

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	47.8 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.30 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	10.9
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	43.1 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.46 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.92 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.04 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.1
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.4
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	41.7 psu

Gráficas de evolución de variables

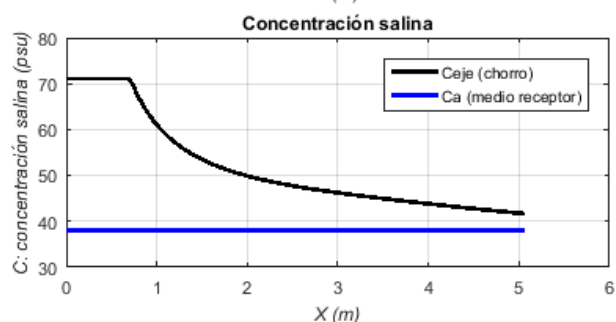
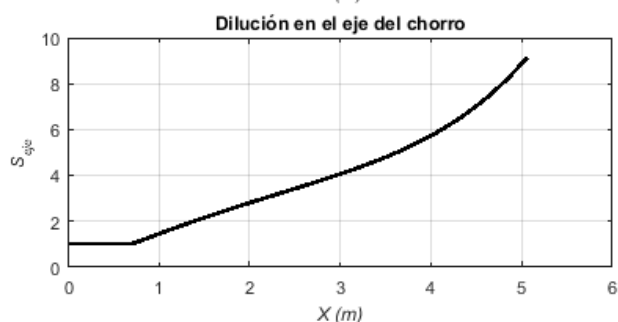
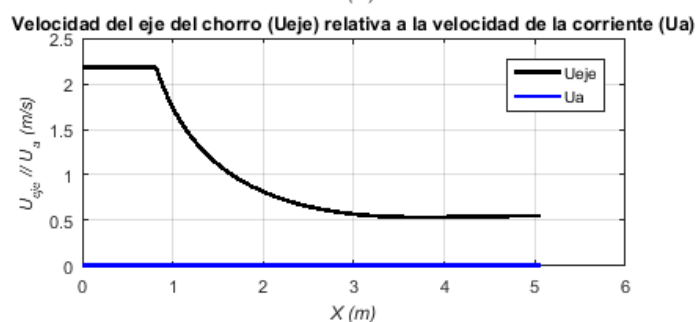
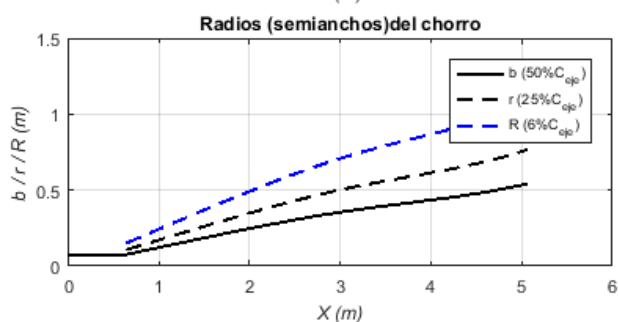
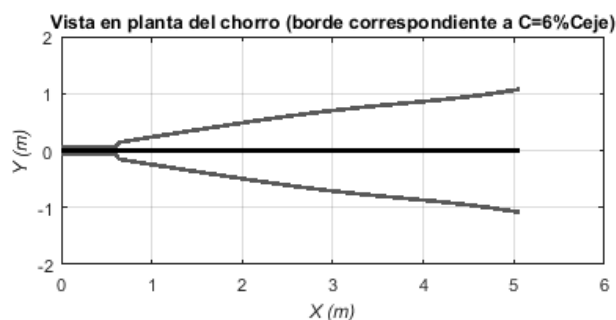
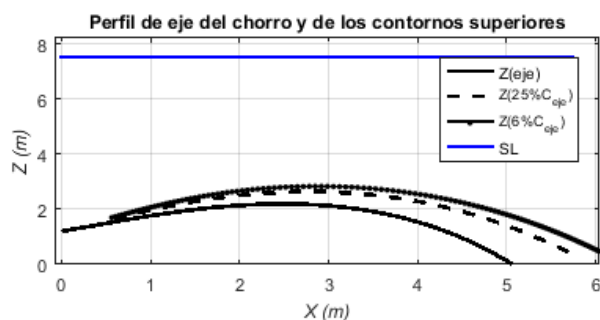


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.07	-0.24	11.92	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	30.15	68.15	1.86	0.09	-0.22	16.33	2.18	28.97	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	23.23	61.23	2.42	0.12	-0.17	12.33	1.76	27.23	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.94	56.94	2.96	0.15	-0.14	9.80	1.40	24.91	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	16.02	54.02	3.50	0.18	-0.12	8.06	1.16	21.94	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.91	51.91	4.04	0.21	-0.10	6.80	0.98	18.23	0.00
1.92	0.00	2.12	2.69	12.31	50.31	4.56	0.24	-0.09	5.85	0.85	13.69	0.00
2.16	0.00	2.17	3.00	11.05	49.05	5.08	0.27	-0.08	5.13	0.75	8.28	0.00
2.41	0.00	2.19	3.31	10.02	48.02	5.60	0.29	-0.07	4.60	0.67	2.02	0.00
2.66	0.00	2.19	3.62	9.16	47.16	6.13	0.32	-0.07	4.22	0.62	-4.93	0.00
2.91	0.00	2.15	3.93	8.42	46.42	6.66	0.35	-0.06	3.97	0.58	-12.26	0.00
3.15	0.00	2.08	4.26	7.78	45.78	7.22	0.37	-0.06	3.84	0.56	-19.58	0.00
3.38	0.00	1.99	4.60	7.20	45.20	7.79	0.39	-0.05	3.79	0.54	-26.50	0.00
3.60	0.00	1.86	4.95	6.69	44.69	8.39	0.40	-0.05	3.81	0.54	-32.79	0.00
3.80	0.00	1.72	5.32	6.23	44.23	9.01	0.42	-0.05	3.87	0.53	-38.34	0.00
3.99	0.00	1.55	5.70	5.81	43.81	9.66	0.43	-0.04	3.95	0.54	-43.15	0.00
4.16	0.00	1.37	6.11	5.43	43.43	10.35	0.45	-0.04	4.04	0.54	-47.29	0.00
4.33	0.00	1.19	6.52	5.08	43.08	11.05	0.46	-0.04	4.13	0.54	-50.85	0.00
4.48	0.00	0.99	6.96	4.76	42.76	11.79	0.47	-0.03	4.23	0.54	-53.93	0.00
4.62	0.00	0.78	7.41	4.47	42.47	12.56	0.49	-0.03	4.32	0.55	-56.60	0.00
4.76	0.00	0.57	7.88	4.20	42.20	13.35	0.50	-0.03	4.40	0.55	-58.93	0.00
4.88	0.00	0.35	8.37	3.96	41.96	14.18	0.52	-0.03	4.48	0.55	-60.98	0.00
5.00	0.00	0.13	8.87	3.74	41.74	15.02	0.53	-0.03	4.55	0.55	-62.79	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 34 (38_13_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1028.7
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1054.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.39 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.86 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.4

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.55 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.11 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.04 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.0

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.6 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.50 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.3
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.12 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.59 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.25 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.40 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.4
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

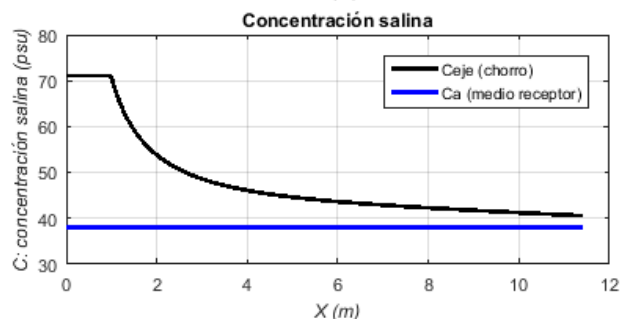
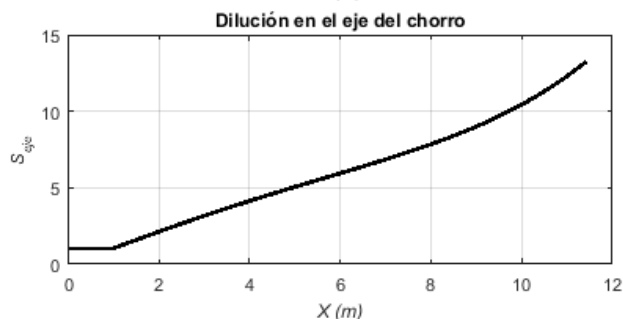
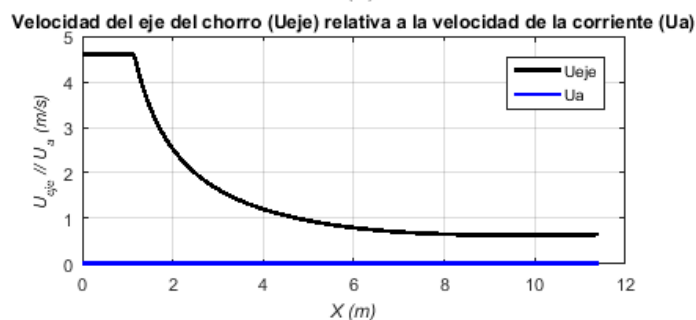
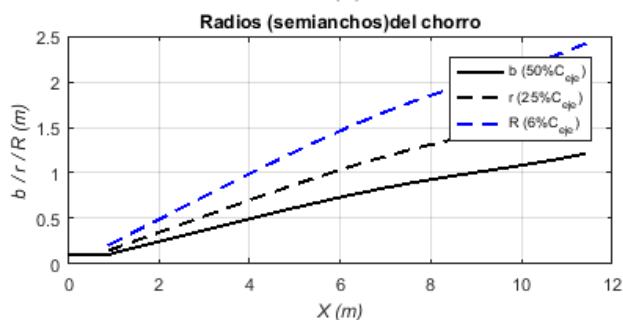
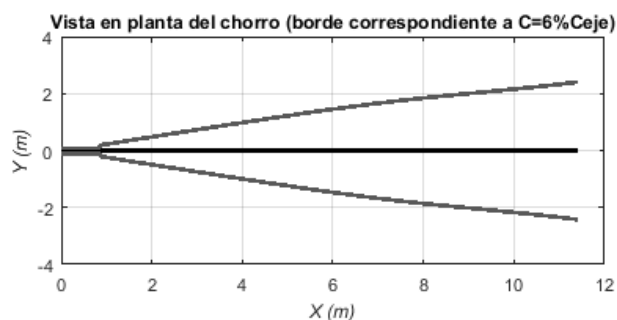
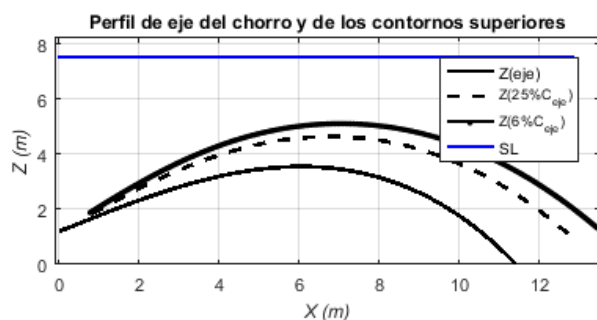


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	21.39	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	32.28	70.28	1.74	0.12	-0.24	31.70	4.61	29.78	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	26.19	64.19	2.14	0.15	-0.19	25.61	4.27	29.44	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	22.04	60.04	2.55	0.17	-0.16	21.44	3.58	29.03	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	19.03	57.03	2.95	0.20	-0.14	18.41	3.08	28.54	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	16.75	54.75	3.35	0.23	-0.12	16.10	2.70	27.96	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.97	52.97	3.75	0.26	-0.11	14.27	2.39	27.31	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	13.53	51.53	4.15	0.29	-0.10	12.80	2.15	26.56	0.00
2.55	0.00	2.60	2.68	12.35	50.35	4.54	0.31	-0.09	11.58	1.95	25.73	0.00
2.77	0.00	2.71	2.91	11.37	49.37	4.94	0.34	-0.08	10.55	1.78	24.79	0.00
3.00	0.00	2.81	3.15	10.53	48.53	5.33	0.37	-0.08	9.68	1.64	23.76	0.00
3.23	0.00	2.91	3.37	9.82	47.82	5.72	0.40	-0.07	8.92	1.51	22.62	0.00
3.46	0.00	3.00	3.60	9.19	47.19	6.11	0.43	-0.07	8.27	1.40	21.37	0.00
3.70	0.00	3.09	3.83	8.65	46.65	6.49	0.46	-0.06	7.69	1.31	19.99	0.00
3.93	0.00	3.17	4.06	8.17	46.17	6.87	0.49	-0.06	7.18	1.22	18.50	0.00
4.17	0.00	3.25	4.28	7.74	45.74	7.25	0.52	-0.06	6.73	1.15	16.87	0.00
4.41	0.00	3.32	4.50	7.35	45.35	7.63	0.55	-0.05	6.32	1.08	15.12	0.00
4.65	0.00	3.38	4.73	7.01	45.01	8.01	0.57	-0.05	5.96	1.02	13.22	0.00
4.90	0.00	3.43	4.95	6.69	44.69	8.39	0.60	-0.05	5.64	0.97	11.18	0.00
5.14	0.00	3.48	5.17	6.41	44.41	8.76	0.63	-0.05	5.35	0.92	9.01	0.00
5.39	0.00	3.51	5.39	6.14	44.14	9.14	0.66	-0.04	5.10	0.88	6.70	0.00
5.64	0.00	3.54	5.61	5.90	43.90	9.51	0.69	-0.04	4.87	0.84	4.25	0.00
5.89	0.00	3.55	5.83	5.68	43.68	9.89	0.72	-0.04	4.67	0.81	1.68	0.00
6.14	0.00	3.55	6.06	5.47	43.47	10.26	0.75	-0.04	4.50	0.78	-1.00	0.00
6.39	0.00	3.54	6.28	5.27	43.27	10.64	0.77	-0.04	4.35	0.75	-3.77	0.00
6.64	0.00	3.52	6.51	5.09	43.09	11.03	0.80	-0.04	4.22	0.73	-6.61	0.00
6.88	0.00	3.48	6.74	4.92	42.92	11.41	0.82	-0.04	4.12	0.71	-9.51	0.00
7.13	0.00	3.43	6.97	4.75	42.75	11.81	0.85	-0.03	4.03	0.69	-12.43	0.00
7.37	0.00	3.37	7.20	4.60	42.60	12.20	0.87	-0.03	3.96	0.68	-15.35	0.00
7.61	0.00	3.30	7.44	4.45	42.45	12.60	0.89	-0.03	3.91	0.67	-18.24	0.00
7.85	0.00	3.22	7.68	4.32	42.32	13.01	0.91	-0.03	3.87	0.66	-21.08	0.00
8.08	0.00	3.12	7.92	4.18	42.18	13.42	0.93	-0.03	3.85	0.65	-23.85	0.00
8.30	0.00	3.02	8.17	4.06	42.06	13.84	0.95	-0.03	3.84	0.64	-26.54	0.00
8.53	0.00	2.90	8.42	3.94	41.94	14.26	0.97	-0.03	3.83	0.64	-29.12	0.00
8.74	0.00	2.77	8.67	3.82	41.82	14.70	0.99	-0.03	3.84	0.64	-31.59	0.00
8.95	0.00	2.64	8.93	3.71	41.71	15.14	1.00	-0.03	3.85	0.64	-33.95	0.00
9.16	0.00	2.49	9.20	3.60	41.60	15.58	1.02	-0.03	3.87	0.63	-36.19	0.00
9.36	0.00	2.34	9.47	3.50	41.50	16.04	1.03	-0.03	3.90	0.63	-38.31	0.00
9.55	0.00	2.18	9.74	3.40	41.40	16.50	1.05	-0.02	3.93	0.63	-40.31	0.00
9.74	0.00	2.02	10.02	3.31	41.31	16.98	1.06	-0.02	3.96	0.63	-42.20	0.00
9.92	0.00	1.85	10.30	3.22	41.22	17.46	1.08	-0.02	3.99	0.64	-43.98	0.00
10.10	0.00	1.67	10.59	3.13	41.13	17.94	1.09	-0.02	4.03	0.64	-45.66	0.00
10.27	0.00	1.49	10.88	3.04	41.04	18.44	1.11	-0.02	4.06	0.64	-47.24	0.00
10.44	0.00	1.31	11.18	2.96	40.96	18.95	1.12	-0.02	4.10	0.64	-48.73	0.00
10.60	0.00	1.12	11.48	2.88	40.88	19.46	1.13	-0.02	4.14	0.64	-50.14	0.00
10.76	0.00	0.92	11.79	2.81	40.81	19.98	1.15	-0.02	4.18	0.64	-51.46	0.00
10.91	0.00	0.72	12.11	2.74	40.74	20.51	1.16	-0.02	4.21	0.64	-52.71	0.00
11.06	0.00	0.52	12.42	2.67	40.67	21.05	1.18	-0.02	4.25	0.64	-53.89	0.00
11.20	0.00	0.32	12.75	2.60	40.60	21.60	1.19	-0.02	4.28	0.64	-55.00	0.00
11.35	0.00	0.11	13.07	2.53	40.53	22.15	1.20	-0.02	4.32	0.65	-56.06	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 35 (38_13_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1028.7
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1054.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.59 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.97 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.8

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.62 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.22 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.23 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.82 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.5
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.6
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.16 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.64 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.32 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.72 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.4
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.8
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

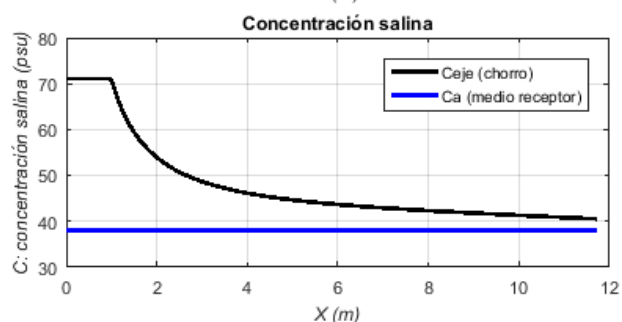
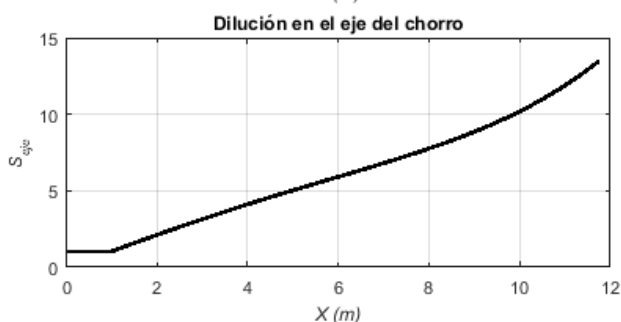
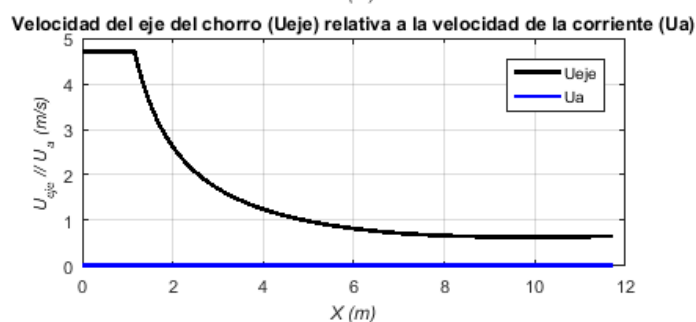
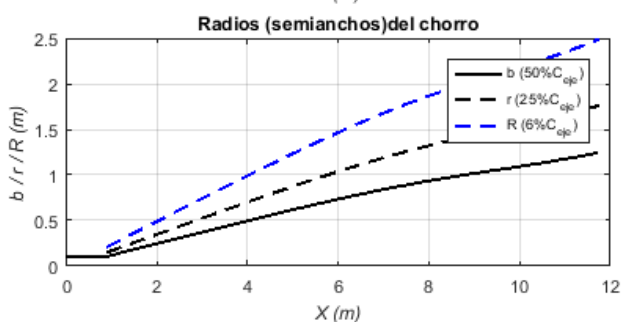
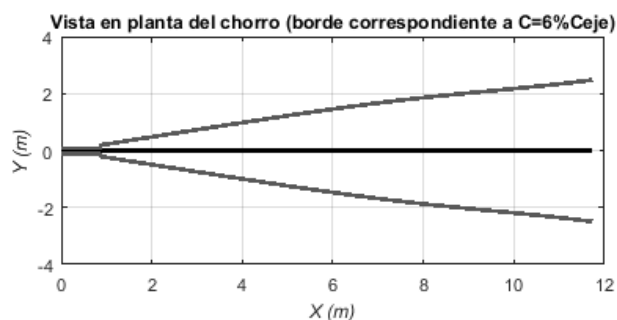
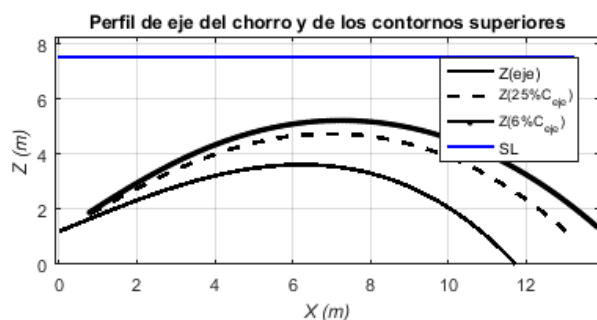


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	21.84	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	32.34	70.34	1.74	0.12	-0.24	32.43	4.72	29.79	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	26.27	64.27	2.14	0.15	-0.19	26.24	4.40	29.47	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	22.12	60.12	2.54	0.17	-0.16	21.99	3.69	29.08	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	19.12	57.12	2.94	0.20	-0.14	18.90	3.17	28.61	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.84	54.84	3.33	0.23	-0.12	16.54	2.78	28.07	0.00
2.11	0.00	2.38	2.20	15.05	53.05	3.73	0.26	-0.11	14.68	2.47	27.45	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.61	51.61	4.12	0.29	-0.10	13.17	2.22	26.75	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	12.43	50.43	4.52	0.31	-0.09	11.92	2.01	25.97	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	11.44	49.44	4.91	0.34	-0.08	10.87	1.84	25.09	0.00
3.00	0.00	2.82	3.13	10.60	48.60	5.30	0.37	-0.08	9.98	1.69	24.12	0.00
3.23	0.00	2.92	3.35	9.88	47.88	5.68	0.40	-0.07	9.20	1.56	23.06	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	9.25	47.25	6.07	0.43	-0.07	8.53	1.45	21.88	0.00
3.70	0.00	3.11	3.81	8.70	46.70	6.45	0.46	-0.06	7.94	1.36	20.60	0.00
3.93	0.00	3.19	4.03	8.22	46.22	6.83	0.49	-0.06	7.41	1.27	19.21	0.00
4.17	0.00	3.27	4.25	7.79	45.79	7.21	0.52	-0.06	6.95	1.19	17.69	0.00
4.41	0.00	3.34	4.48	7.40	45.40	7.59	0.55	-0.05	6.53	1.12	16.05	0.00
4.65	0.00	3.41	4.70	7.05	45.05	7.96	0.58	-0.05	6.16	1.06	14.29	0.00
4.89	0.00	3.47	4.92	6.74	44.74	8.33	0.60	-0.05	5.83	1.01	12.39	0.00
5.14	0.00	3.52	5.14	6.45	44.45	8.71	0.63	-0.05	5.53	0.96	10.36	0.00
5.39	0.00	3.56	5.36	6.18	44.18	9.08	0.66	-0.05	5.26	0.91	8.20	0.00
5.63	0.00	3.59	5.58	5.94	43.94	9.45	0.69	-0.04	5.02	0.87	5.91	0.00
5.88	0.00	3.61	5.80	5.72	43.72	9.82	0.72	-0.04	4.81	0.83	3.50	0.00
6.13	0.00	3.62	6.02	5.51	43.51	10.19	0.75	-0.04	4.63	0.80	0.98	0.00
6.38	0.00	3.62	6.24	5.31	43.31	10.57	0.78	-0.04	4.46	0.77	-1.65	0.00
6.63	0.00	3.60	6.46	5.13	43.13	10.95	0.80	-0.04	4.32	0.75	-4.35	0.00
6.88	0.00	3.58	6.68	4.96	42.96	11.33	0.83	-0.04	4.20	0.73	-7.13	0.00
7.13	0.00	3.54	6.91	4.79	42.79	11.71	0.85	-0.04	4.10	0.71	-9.94	0.00
7.37	0.00	3.49	7.14	4.64	42.64	12.10	0.88	-0.03	4.02	0.69	-12.78	0.00
7.62	0.00	3.43	7.37	4.49	42.49	12.49	0.90	-0.03	3.96	0.68	-15.61	0.00
7.85	0.00	3.36	7.61	4.36	42.36	12.89	0.92	-0.03	3.91	0.67	-18.41	0.00
8.09	0.00	3.27	7.84	4.22	42.22	13.29	0.94	-0.03	3.87	0.66	-21.17	0.00
8.32	0.00	3.18	8.08	4.10	42.10	13.70	0.96	-0.03	3.85	0.65	-23.86	0.00
8.55	0.00	3.07	8.33	3.98	41.98	14.11	0.98	-0.03	3.84	0.65	-26.46	0.00
8.77	0.00	2.96	8.58	3.86	41.86	14.53	1.00	-0.03	3.83	0.64	-28.97	0.00
8.98	0.00	2.83	8.83	3.75	41.75	14.96	1.01	-0.03	3.84	0.64	-31.38	0.00
9.19	0.00	2.70	9.09	3.65	41.65	15.40	1.03	-0.03	3.85	0.64	-33.68	0.00
9.40	0.00	2.55	9.35	3.54	41.54	15.84	1.05	-0.03	3.87	0.64	-35.87	0.00
9.60	0.00	2.40	9.62	3.45	41.45	16.29	1.06	-0.03	3.89	0.64	-37.94	0.00
9.79	0.00	2.25	9.89	3.35	41.35	16.75	1.08	-0.02	3.92	0.64	-39.91	0.00
9.98	0.00	2.08	10.16	3.26	41.26	17.22	1.09	-0.02	3.95	0.64	-41.77	0.00
10.17	0.00	1.91	10.44	3.17	41.17	17.69	1.11	-0.02	3.98	0.64	-43.52	0.00
10.35	0.00	1.74	10.72	3.09	41.09	18.17	1.12	-0.02	4.02	0.64	-45.18	0.00
10.52	0.00	1.56	11.01	3.01	41.01	18.66	1.13	-0.02	4.05	0.64	-46.74	0.00
10.69	0.00	1.37	11.31	2.93	40.93	19.16	1.15	-0.02	4.09	0.64	-48.22	0.00
10.85	0.00	1.19	11.61	2.85	40.85	19.67	1.16	-0.02	4.12	0.64	-49.61	0.00
11.01	0.00	0.99	11.91	2.78	40.78	20.18	1.18	-0.02	4.16	0.64	-50.92	0.00
11.17	0.00	0.80	12.22	2.71	40.71	20.70	1.19	-0.02	4.20	0.64	-52.17	0.00
11.32	0.00	0.60	12.53	2.64	40.64	21.23	1.20	-0.02	4.23	0.65	-53.34	0.00
11.47	0.00	0.40	12.85	2.58	40.58	21.77	1.22	-0.02	4.27	0.65	-54.45	0.00
11.61	0.00	0.19	13.17	2.52	40.52	22.31	1.23	-0.02	4.30	0.65	-55.50	0.00
11.75	0.00	-0.02	13.49	2.45	40.45	22.87	1.25	-0.02	4.33	0.65	-56.50	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 36 (38_19_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1052.4
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.21 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.65 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.26 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.93 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.62 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	47.6 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.58 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	43.0 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.49 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.69 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.98 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.33 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	41.6 psu

Gráficas de evolución de variables

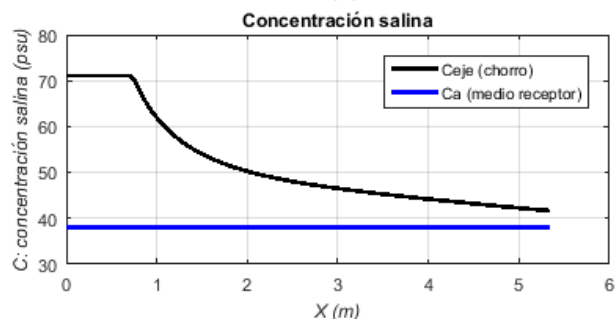
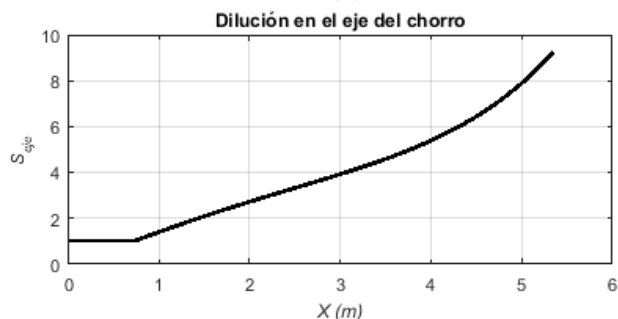
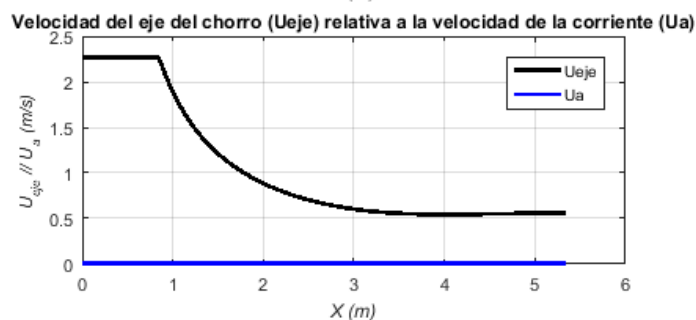
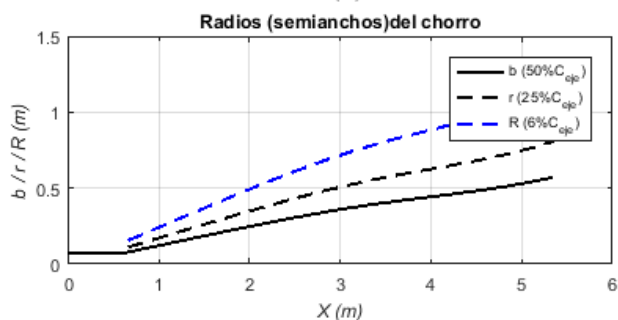
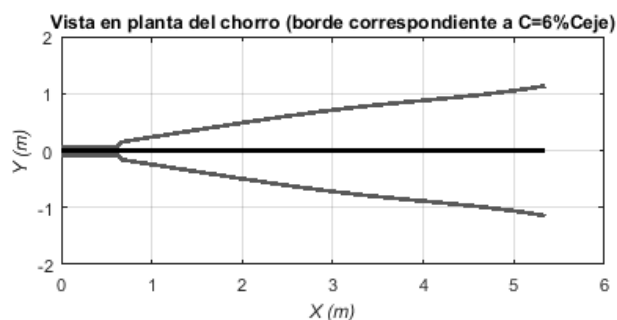
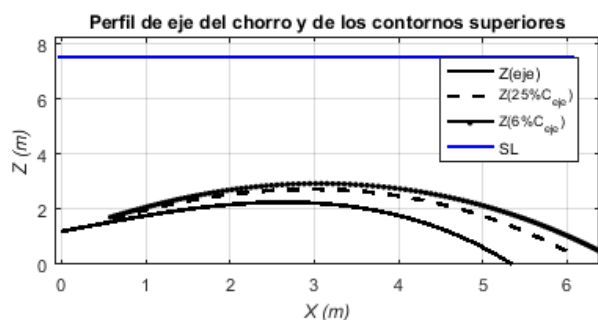


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.07	-0.24	12.22	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	30.40	68.40	1.85	0.09	-0.22	16.91	2.27	29.06	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	23.57	61.57	2.38	0.12	-0.17	12.87	1.86	27.49	0.00
1.23	0.00	1.88	1.72	19.28	57.28	2.91	0.15	-0.14	10.29	1.50	25.42	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	16.35	54.35	3.43	0.18	-0.12	8.51	1.24	22.80	0.00
1.70	0.00	2.08	2.33	14.21	52.21	3.95	0.21	-0.10	7.20	1.06	19.54	0.00
1.93	0.00	2.15	2.63	12.59	50.59	4.46	0.24	-0.09	6.20	0.92	15.57	0.00
2.18	0.00	2.21	2.93	11.32	49.32	4.96	0.27	-0.08	5.44	0.81	10.84	0.00
2.42	0.00	2.25	3.22	10.28	48.28	5.46	0.30	-0.07	4.86	0.72	5.34	0.00
2.67	0.00	2.26	3.52	9.41	47.41	5.97	0.32	-0.07	4.42	0.66	-0.86	0.00
2.92	0.00	2.24	3.82	8.67	46.67	6.48	0.35	-0.06	4.12	0.61	-7.57	0.00
3.17	0.00	2.19	4.13	8.02	46.02	7.00	0.37	-0.06	3.93	0.58	-14.49	0.00
3.41	0.00	2.11	4.45	7.45	45.45	7.54	0.40	-0.05	3.82	0.56	-21.29	0.00
3.63	0.00	2.01	4.78	6.93	44.93	8.10	0.41	-0.05	3.80	0.55	-27.69	0.00
3.85	0.00	1.88	5.12	6.47	44.47	8.68	0.43	-0.05	3.82	0.54	-33.50	0.00
4.05	0.00	1.73	5.48	6.05	44.05	9.28	0.45	-0.04	3.87	0.54	-38.64	0.00
4.24	0.00	1.57	5.85	5.66	43.66	9.91	0.46	-0.04	3.95	0.54	-43.14	0.00
4.42	0.00	1.39	6.23	5.31	43.31	10.56	0.47	-0.04	4.04	0.55	-47.05	0.00
4.58	0.00	1.21	6.64	4.99	42.99	11.25	0.49	-0.04	4.12	0.55	-50.45	0.00
4.73	0.00	1.01	7.05	4.70	42.70	11.95	0.50	-0.03	4.21	0.55	-53.40	0.00
4.88	0.00	0.80	7.49	4.42	42.42	12.69	0.52	-0.03	4.30	0.55	-55.99	0.00
5.01	0.00	0.59	7.94	4.17	42.17	13.45	0.53	-0.03	4.38	0.56	-58.26	0.00
5.14	0.00	0.38	8.40	3.94	41.94	14.23	0.55	-0.03	4.46	0.56	-60.27	0.00
5.26	0.00	0.16	8.87	3.73	41.73	15.04	0.56	-0.03	4.53	0.56	-62.05	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 37 (38_19_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1052.4
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.70 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.04 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.1

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.66 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.29 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.33 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.00 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.7
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.8
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.18 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.67 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.36 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.91 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.6
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.0
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.4 psu

Gráficas de evolución de variables

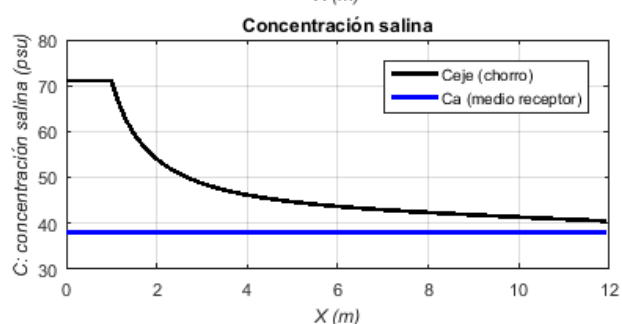
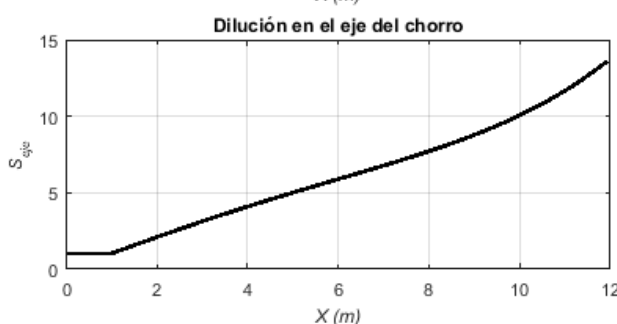
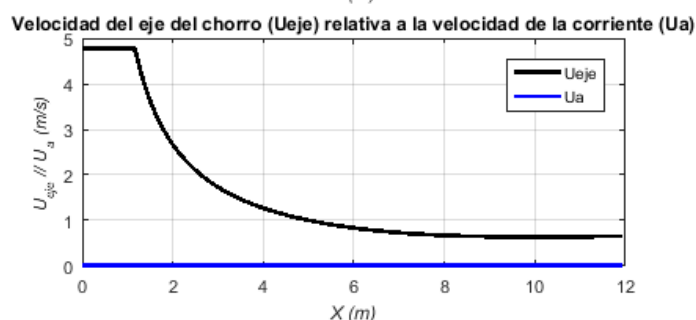
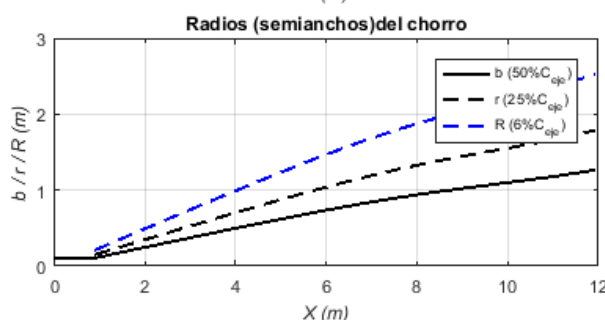
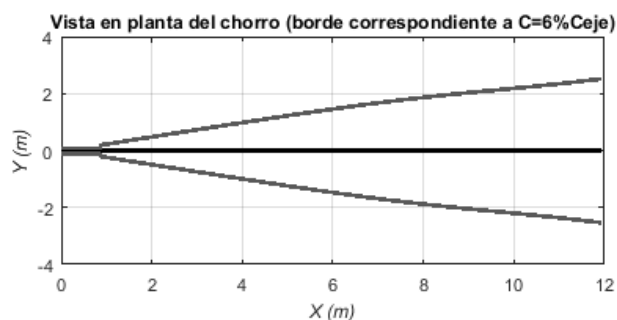
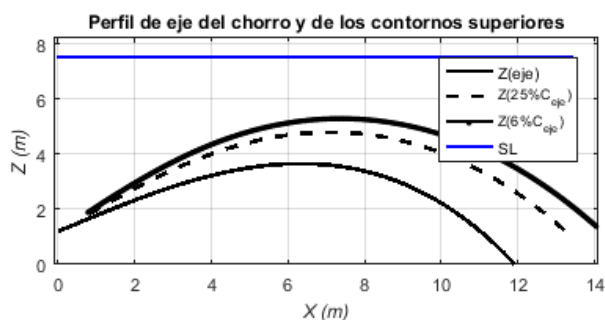


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	22.09	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	32.37	70.37	1.73	0.12	-0.24	32.84	4.79	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	26.31	64.31	2.13	0.15	-0.19	26.59	4.46	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	22.17	60.17	2.53	0.17	-0.16	22.30	3.75	29.11	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	19.17	57.17	2.93	0.20	-0.14	19.18	3.23	28.66	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.89	54.89	3.32	0.23	-0.12	16.79	2.83	28.13	0.00
2.11	0.00	2.39	2.19	15.10	53.10	3.72	0.26	-0.11	14.91	2.51	27.53	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.65	51.65	4.11	0.29	-0.10	13.38	2.26	26.86	0.00
2.56	0.00	2.61	2.66	12.47	50.47	4.50	0.31	-0.09	12.12	2.05	26.10	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	11.48	49.48	4.89	0.34	-0.08	11.05	1.87	25.25	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.63	48.63	5.28	0.37	-0.08	10.15	1.72	24.32	0.00
3.24	0.00	2.93	3.34	9.91	47.91	5.66	0.40	-0.07	9.36	1.59	23.29	0.00
3.47	0.00	3.02	3.57	9.28	47.28	6.05	0.43	-0.07	8.68	1.48	22.16	0.00
3.70	0.00	3.12	3.79	8.73	46.73	6.43	0.46	-0.06	8.08	1.38	20.92	0.00
3.93	0.00	3.20	4.02	8.25	46.25	6.81	0.49	-0.06	7.55	1.29	19.58	0.00
4.17	0.00	3.28	4.24	7.81	45.81	7.18	0.52	-0.06	7.08	1.21	18.12	0.00
4.41	0.00	3.36	4.46	7.43	45.43	7.56	0.55	-0.05	6.65	1.14	16.55	0.00
4.65	0.00	3.43	4.68	7.08	45.08	7.93	0.58	-0.05	6.27	1.08	14.85	0.00
4.89	0.00	3.49	4.90	6.76	44.76	8.30	0.60	-0.05	5.93	1.02	13.03	0.00
5.14	0.00	3.54	5.12	6.47	44.47	8.67	0.63	-0.05	5.63	0.97	11.08	0.00
5.38	0.00	3.58	5.34	6.21	44.21	9.04	0.66	-0.05	5.36	0.93	9.00	0.00
5.63	0.00	3.62	5.55	5.96	43.96	9.41	0.69	-0.04	5.11	0.89	6.79	0.00
5.88	0.00	3.64	5.77	5.74	43.74	9.78	0.72	-0.04	4.89	0.85	4.47	0.00
6.13	0.00	3.65	5.99	5.53	43.53	10.15	0.75	-0.04	4.70	0.82	2.03	0.00
6.38	0.00	3.66	6.21	5.33	43.33	10.52	0.78	-0.04	4.53	0.79	-0.51	0.00
6.63	0.00	3.65	6.43	5.15	43.15	10.90	0.80	-0.04	4.38	0.76	-3.14	0.00
6.88	0.00	3.63	6.65	4.98	42.98	11.28	0.83	-0.04	4.26	0.74	-5.83	0.00
7.13	0.00	3.60	6.88	4.82	42.82	11.66	0.86	-0.04	4.15	0.72	-8.59	0.00
7.37	0.00	3.56	7.11	4.66	42.66	12.04	0.88	-0.03	4.06	0.70	-11.37	0.00
7.62	0.00	3.50	7.33	4.52	42.52	12.43	0.90	-0.03	3.99	0.69	-14.15	0.00
7.86	0.00	3.43	7.57	4.38	42.38	12.82	0.93	-0.03	3.93	0.68	-16.93	0.00
8.09	0.00	3.36	7.80	4.25	42.25	13.22	0.95	-0.03	3.89	0.67	-19.67	0.00
8.33	0.00	3.27	8.04	4.12	42.12	13.62	0.97	-0.03	3.86	0.66	-22.35	0.00
8.56	0.00	3.17	8.28	4.00	42.00	14.03	0.99	-0.03	3.84	0.65	-24.96	0.00
8.78	0.00	3.06	8.52	3.89	41.89	14.44	1.00	-0.03	3.83	0.65	-27.48	0.00
9.00	0.00	2.93	8.77	3.78	41.78	14.87	1.02	-0.03	3.84	0.64	-29.91	0.00
9.21	0.00	2.81	9.03	3.67	41.67	15.30	1.04	-0.03	3.84	0.64	-32.24	0.00
9.42	0.00	2.67	9.28	3.57	41.57	15.73	1.05	-0.03	3.86	0.64	-34.46	0.00
9.63	0.00	2.52	9.55	3.47	41.47	16.17	1.07	-0.03	3.88	0.64	-36.57	0.00
9.82	0.00	2.37	9.81	3.38	41.38	16.62	1.08	-0.02	3.90	0.64	-38.58	0.00
10.02	0.00	2.21	10.08	3.29	41.29	17.08	1.10	-0.02	3.93	0.64	-40.48	0.00
10.20	0.00	2.05	10.36	3.20	41.20	17.55	1.11	-0.02	3.96	0.64	-42.28	0.00
10.39	0.00	1.88	10.64	3.11	41.11	18.02	1.13	-0.02	3.99	0.64	-43.98	0.00
10.56	0.00	1.70	10.92	3.03	41.03	18.50	1.14	-0.02	4.03	0.64	-45.58	0.00
10.74	0.00	1.52	11.21	2.96	40.96	18.99	1.16	-0.02	4.06	0.64	-47.10	0.00
10.91	0.00	1.33	11.50	2.88	40.88	19.49	1.17	-0.02	4.10	0.64	-48.53	0.00
11.07	0.00	1.14	11.80	2.81	40.81	19.99	1.18	-0.02	4.13	0.64	-49.88	0.00
11.23	0.00	0.95	12.10	2.74	40.74	20.51	1.20	-0.02	4.17	0.64	-51.16	0.00
11.38	0.00	0.75	12.41	2.67	40.67	21.03	1.21	-0.02	4.20	0.65	-52.37	0.00
11.53	0.00	0.55	12.72	2.60	40.60	21.56	1.23	-0.02	4.24	0.65	-53.51	0.00
11.68	0.00	0.35	13.04	2.54	40.54	22.09	1.24	-0.02	4.27	0.65	-54.60	0.00
11.82	0.00	0.15	13.36	2.48	40.48	22.63	1.25	-0.02	4.31	0.65	-55.63	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio} = 2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio} = 2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 38 (38_19_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1052.4
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.08 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.55 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	11.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.20 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.84 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.51 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.4

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	47.7 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.30 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	10.9
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	43.1 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.46 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.92 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.07 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	41.6 psu

Gráficas de evolución de variables

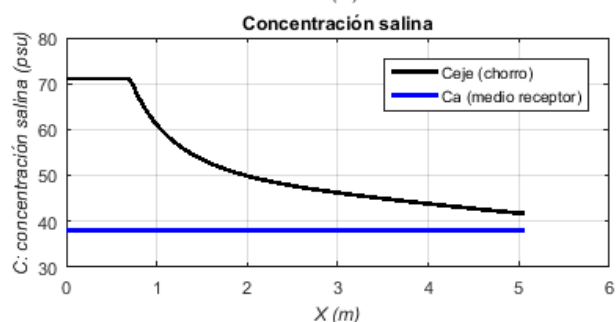
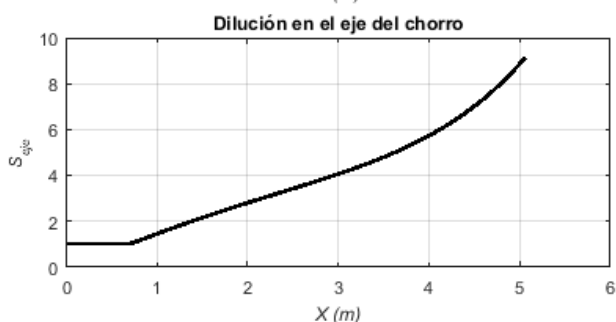
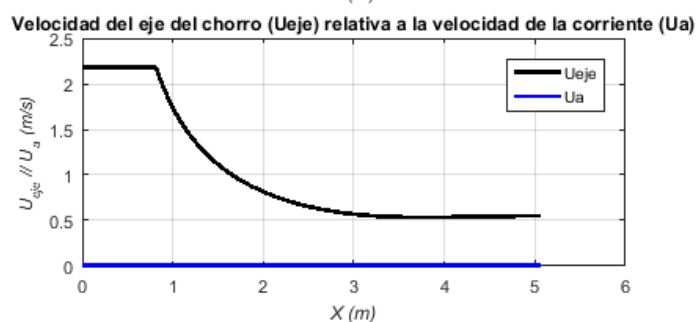
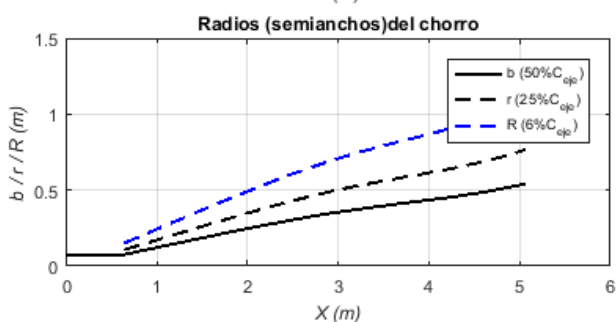
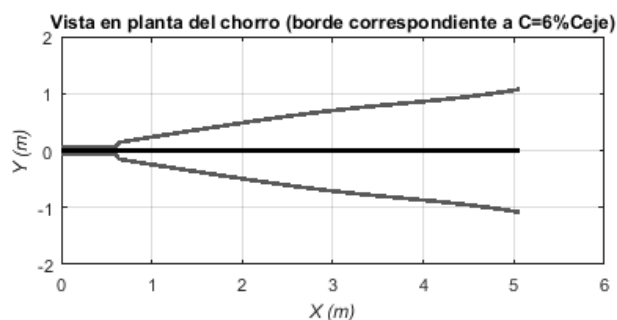
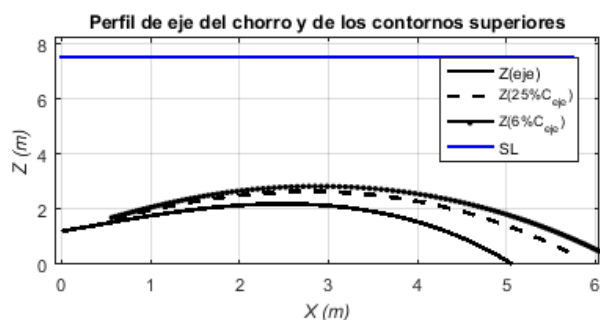


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.07	-0.24	11.93	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	30.15	68.15	1.86	0.09	-0.22	16.35	2.18	28.98	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	23.23	61.23	2.42	0.12	-0.17	12.34	1.76	27.23	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.93	56.93	2.96	0.15	-0.14	9.82	1.40	24.92	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	16.02	54.02	3.50	0.18	-0.12	8.07	1.16	21.96	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.91	51.91	4.04	0.21	-0.10	6.81	0.98	18.26	0.00
1.92	0.00	2.12	2.69	12.31	50.31	4.56	0.24	-0.09	5.86	0.85	13.74	0.00
2.16	0.00	2.17	3.00	11.05	49.05	5.08	0.27	-0.08	5.14	0.75	8.34	0.00
2.41	0.00	2.20	3.31	10.02	48.02	5.60	0.29	-0.07	4.60	0.67	2.10	0.00
2.66	0.00	2.19	3.62	9.16	47.16	6.13	0.32	-0.07	4.22	0.62	-4.84	0.00
2.91	0.00	2.15	3.93	8.42	46.42	6.66	0.35	-0.06	3.98	0.58	-12.16	0.00
3.15	0.00	2.09	4.26	7.78	45.78	7.22	0.37	-0.06	3.84	0.55	-19.47	0.00
3.38	0.00	1.99	4.60	7.21	45.21	7.79	0.39	-0.05	3.79	0.54	-26.39	0.00
3.60	0.00	1.86	4.95	6.69	44.69	8.39	0.40	-0.05	3.81	0.53	-32.69	0.00
3.80	0.00	1.72	5.32	6.23	44.23	9.01	0.42	-0.05	3.87	0.53	-38.24	0.00
3.99	0.00	1.56	5.70	5.81	43.81	9.66	0.43	-0.04	3.95	0.53	-43.06	0.00
4.16	0.00	1.38	6.10	5.43	43.43	10.34	0.45	-0.04	4.04	0.54	-47.21	0.00
4.33	0.00	1.19	6.52	5.08	43.08	11.05	0.46	-0.04	4.13	0.54	-50.78	0.00
4.48	0.00	0.99	6.96	4.76	42.76	11.79	0.47	-0.03	4.23	0.54	-53.86	0.00
4.62	0.00	0.79	7.41	4.47	42.47	12.55	0.49	-0.03	4.32	0.55	-56.54	0.00
4.76	0.00	0.58	7.88	4.21	42.21	13.35	0.50	-0.03	4.40	0.55	-58.87	0.00
4.88	0.00	0.36	8.36	3.96	41.96	14.17	0.52	-0.03	4.48	0.55	-60.93	0.00
5.00	0.00	0.14	8.86	3.74	41.74	15.02	0.53	-0.03	4.55	0.55	-62.74	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 39 (38_19_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1052.4
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.39 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.86 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.4

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.55 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.11 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.04 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.0

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.6 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.54 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.13 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.60 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.26 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.43 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

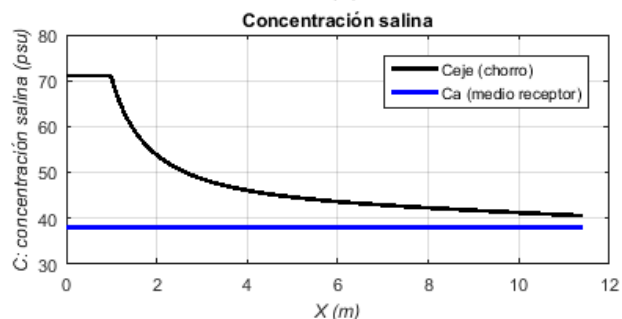
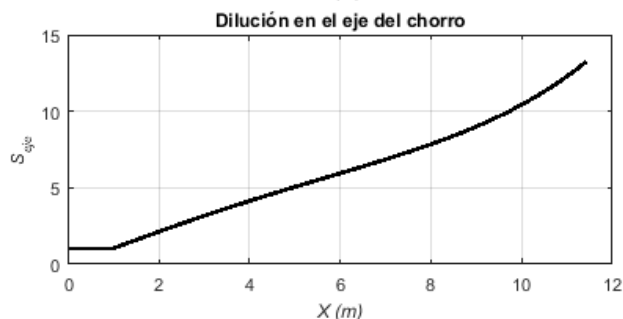
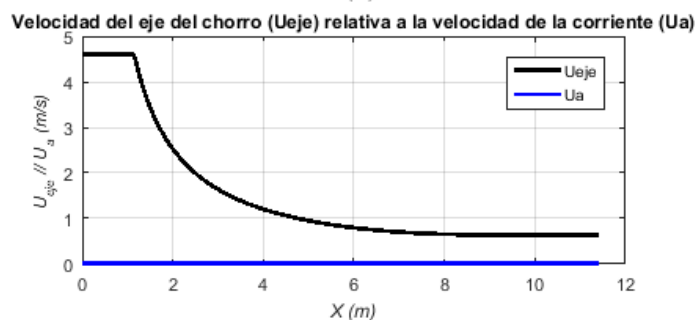
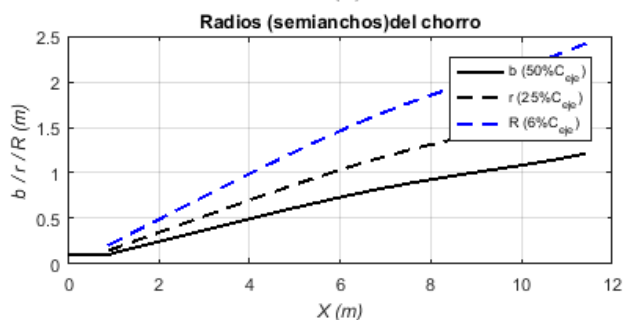
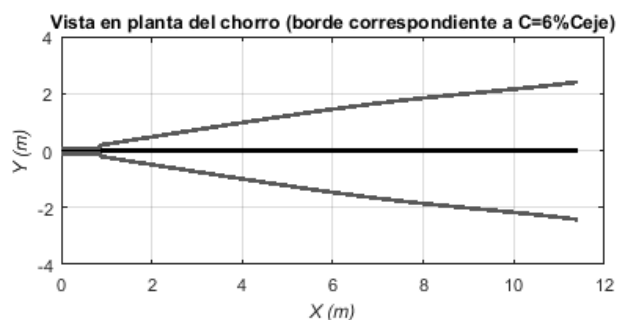
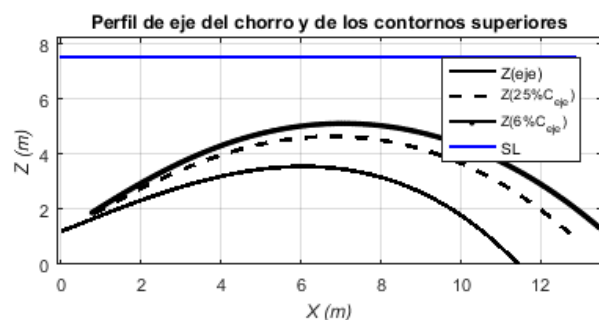


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	21.42	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	32.28	70.28	1.74	0.12	-0.24	31.74	4.61	29.78	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	26.19	64.19	2.14	0.15	-0.19	25.64	4.27	29.44	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	22.04	60.04	2.55	0.17	-0.16	21.47	3.58	29.03	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	19.03	57.03	2.95	0.20	-0.14	18.43	3.08	28.54	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	16.75	54.75	3.35	0.23	-0.12	16.12	2.70	27.97	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.97	52.97	3.75	0.26	-0.11	14.29	2.39	27.31	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	13.53	51.53	4.15	0.29	-0.10	12.82	2.15	26.57	0.00
2.55	0.00	2.60	2.68	12.35	50.35	4.54	0.31	-0.09	11.59	1.95	25.74	0.00
2.77	0.00	2.71	2.91	11.37	49.37	4.94	0.34	-0.08	10.57	1.78	24.81	0.00
3.00	0.00	2.81	3.15	10.53	48.53	5.33	0.37	-0.08	9.69	1.64	23.78	0.00
3.23	0.00	2.91	3.38	9.82	47.82	5.72	0.40	-0.07	8.94	1.51	22.64	0.00
3.46	0.00	3.00	3.60	9.19	47.19	6.11	0.43	-0.07	8.28	1.40	21.39	0.00
3.70	0.00	3.09	3.83	8.65	46.65	6.49	0.46	-0.06	7.70	1.31	20.02	0.00
3.93	0.00	3.18	4.06	8.17	46.17	6.87	0.49	-0.06	7.19	1.22	18.53	0.00
4.17	0.00	3.25	4.28	7.74	45.74	7.25	0.52	-0.06	6.74	1.15	16.91	0.00
4.41	0.00	3.32	4.50	7.35	45.35	7.63	0.55	-0.05	6.33	1.08	15.16	0.00
4.65	0.00	3.38	4.73	7.01	45.01	8.01	0.57	-0.05	5.97	1.02	13.27	0.00
4.90	0.00	3.43	4.95	6.69	44.69	8.39	0.60	-0.05	5.65	0.97	11.24	0.00
5.14	0.00	3.48	5.17	6.41	44.41	8.76	0.63	-0.05	5.36	0.92	9.07	0.00
5.39	0.00	3.51	5.39	6.14	44.14	9.14	0.66	-0.04	5.10	0.88	6.76	0.00
5.64	0.00	3.54	5.61	5.90	43.90	9.51	0.69	-0.04	4.88	0.84	4.32	0.00
5.89	0.00	3.55	5.84	5.68	43.68	9.89	0.72	-0.04	4.68	0.81	1.76	0.00
6.14	0.00	3.55	6.06	5.47	43.47	10.26	0.75	-0.04	4.50	0.78	-0.91	0.00
6.39	0.00	3.54	6.28	5.27	43.27	10.64	0.77	-0.04	4.35	0.75	-3.68	0.00
6.64	0.00	3.52	6.51	5.09	43.09	11.03	0.80	-0.04	4.23	0.73	-6.52	0.00
6.88	0.00	3.49	6.74	4.92	42.92	11.41	0.82	-0.04	4.12	0.71	-9.41	0.00
7.13	0.00	3.44	6.97	4.75	42.75	11.80	0.85	-0.03	4.03	0.69	-12.33	0.00
7.37	0.00	3.38	7.20	4.60	42.60	12.20	0.87	-0.03	3.96	0.68	-15.24	0.00
7.61	0.00	3.31	7.44	4.45	42.45	12.60	0.89	-0.03	3.91	0.67	-18.13	0.00
7.85	0.00	3.22	7.68	4.32	42.32	13.01	0.91	-0.03	3.87	0.66	-20.97	0.00
8.08	0.00	3.13	7.92	4.18	42.18	13.42	0.93	-0.03	3.85	0.65	-23.74	0.00
8.31	0.00	3.02	8.17	4.06	42.06	13.84	0.95	-0.03	3.84	0.64	-26.43	0.00
8.53	0.00	2.91	8.42	3.94	41.94	14.26	0.97	-0.03	3.83	0.64	-29.01	0.00
8.74	0.00	2.78	8.67	3.82	41.82	14.69	0.99	-0.03	3.84	0.64	-31.49	0.00
8.95	0.00	2.65	8.93	3.71	41.71	15.13	1.00	-0.03	3.85	0.63	-33.85	0.00
9.16	0.00	2.50	9.20	3.60	41.60	15.58	1.02	-0.03	3.87	0.63	-36.09	0.00
9.36	0.00	2.35	9.46	3.50	41.50	16.04	1.03	-0.03	3.90	0.63	-38.21	0.00
9.55	0.00	2.19	9.74	3.40	41.40	16.50	1.05	-0.02	3.93	0.63	-40.22	0.00
9.74	0.00	2.03	10.02	3.31	41.31	16.97	1.06	-0.02	3.96	0.63	-42.11	0.00
9.92	0.00	1.86	10.30	3.22	41.22	17.45	1.08	-0.02	3.99	0.63	-43.89	0.00
10.10	0.00	1.68	10.59	3.13	41.13	17.94	1.09	-0.02	4.03	0.64	-45.58	0.00
10.27	0.00	1.50	10.88	3.04	41.04	18.44	1.11	-0.02	4.06	0.64	-47.16	0.00
10.44	0.00	1.32	11.18	2.96	40.96	18.94	1.12	-0.02	4.10	0.64	-48.65	0.00
10.60	0.00	1.13	11.48	2.89	40.89	19.45	1.13	-0.02	4.14	0.64	-50.06	0.00
10.76	0.00	0.93	11.79	2.81	40.81	19.98	1.15	-0.02	4.17	0.64	-51.39	0.00
10.91	0.00	0.74	12.10	2.74	40.74	20.50	1.16	-0.02	4.21	0.64	-52.64	0.00
11.06	0.00	0.54	12.42	2.67	40.67	21.04	1.18	-0.02	4.25	0.64	-53.82	0.00
11.21	0.00	0.33	12.74	2.60	40.60	21.59	1.19	-0.02	4.28	0.64	-54.94	0.00
11.35	0.00	0.13	13.07	2.54	40.54	22.14	1.20	-0.02	4.32	0.64	-55.99	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 40 (38_19_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1027.1
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1052.4
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.59 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.98 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.62 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.23 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.23 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.82 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.5
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.6
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.16 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.64 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.32 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.73 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.4
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.7
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

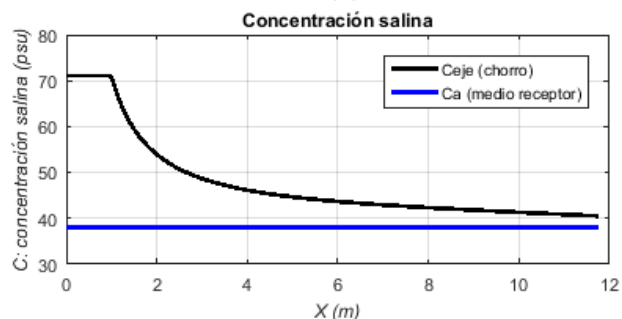
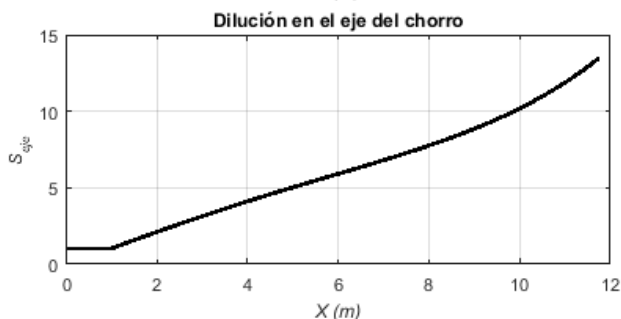
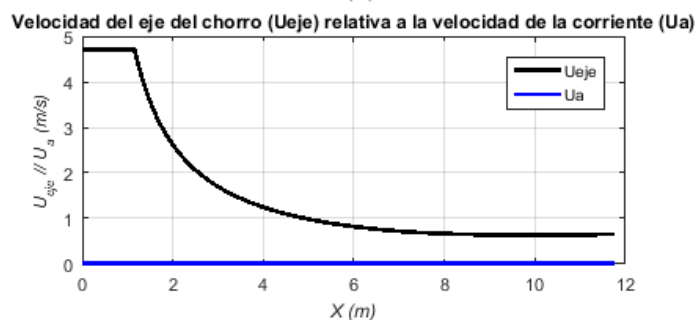
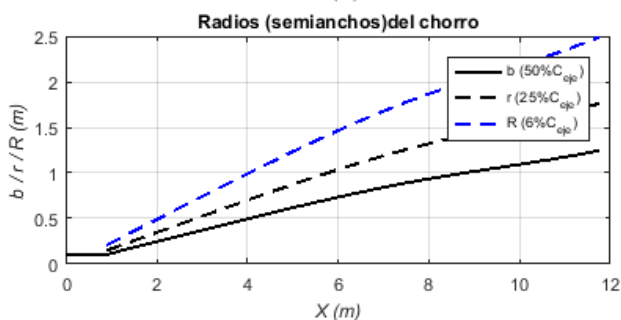
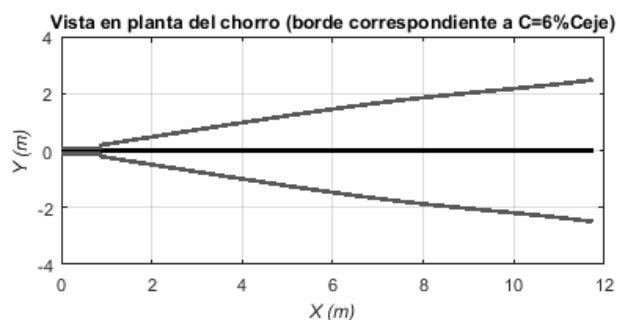
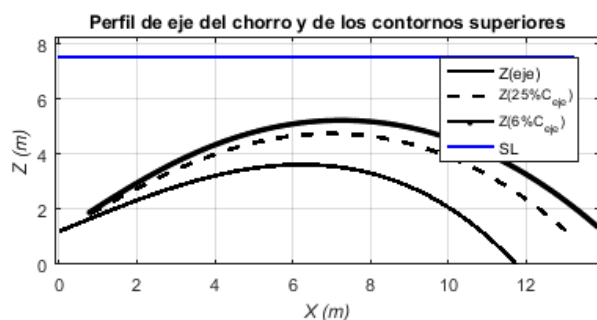


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	21.87	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	32.34	70.34	1.74	0.12	-0.24	32.47	4.72	29.79	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	26.27	64.27	2.14	0.15	-0.19	26.27	4.40	29.47	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	22.12	60.12	2.54	0.17	-0.16	22.02	3.69	29.08	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	19.12	57.12	2.94	0.20	-0.14	18.92	3.17	28.62	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.84	54.84	3.33	0.23	-0.12	16.56	2.78	28.08	0.00
2.11	0.00	2.38	2.20	15.05	53.05	3.73	0.26	-0.11	14.69	2.47	27.46	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.61	51.61	4.12	0.29	-0.10	13.19	2.22	26.76	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	12.42	50.42	4.52	0.31	-0.09	11.94	2.02	25.98	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	11.44	49.44	4.91	0.34	-0.08	10.89	1.84	25.11	0.00
3.00	0.00	2.82	3.13	10.60	48.60	5.30	0.37	-0.08	9.99	1.69	24.14	0.00
3.23	0.00	2.92	3.35	9.87	47.87	5.68	0.40	-0.07	9.22	1.56	23.07	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	9.25	47.25	6.07	0.43	-0.07	8.54	1.45	21.90	0.00
3.70	0.00	3.11	3.81	8.70	46.70	6.45	0.46	-0.06	7.95	1.36	20.63	0.00
3.93	0.00	3.19	4.03	8.22	46.22	6.83	0.49	-0.06	7.42	1.27	19.23	0.00
4.17	0.00	3.27	4.26	7.79	45.79	7.21	0.52	-0.06	6.96	1.19	17.72	0.00
4.41	0.00	3.35	4.48	7.40	45.40	7.59	0.55	-0.05	6.54	1.12	16.09	0.00
4.65	0.00	3.41	4.70	7.05	45.05	7.96	0.58	-0.05	6.17	1.06	14.33	0.00
4.89	0.00	3.47	4.92	6.74	44.74	8.33	0.60	-0.05	5.83	1.01	12.44	0.00
5.14	0.00	3.52	5.14	6.45	44.45	8.71	0.63	-0.05	5.54	0.96	10.41	0.00
5.38	0.00	3.56	5.36	6.18	44.18	9.08	0.66	-0.05	5.27	0.91	8.26	0.00
5.63	0.00	3.59	5.58	5.94	43.94	9.45	0.69	-0.04	5.03	0.87	5.98	0.00
5.88	0.00	3.61	5.80	5.72	43.72	9.82	0.72	-0.04	4.82	0.83	3.57	0.00
6.13	0.00	3.62	6.02	5.51	43.51	10.19	0.75	-0.04	4.63	0.80	1.06	0.00
6.38	0.00	3.62	6.24	5.31	43.31	10.57	0.78	-0.04	4.47	0.77	-1.56	0.00
6.63	0.00	3.61	6.46	5.13	43.13	10.95	0.80	-0.04	4.33	0.75	-4.26	0.00
6.88	0.00	3.58	6.68	4.96	42.96	11.33	0.83	-0.04	4.21	0.73	-7.03	0.00
7.13	0.00	3.55	6.91	4.79	42.79	11.71	0.85	-0.03	4.11	0.71	-9.84	0.00
7.37	0.00	3.50	7.14	4.64	42.64	12.10	0.88	-0.03	4.02	0.69	-12.67	0.00
7.62	0.00	3.44	7.37	4.49	42.49	12.49	0.90	-0.03	3.96	0.68	-15.50	0.00
7.85	0.00	3.36	7.61	4.36	42.36	12.89	0.92	-0.03	3.91	0.67	-18.30	0.00
8.09	0.00	3.28	7.84	4.22	42.22	13.29	0.94	-0.03	3.87	0.66	-21.06	0.00
8.32	0.00	3.18	8.08	4.10	42.10	13.70	0.96	-0.03	3.85	0.65	-23.74	0.00
8.55	0.00	3.08	8.33	3.98	41.98	14.11	0.98	-0.03	3.84	0.65	-26.35	0.00
8.77	0.00	2.96	8.58	3.86	41.86	14.53	1.00	-0.03	3.83	0.64	-28.86	0.00
8.99	0.00	2.84	8.83	3.75	41.75	14.96	1.02	-0.03	3.84	0.64	-31.27	0.00
9.20	0.00	2.70	9.09	3.65	41.65	15.40	1.03	-0.03	3.85	0.64	-33.57	0.00
9.40	0.00	2.56	9.35	3.54	41.54	15.84	1.05	-0.03	3.87	0.64	-35.76	0.00
9.60	0.00	2.41	9.61	3.45	41.45	16.29	1.06	-0.03	3.89	0.64	-37.84	0.00
9.80	0.00	2.25	9.88	3.35	41.35	16.75	1.08	-0.02	3.92	0.64	-39.81	0.00
9.99	0.00	2.09	10.16	3.26	41.26	17.21	1.09	-0.02	3.95	0.64	-41.67	0.00
10.17	0.00	1.92	10.44	3.17	41.17	17.69	1.11	-0.02	3.98	0.64	-43.43	0.00
10.35	0.00	1.75	10.72	3.09	41.09	18.17	1.12	-0.02	4.02	0.64	-45.09	0.00
10.52	0.00	1.57	11.01	3.01	41.01	18.66	1.13	-0.02	4.05	0.64	-46.66	0.00
10.69	0.00	1.38	11.30	2.93	40.93	19.15	1.15	-0.02	4.09	0.64	-48.14	0.00
10.86	0.00	1.20	11.60	2.86	40.86	19.66	1.16	-0.02	4.12	0.64	-49.53	0.00
11.02	0.00	1.00	11.91	2.78	40.78	20.17	1.18	-0.02	4.16	0.64	-50.85	0.00
11.17	0.00	0.81	12.21	2.71	40.71	20.69	1.19	-0.02	4.19	0.64	-52.09	0.00
11.32	0.00	0.61	12.53	2.64	40.64	21.22	1.20	-0.02	4.23	0.64	-53.27	0.00
11.47	0.00	0.41	12.84	2.58	40.58	21.76	1.22	-0.02	4.26	0.65	-54.38	0.00
11.62	0.00	0.20	13.16	2.52	40.52	22.31	1.23	-0.02	4.30	0.65	-55.44	0.00
11.76	0.00	0.00	13.49	2.46	40.46	22.86	1.25	-0.02	4.33	0.65	-56.44	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 41 (38_23_Ano 0_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.2736
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.14316
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.04 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.08 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.21 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.13 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.65 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	12.2

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.71 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.62 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.56 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.26 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.94 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.62 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.5

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	47.6 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.58 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	11.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	43.0 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.49 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.69 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.98 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.33 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	41.6 psu

Gráficas de evolución de variables

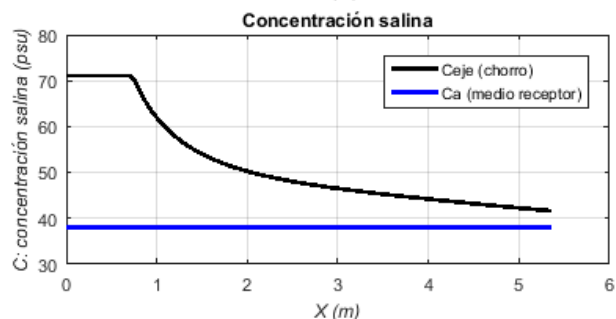
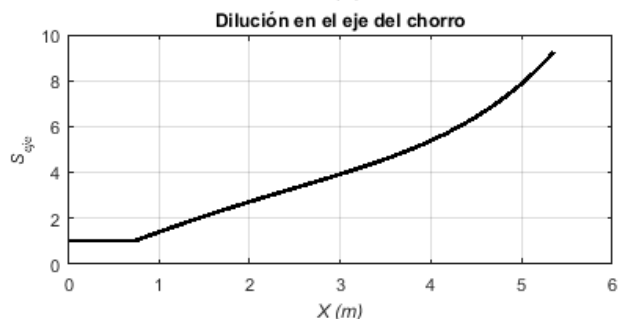
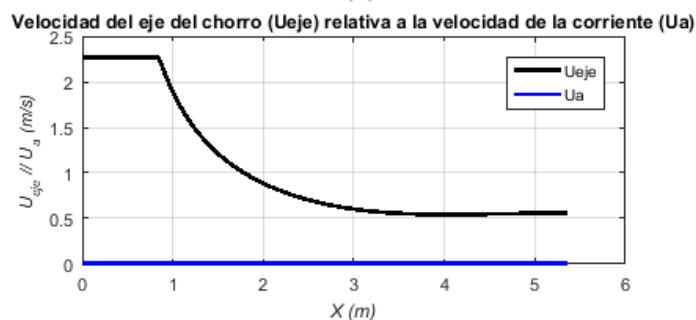
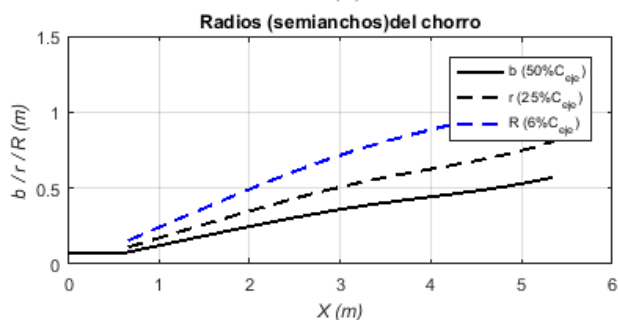
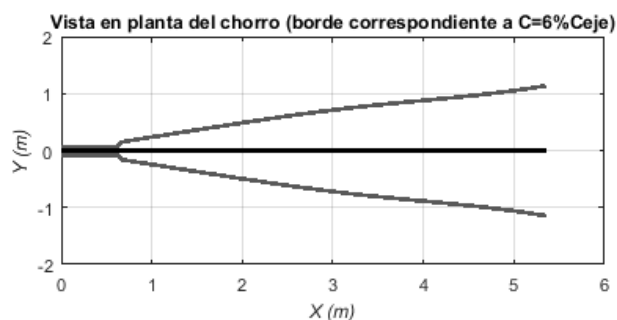
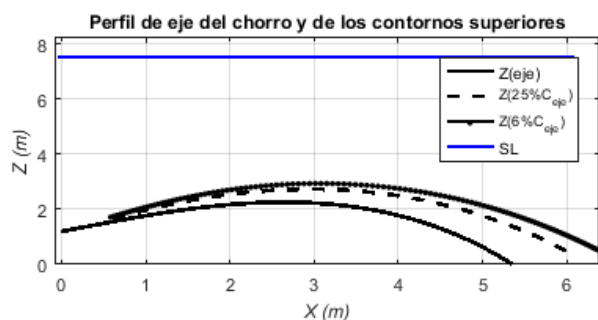


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.07	-0.24	12.24	2.27	30.00	0.00
0.79	0.00	1.65	1.09	30.40	68.40	1.85	0.09	-0.22	16.94	2.27	29.07	0.00
1.01	0.00	1.77	1.41	23.57	61.57	2.38	0.12	-0.17	12.89	1.86	27.50	0.00
1.23	0.00	1.88	1.72	19.28	57.28	2.91	0.15	-0.14	10.31	1.50	25.44	0.00
1.46	0.00	1.99	2.03	16.35	54.35	3.43	0.18	-0.12	8.52	1.24	22.82	0.00
1.70	0.00	2.08	2.33	14.21	52.21	3.95	0.21	-0.10	7.21	1.06	19.57	0.00
1.93	0.00	2.15	2.63	12.59	50.59	4.46	0.24	-0.09	6.21	0.92	15.62	0.00
2.18	0.00	2.21	2.93	11.31	49.31	4.96	0.27	-0.08	5.45	0.81	10.90	0.00
2.42	0.00	2.25	3.22	10.28	48.28	5.46	0.30	-0.07	4.87	0.72	5.42	0.00
2.67	0.00	2.26	3.52	9.41	47.41	5.97	0.32	-0.07	4.43	0.66	-0.76	0.00
2.92	0.00	2.24	3.82	8.67	46.67	6.48	0.35	-0.06	4.12	0.61	-7.45	0.00
3.17	0.00	2.19	4.13	8.02	46.02	7.00	0.37	-0.06	3.93	0.58	-14.37	0.00
3.41	0.00	2.12	4.45	7.45	45.45	7.54	0.40	-0.05	3.83	0.56	-21.16	0.00
3.63	0.00	2.01	4.78	6.93	44.93	8.09	0.41	-0.05	3.80	0.55	-27.56	0.00
3.85	0.00	1.89	5.12	6.47	44.47	8.67	0.43	-0.05	3.82	0.54	-33.37	0.00
4.05	0.00	1.74	5.48	6.05	44.05	9.28	0.45	-0.04	3.87	0.54	-38.53	0.00
4.24	0.00	1.58	5.85	5.67	43.67	9.91	0.46	-0.04	3.95	0.54	-43.04	0.00
4.42	0.00	1.40	6.23	5.31	43.31	10.56	0.47	-0.04	4.03	0.55	-46.96	0.00
4.58	0.00	1.21	6.63	4.99	42.99	11.24	0.49	-0.04	4.12	0.55	-50.36	0.00
4.74	0.00	1.01	7.05	4.70	42.70	11.95	0.50	-0.03	4.21	0.55	-53.32	0.00
4.88	0.00	0.81	7.48	4.43	42.43	12.68	0.52	-0.03	4.30	0.55	-55.91	0.00
5.02	0.00	0.60	7.93	4.18	42.18	13.44	0.53	-0.03	4.38	0.56	-58.19	0.00
5.14	0.00	0.39	8.39	3.95	41.95	14.22	0.55	-0.03	4.45	0.56	-60.20	0.00
5.27	0.00	0.17	8.87	3.73	41.73	15.03	0.56	-0.03	4.52	0.56	-61.99	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta (θ): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 42 (38_23_Ano 0_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7862
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19422
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.68 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.70 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-4.05 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	22.1

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.69 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.66 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.30 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.33 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.2

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	11.01 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.7
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.8
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.8 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.18 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.67 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.36 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.91 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	23.0
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.4 psu

Gráficas de evolución de variables

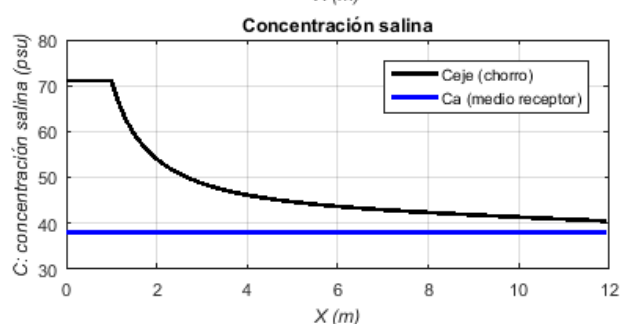
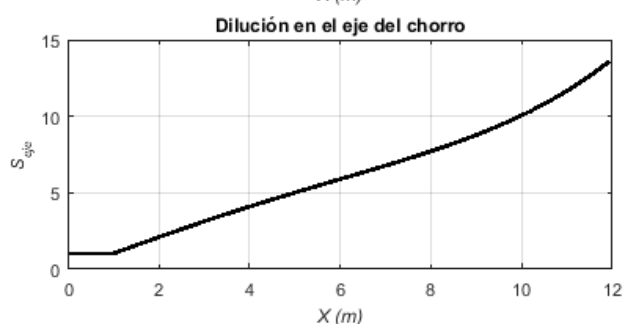
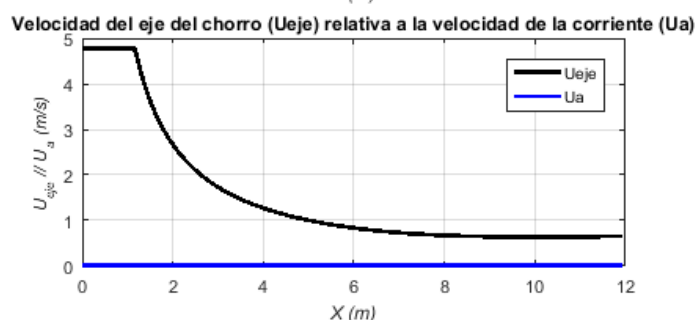
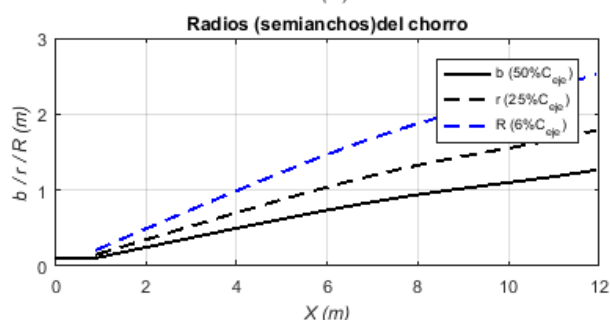
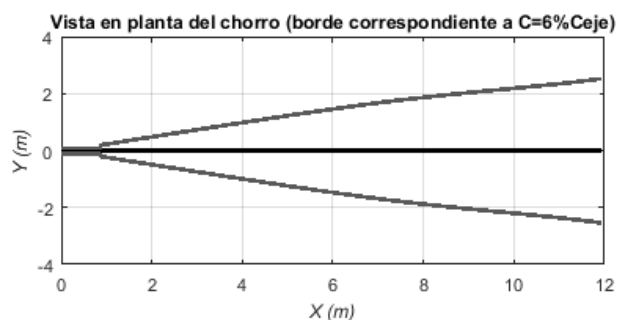
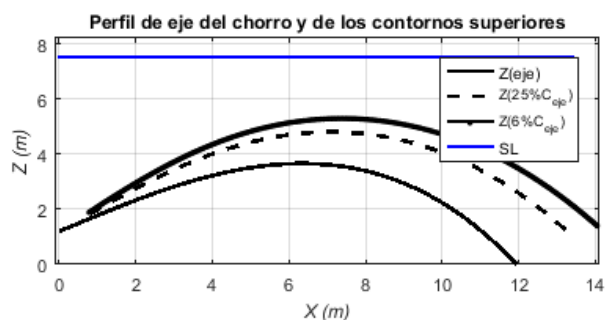


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	22.12	4.79	30.00	0.00
1.01	0.00	1.79	1.02	32.37	70.37	1.73	0.12	-0.24	32.88	4.79	29.80	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	26.31	64.31	2.13	0.15	-0.19	26.63	4.46	29.49	0.00
1.45	0.00	2.03	1.49	22.17	60.17	2.53	0.17	-0.16	22.34	3.75	29.11	0.00
1.67	0.00	2.15	1.73	19.17	57.17	2.93	0.20	-0.14	19.20	3.23	28.66	0.00
1.89	0.00	2.27	1.96	16.89	54.89	3.32	0.23	-0.12	16.81	2.83	28.14	0.00
2.11	0.00	2.39	2.19	15.09	53.09	3.72	0.26	-0.11	14.93	2.51	27.54	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.65	51.65	4.11	0.29	-0.10	13.40	2.26	26.87	0.00
2.56	0.00	2.61	2.66	12.47	50.47	4.50	0.31	-0.09	12.14	2.05	26.11	0.00
2.78	0.00	2.72	2.89	11.48	49.48	4.89	0.34	-0.08	11.07	1.87	25.27	0.00
3.01	0.00	2.83	3.12	10.63	48.63	5.28	0.37	-0.08	10.16	1.72	24.33	0.00
3.24	0.00	2.93	3.34	9.91	47.91	5.66	0.40	-0.07	9.38	1.59	23.31	0.00
3.47	0.00	3.02	3.57	9.28	47.28	6.05	0.43	-0.07	8.70	1.48	22.18	0.00
3.70	0.00	3.12	3.79	8.73	46.73	6.43	0.46	-0.06	8.09	1.38	20.95	0.00
3.93	0.00	3.20	4.02	8.25	46.25	6.81	0.49	-0.06	7.56	1.29	19.61	0.00
4.17	0.00	3.28	4.24	7.81	45.81	7.18	0.52	-0.06	7.09	1.21	18.16	0.00
4.41	0.00	3.36	4.46	7.43	45.43	7.56	0.55	-0.05	6.66	1.14	16.59	0.00
4.65	0.00	3.43	4.68	7.08	45.08	7.93	0.58	-0.05	6.28	1.08	14.90	0.00
4.89	0.00	3.49	4.90	6.76	44.76	8.30	0.60	-0.05	5.94	1.02	13.08	0.00
5.14	0.00	3.54	5.12	6.47	44.47	8.67	0.63	-0.05	5.64	0.97	11.14	0.00
5.38	0.00	3.58	5.34	6.21	44.21	9.04	0.66	-0.05	5.36	0.93	9.07	0.00
5.63	0.00	3.62	5.56	5.96	43.96	9.41	0.69	-0.04	5.12	0.89	6.87	0.00
5.88	0.00	3.64	5.77	5.74	43.74	9.78	0.72	-0.04	4.90	0.85	4.55	0.00
6.13	0.00	3.66	5.99	5.53	43.53	10.15	0.75	-0.04	4.71	0.82	2.12	0.00
6.38	0.00	3.66	6.21	5.33	43.33	10.53	0.78	-0.04	4.54	0.79	-0.41	0.00
6.63	0.00	3.65	6.43	5.15	43.15	10.90	0.80	-0.04	4.39	0.76	-3.03	0.00
6.88	0.00	3.64	6.65	4.98	42.98	11.28	0.83	-0.04	4.26	0.74	-5.72	0.00
7.13	0.00	3.60	6.88	4.82	42.82	11.66	0.86	-0.04	4.15	0.72	-8.47	0.00
7.37	0.00	3.56	7.11	4.66	42.66	12.04	0.88	-0.03	4.06	0.70	-11.25	0.00
7.62	0.00	3.51	7.33	4.52	42.52	12.43	0.90	-0.03	3.99	0.69	-14.03	0.00
7.86	0.00	3.44	7.57	4.38	42.38	12.82	0.93	-0.03	3.93	0.68	-16.80	0.00
8.09	0.00	3.36	7.80	4.25	42.25	13.22	0.95	-0.03	3.89	0.67	-19.54	0.00
8.33	0.00	3.27	8.04	4.12	42.12	13.62	0.97	-0.03	3.86	0.66	-22.22	0.00
8.56	0.00	3.17	8.28	4.00	42.00	14.03	0.99	-0.03	3.84	0.65	-24.83	0.00
8.78	0.00	3.06	8.52	3.89	41.89	14.44	1.00	-0.03	3.84	0.65	-27.36	0.00
9.00	0.00	2.94	8.77	3.78	41.78	14.86	1.02	-0.03	3.84	0.64	-29.79	0.00
9.22	0.00	2.82	9.03	3.67	41.67	15.29	1.04	-0.03	3.84	0.64	-32.12	0.00
9.42	0.00	2.68	9.28	3.57	41.57	15.73	1.05	-0.03	3.86	0.64	-34.34	0.00
9.63	0.00	2.53	9.54	3.47	41.47	16.17	1.07	-0.03	3.88	0.64	-36.46	0.00
9.83	0.00	2.38	9.81	3.38	41.38	16.62	1.09	-0.02	3.90	0.64	-38.47	0.00
10.02	0.00	2.22	10.08	3.29	41.29	17.08	1.10	-0.02	3.93	0.64	-40.37	0.00
10.21	0.00	2.06	10.35	3.20	41.20	17.54	1.11	-0.02	3.96	0.64	-42.17	0.00
10.39	0.00	1.89	10.63	3.12	41.12	18.02	1.13	-0.02	3.99	0.64	-43.87	0.00
10.57	0.00	1.71	10.92	3.03	41.03	18.50	1.14	-0.02	4.02	0.64	-45.48	0.00
10.74	0.00	1.53	11.21	2.96	40.96	18.99	1.16	-0.02	4.06	0.64	-47.00	0.00
10.91	0.00	1.35	11.50	2.88	40.88	19.48	1.17	-0.02	4.09	0.64	-48.43	0.00
11.07	0.00	1.16	11.80	2.81	40.81	19.99	1.19	-0.02	4.13	0.64	-49.79	0.00
11.23	0.00	0.96	12.10	2.74	40.74	20.50	1.20	-0.02	4.16	0.64	-51.07	0.00
11.39	0.00	0.77	12.41	2.67	40.67	21.02	1.21	-0.02	4.20	0.64	-52.28	0.00
11.54	0.00	0.57	12.72	2.61	40.61	21.55	1.23	-0.02	4.23	0.65	-53.43	0.00
11.69	0.00	0.37	13.03	2.54	40.54	22.08	1.24	-0.02	4.27	0.65	-54.52	0.00
11.83	0.00	0.16	13.35	2.48	40.48	22.63	1.26	-0.02	4.30	0.65	-55.55	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

Gp_{eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 43 (38_23_Ano HP_Qmin)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	2.1791
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.13807
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.03 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.07 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.01 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	1.08 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.12 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-1.55 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	11.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.69 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.59 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.54 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	2.20 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	2.84 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	2.51 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	3.4

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	47.7 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	4.30 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	6.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	10.9
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	43.1 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	0.46 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	0.65 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	0.92 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	5.07 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	9.2
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	15.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	41.6 psu

Gráficas de evolución de variables

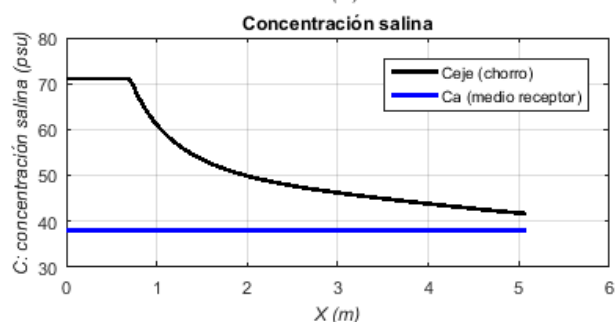
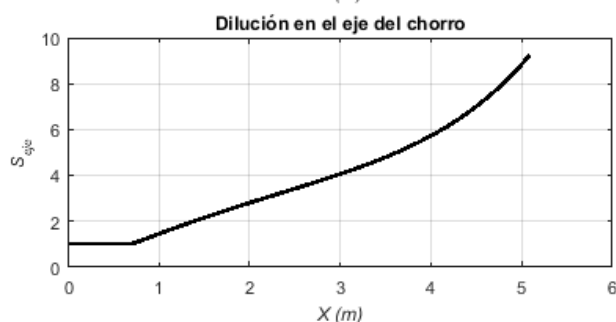
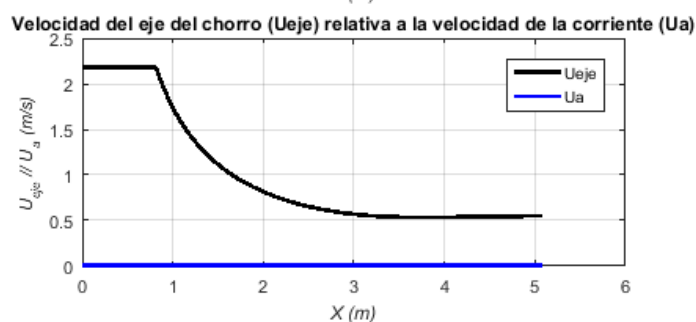
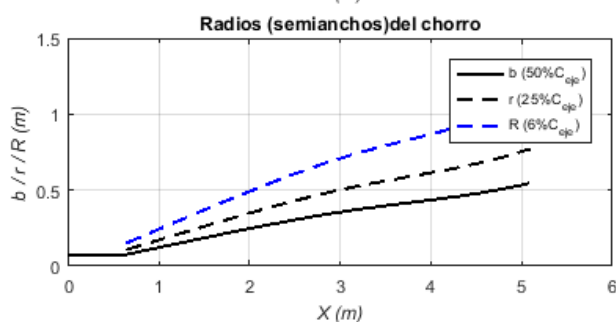
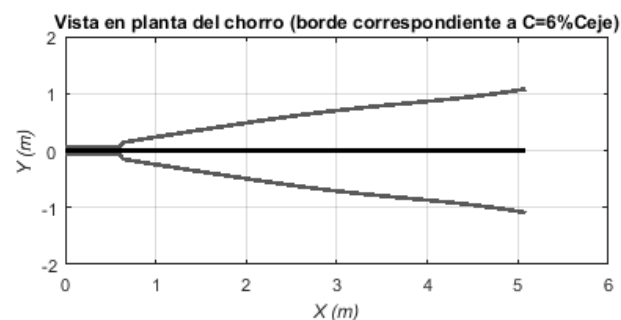
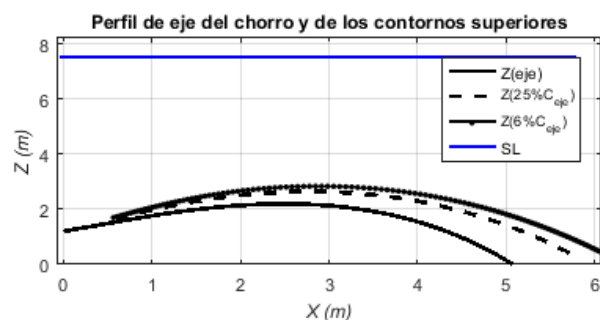


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.07	-0.24	11.95	2.18	30.00	0.00
0.77	0.00	1.64	1.10	30.15	68.15	1.86	0.09	-0.22	16.37	2.18	28.98	0.00
0.99	0.00	1.76	1.43	23.23	61.23	2.42	0.12	-0.17	12.36	1.76	27.24	0.00
1.21	0.00	1.87	1.75	18.93	56.93	2.96	0.15	-0.14	9.83	1.40	24.94	0.00
1.44	0.00	1.97	2.07	16.02	54.02	3.50	0.18	-0.12	8.09	1.16	21.99	0.00
1.68	0.00	2.06	2.38	13.91	51.91	4.04	0.21	-0.10	6.82	0.98	18.30	0.00
1.92	0.00	2.13	2.69	12.31	50.31	4.56	0.24	-0.09	5.86	0.85	13.79	0.00
2.16	0.00	2.17	3.00	11.05	49.05	5.08	0.27	-0.08	5.14	0.75	8.41	0.00
2.41	0.00	2.20	3.31	10.02	48.02	5.60	0.29	-0.07	4.61	0.67	2.19	0.00
2.66	0.00	2.19	3.62	9.16	47.16	6.13	0.32	-0.07	4.23	0.62	-4.73	0.00
2.91	0.00	2.16	3.93	8.42	46.42	6.66	0.35	-0.06	3.98	0.58	-12.04	0.00
3.15	0.00	2.09	4.26	7.78	45.78	7.22	0.37	-0.06	3.84	0.55	-19.34	0.00
3.38	0.00	1.99	4.60	7.21	45.21	7.79	0.39	-0.05	3.79	0.54	-26.26	0.00
3.60	0.00	1.87	4.95	6.69	44.69	8.39	0.40	-0.05	3.81	0.53	-32.56	0.00
3.80	0.00	1.72	5.32	6.23	44.23	9.01	0.42	-0.05	3.86	0.53	-38.12	0.00
3.99	0.00	1.56	5.70	5.81	43.81	9.66	0.43	-0.04	3.94	0.53	-42.95	0.00
4.17	0.00	1.38	6.10	5.43	43.43	10.34	0.45	-0.04	4.03	0.54	-47.11	0.00
4.33	0.00	1.19	6.52	5.08	43.08	11.05	0.46	-0.04	4.13	0.54	-50.69	0.00
4.48	0.00	1.00	6.95	4.76	42.76	11.78	0.48	-0.03	4.22	0.54	-53.78	0.00
4.63	0.00	0.79	7.41	4.47	42.47	12.55	0.49	-0.03	4.31	0.54	-56.46	0.00
4.76	0.00	0.58	7.87	4.21	42.21	13.34	0.50	-0.03	4.40	0.55	-58.81	0.00
4.89	0.00	0.36	8.36	3.96	41.96	14.16	0.52	-0.03	4.48	0.55	-60.86	0.00
5.00	0.00	0.14	8.86	3.74	41.74	15.01	0.53	-0.03	4.55	0.55	-62.68	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje}-C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Theta ($^\circ$): ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Sigma: ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $Radio=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $Radio=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 44 (38_23_Ano HP_Qmax)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.6067
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19146
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.13 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.61 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.39 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.87 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.4

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.96 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.83 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.56 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.12 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.04 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.0

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.6 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.54 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.4
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.2
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.13 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.60 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.26 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.44 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.3
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.5
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

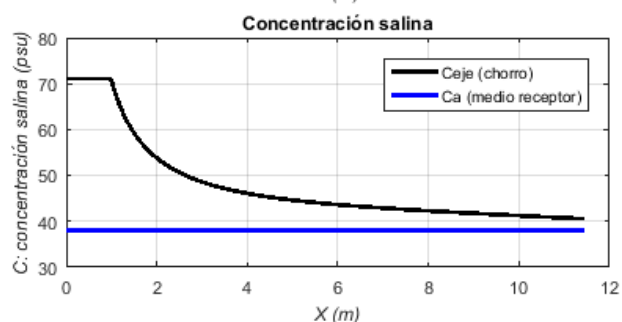
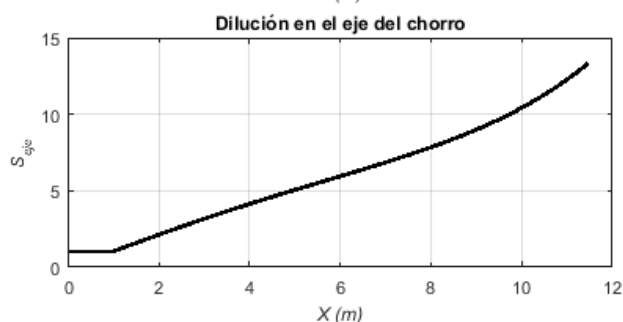
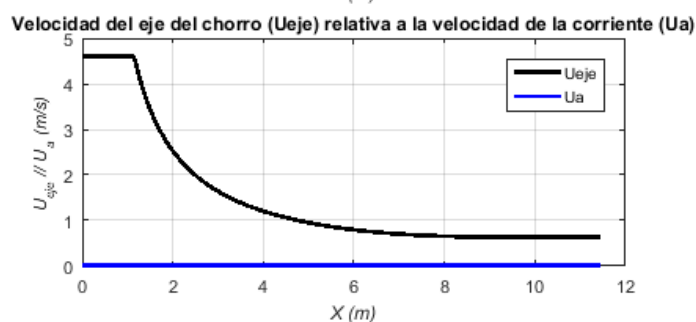
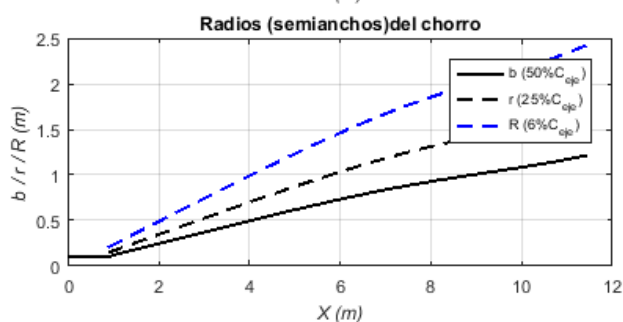
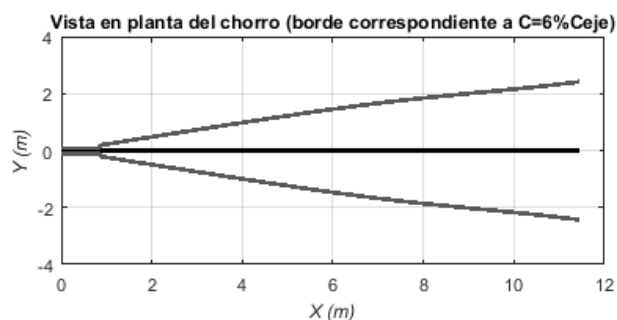
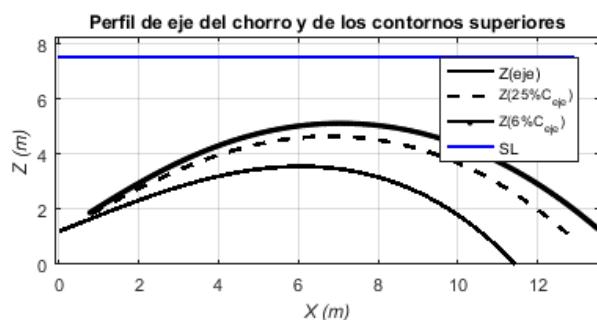


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	21.45	4.61	30.00	0.00
1.00	0.00	1.78	1.03	32.28	70.28	1.74	0.12	-0.23	31.79	4.61	29.78	0.00
1.22	0.00	1.90	1.27	26.19	64.19	2.14	0.15	-0.19	25.68	4.27	29.45	0.00
1.44	0.00	2.02	1.50	22.04	60.04	2.55	0.17	-0.16	21.50	3.58	29.03	0.00
1.66	0.00	2.14	1.74	19.03	57.03	2.95	0.20	-0.14	18.46	3.08	28.54	0.00
1.88	0.00	2.26	1.98	16.75	54.75	3.35	0.23	-0.12	16.14	2.70	27.97	0.00
2.10	0.00	2.38	2.21	14.97	52.97	3.75	0.26	-0.11	14.31	2.39	27.32	0.00
2.32	0.00	2.49	2.45	13.53	51.53	4.15	0.29	-0.10	12.83	2.15	26.58	0.00
2.55	0.00	2.60	2.68	12.35	50.35	4.54	0.31	-0.09	11.61	1.95	25.75	0.00
2.77	0.00	2.71	2.91	11.37	49.37	4.94	0.34	-0.08	10.58	1.78	24.82	0.00
3.00	0.00	2.81	3.15	10.53	48.53	5.33	0.37	-0.08	9.71	1.64	23.79	0.00
3.23	0.00	2.91	3.38	9.82	47.82	5.72	0.40	-0.07	8.95	1.51	22.66	0.00
3.46	0.00	3.00	3.60	9.19	47.19	6.11	0.43	-0.07	8.29	1.40	21.41	0.00
3.69	0.00	3.09	3.83	8.65	46.65	6.49	0.46	-0.06	7.71	1.31	20.05	0.00
3.93	0.00	3.18	4.06	8.17	46.17	6.87	0.49	-0.06	7.20	1.22	18.56	0.00
4.17	0.00	3.25	4.28	7.74	45.74	7.25	0.52	-0.06	6.75	1.15	16.95	0.00
4.41	0.00	3.32	4.51	7.35	45.35	7.63	0.55	-0.05	6.34	1.08	15.20	0.00
4.65	0.00	3.38	4.73	7.01	45.01	8.01	0.57	-0.05	5.98	1.02	13.32	0.00
4.90	0.00	3.44	4.95	6.69	44.69	8.39	0.60	-0.05	5.66	0.97	11.30	0.00
5.14	0.00	3.48	5.17	6.41	44.41	8.76	0.63	-0.05	5.37	0.92	9.14	0.00
5.39	0.00	3.52	5.39	6.14	44.14	9.14	0.66	-0.04	5.11	0.88	6.84	0.00
5.64	0.00	3.54	5.61	5.90	43.90	9.51	0.69	-0.04	4.89	0.84	4.41	0.00
5.89	0.00	3.55	5.84	5.68	43.68	9.89	0.72	-0.04	4.69	0.81	1.85	0.00
6.14	0.00	3.56	6.06	5.47	43.47	10.27	0.75	-0.04	4.51	0.78	-0.81	0.00
6.39	0.00	3.55	6.28	5.27	43.27	10.65	0.77	-0.04	4.36	0.75	-3.57	0.00
6.64	0.00	3.52	6.51	5.09	43.09	11.03	0.80	-0.04	4.23	0.73	-6.41	0.00
6.88	0.00	3.49	6.74	4.92	42.92	11.41	0.82	-0.04	4.12	0.71	-9.29	0.00
7.13	0.00	3.44	6.97	4.76	42.76	11.80	0.85	-0.03	4.04	0.69	-12.20	0.00
7.37	0.00	3.39	7.20	4.60	42.60	12.20	0.87	-0.03	3.97	0.68	-15.12	0.00
7.61	0.00	3.31	7.44	4.46	42.46	12.60	0.89	-0.03	3.91	0.67	-18.00	0.00
7.85	0.00	3.23	7.68	4.32	42.32	13.01	0.91	-0.03	3.87	0.66	-20.84	0.00
8.08	0.00	3.14	7.92	4.18	42.18	13.42	0.93	-0.03	3.85	0.65	-23.61	0.00
8.31	0.00	3.03	8.16	4.06	42.06	13.83	0.95	-0.03	3.84	0.64	-26.30	0.00
8.53	0.00	2.91	8.42	3.94	41.94	14.26	0.97	-0.03	3.83	0.64	-28.89	0.00
8.74	0.00	2.79	8.67	3.82	41.82	14.69	0.99	-0.03	3.84	0.64	-31.36	0.00
8.95	0.00	2.65	8.93	3.71	41.71	15.13	1.00	-0.03	3.85	0.63	-33.72	0.00
9.16	0.00	2.51	9.19	3.60	41.60	15.58	1.02	-0.03	3.87	0.63	-35.97	0.00
9.36	0.00	2.36	9.46	3.50	41.50	16.03	1.03	-0.03	3.90	0.63	-38.09	0.00
9.55	0.00	2.20	9.74	3.40	41.40	16.50	1.05	-0.02	3.92	0.63	-40.10	0.00
9.74	0.00	2.04	10.01	3.31	41.31	16.97	1.06	-0.02	3.95	0.63	-42.00	0.00
9.92	0.00	1.87	10.30	3.22	41.22	17.45	1.08	-0.02	3.99	0.63	-43.79	0.00
10.10	0.00	1.69	10.58	3.13	41.13	17.93	1.09	-0.02	4.02	0.63	-45.48	0.00
10.28	0.00	1.51	10.88	3.05	41.05	18.43	1.11	-0.02	4.06	0.64	-47.06	0.00
10.44	0.00	1.33	11.17	2.96	40.96	18.93	1.12	-0.02	4.10	0.64	-48.56	0.00
10.61	0.00	1.14	11.48	2.89	40.89	19.45	1.13	-0.02	4.13	0.64	-49.97	0.00
10.76	0.00	0.94	11.78	2.81	40.81	19.97	1.15	-0.02	4.17	0.64	-51.30	0.00
10.92	0.00	0.75	12.10	2.74	40.74	20.50	1.16	-0.02	4.21	0.64	-52.56	0.00
11.07	0.00	0.55	12.41	2.67	40.67	21.03	1.18	-0.02	4.24	0.64	-53.74	0.00
11.21	0.00	0.34	12.74	2.60	40.60	21.58	1.19	-0.02	4.28	0.64	-54.86	0.00
11.36	0.00	0.14	13.06	2.54	40.54	22.13	1.21	-0.02	4.31	0.64	-55.92	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.

Informe de ejecución brIHne_JET (Versión 1.0) - Proyecto 'EDAM Albufeira'

Caso 45 (38_23_Ano HP_Q1108)

Parámetros de entrada

Condiciones del medio receptor	Profundidad media en la zona de vertido [Ha (m)]	7.5
	Salinidad [Ca (psu)]	38
	Densidad [rho_a (Kg/m3)]	1025.9
	Velocidad de la corriente [Ua (m/s)]	0
Características del efluente	Concentración salina [Co (psu)]	71.1273
	Densidad [rho_o (Kg/m3)]	1051.1
	Velocidad de salida del chorro [Uo (m/s)]	4.7249
Características del dispositivo de vertido	Diámetro boquilla [do (m)]	0.19319
	Altura de la boquilla con respecto al fondo [ho (m)]	1.2
	Ángulo de inclinación del chorro [thettag_o (sexaseg)]	30
	Ángulo horizontal entre el chorro y la corriente [sigmag_o (sexaseg)]	0

Flujos iniciales y escalas de longitud

Qo, flujo de caudal	0.14 m3/s
Mo, flujo de cantidad de movimiento	0.65 m4/s2
Jo, flujo de flotabilidad	-0.03 m4/s3
Qco, flujo de masa de contaminante	4.59 psu*m3/s
LQ, escala de longitud de flujo - caudal	0.17 m
LM, escala de longitud de cantidad de movimiento - flotabilidad	-3.98 m
Lm, escala de longitud de cantidad de movimiento - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Lb, escala de longitud de cantidad de flotabilidad - corriente en medio receptor	9999999.00 m
Número de Froude densimétrico, Fo	21.9

Zona de desarrollo de los perfiles autosemejantes

Le, longitud del eje al final de la zona de desarrollo de perfiles autosemejantes (ZOFE)	0.97 m
xe, coordenada horizontal al final de la ZOFE	0.84 m
ye, coordenada lateral al final de la ZOFE	0.00 m
ze, coordenada vertical al final de la ZOFE	1.68 m
thetae, ángulo del eje del chorro con la horizontal al final de la ZOFE	30.00 sexag
sigmae, ángulo del eje del chorro con dirección de la corriente en el medio receptor al final de la ZOFE	0.00 sexag
gammae	30.00 sexag

Principales características del chorro

Zm, máxima altura del eje del chorro	3.63 m
Zt, máxima altura del borde superior del chorro, correspondiente al 6% de la concentración en el eje (C=6%Ceje)	5.23 m
Xm, posición horizontal del eje (distancia desde la boquilla) en el punto de máxima altura del chorro	6.23 m
Sm, dilución en el eje (mínima) en el punto de máxima altura	6.1

Cm, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de máxima altura	43.4 psu
Xr, posición horizontal del eje del chorro en el punto de retorno (donde el eje alcanza el nivel de la boquilla)	10.86 m
Sr, dilución en el eje (mínima) en el punto de retorno	11.6
Sr_{ave}, dilución media en el punto de retorno	19.7
Cr, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de retorno	40.9 psu
b_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=50%Ceje)	1.16 m
r_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=25%Ceje)	1.64 m
R_r, radio del chorro en el punto de retorno (C=6%Ceje)	2.33 m
Xi, posición horizontal del eje en el punto de impacto del chorro con el fondo	11.76 m
Si, dilución en el eje (mínima) en el punto de impacto con el fondo	13.5
Si_ave, dilución media en el punto de impacto con el fondo	22.8
Ci, concentración salina en el eje (máxima) en el punto de impacto con el fondo	40.5 psu

Gráficas de evolución de variables

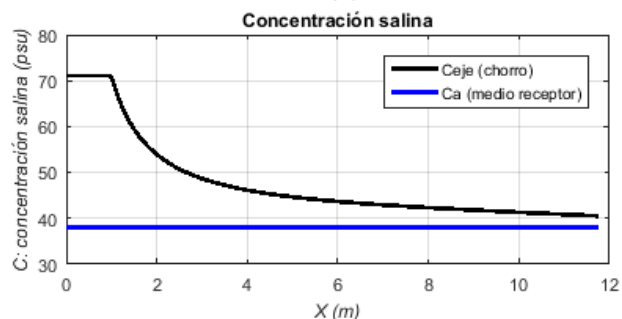
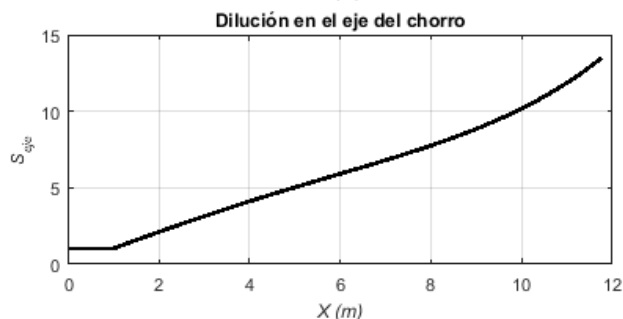
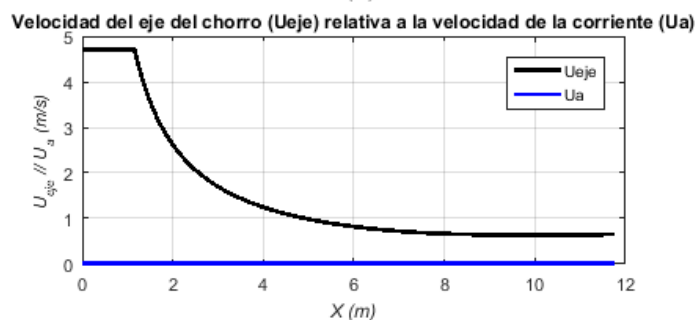
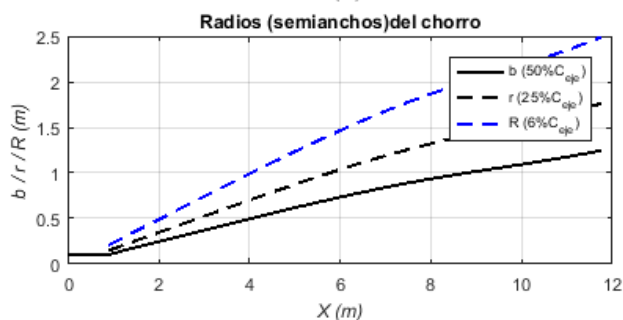
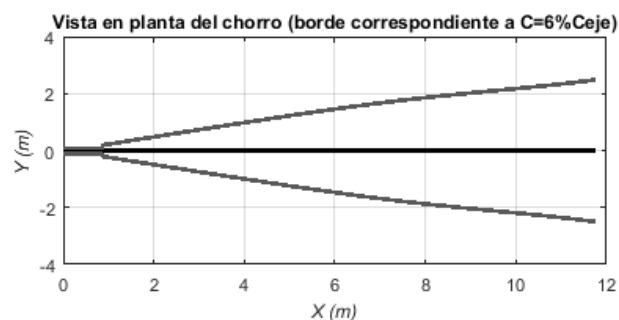
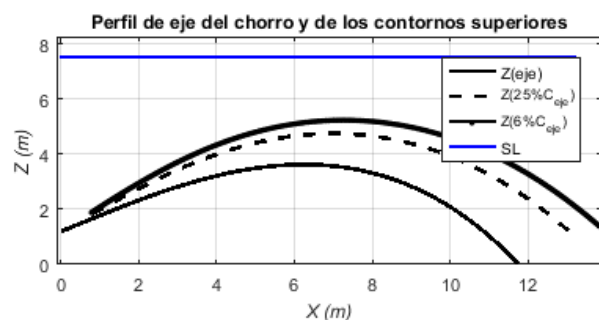


Tabla de resultados numéricos

Xeje	Yeje	Zeje	Seje	Ceje-Ca	Ceje	Save	b	Gp_eje	F_eje	Ueje	theta	sigma
0.00	0.00	1.20	1.00	33.13	71.13	1.00	0.10	-0.24	21.90	4.72	30.00	0.00
1.01	0.00	1.78	1.02	32.34	70.34	1.74	0.12	-0.24	32.51	4.72	29.79	0.00
1.23	0.00	1.91	1.26	26.27	64.27	2.14	0.15	-0.19	26.31	4.40	29.47	0.00
1.45	0.00	2.03	1.50	22.12	60.12	2.54	0.17	-0.16	22.05	3.69	29.08	0.00
1.66	0.00	2.15	1.73	19.12	57.12	2.94	0.20	-0.14	18.95	3.17	28.62	0.00
1.88	0.00	2.27	1.97	16.84	54.84	3.33	0.23	-0.12	16.58	2.78	28.08	0.00
2.11	0.00	2.38	2.20	15.05	53.05	3.73	0.26	-0.11	14.72	2.47	27.47	0.00
2.33	0.00	2.50	2.43	13.61	51.61	4.13	0.29	-0.10	13.21	2.22	26.77	0.00
2.55	0.00	2.61	2.67	12.42	50.42	4.52	0.31	-0.09	11.96	2.02	25.99	0.00
2.78	0.00	2.72	2.90	11.44	49.44	4.91	0.34	-0.08	10.90	1.84	25.12	0.00
3.00	0.00	2.82	3.13	10.60	48.60	5.30	0.37	-0.08	10.01	1.69	24.16	0.00
3.23	0.00	2.92	3.35	9.87	47.87	5.68	0.40	-0.07	9.23	1.57	23.09	0.00
3.46	0.00	3.02	3.58	9.25	47.25	6.07	0.43	-0.07	8.56	1.45	21.93	0.00
3.70	0.00	3.11	3.81	8.70	46.70	6.45	0.46	-0.06	7.96	1.36	20.66	0.00
3.93	0.00	3.19	4.03	8.22	46.22	6.83	0.49	-0.06	7.44	1.27	19.27	0.00
4.17	0.00	3.27	4.26	7.78	45.78	7.21	0.52	-0.06	6.97	1.19	17.76	0.00
4.41	0.00	3.35	4.48	7.40	45.40	7.59	0.55	-0.05	6.55	1.12	16.13	0.00
4.65	0.00	3.41	4.70	7.05	45.05	7.96	0.58	-0.05	6.18	1.06	14.38	0.00
4.89	0.00	3.47	4.92	6.73	44.73	8.33	0.60	-0.05	5.84	1.01	12.49	0.00
5.14	0.00	3.52	5.14	6.45	44.45	8.71	0.63	-0.05	5.54	0.96	10.48	0.00
5.38	0.00	3.56	5.36	6.18	44.18	9.08	0.66	-0.04	5.28	0.91	8.33	0.00
5.63	0.00	3.59	5.58	5.94	43.94	9.45	0.69	-0.04	5.04	0.87	6.06	0.00
5.88	0.00	3.61	5.80	5.72	43.72	9.82	0.72	-0.04	4.83	0.83	3.66	0.00
6.13	0.00	3.62	6.02	5.51	43.51	10.19	0.75	-0.04	4.64	0.80	1.15	0.00
6.38	0.00	3.62	6.24	5.31	43.31	10.57	0.78	-0.04	4.47	0.77	-1.46	0.00
6.63	0.00	3.61	6.46	5.13	43.13	10.95	0.80	-0.04	4.33	0.75	-4.16	0.00
6.88	0.00	3.59	6.68	4.96	42.96	11.33	0.83	-0.04	4.21	0.73	-6.92	0.00
7.13	0.00	3.55	6.91	4.79	42.79	11.71	0.85	-0.03	4.11	0.71	-9.72	0.00
7.37	0.00	3.50	7.14	4.64	42.64	12.10	0.88	-0.03	4.03	0.69	-12.55	0.00
7.61	0.00	3.44	7.37	4.49	42.49	12.49	0.90	-0.03	3.96	0.68	-15.37	0.00
7.85	0.00	3.37	7.61	4.36	42.36	12.89	0.92	-0.03	3.91	0.67	-18.17	0.00
8.09	0.00	3.29	7.84	4.22	42.22	13.29	0.94	-0.03	3.87	0.66	-20.93	0.00
8.32	0.00	3.19	8.08	4.10	42.10	13.70	0.96	-0.03	3.85	0.65	-23.62	0.00
8.55	0.00	3.09	8.33	3.98	41.98	14.11	0.98	-0.03	3.84	0.65	-26.22	0.00
8.77	0.00	2.97	8.58	3.86	41.86	14.53	1.00	-0.03	3.83	0.64	-28.74	0.00
8.99	0.00	2.85	8.83	3.75	41.75	14.96	1.02	-0.03	3.84	0.64	-31.15	0.00
9.20	0.00	2.71	9.08	3.65	41.65	15.39	1.03	-0.03	3.85	0.64	-33.45	0.00
9.40	0.00	2.57	9.35	3.54	41.54	15.84	1.05	-0.03	3.87	0.64	-35.64	0.00
9.60	0.00	2.42	9.61	3.45	41.45	16.29	1.06	-0.03	3.89	0.64	-37.73	0.00
9.80	0.00	2.26	9.88	3.35	41.35	16.74	1.08	-0.02	3.92	0.64	-39.70	0.00
9.99	0.00	2.10	10.16	3.26	41.26	17.21	1.09	-0.02	3.95	0.64	-41.56	0.00
10.17	0.00	1.93	10.43	3.17	41.17	17.68	1.11	-0.02	3.98	0.64	-43.33	0.00
10.35	0.00	1.76	10.72	3.09	41.09	18.16	1.12	-0.02	4.01	0.64	-44.99	0.00
10.53	0.00	1.58	11.01	3.01	41.01	18.65	1.14	-0.02	4.05	0.64	-46.56	0.00
10.70	0.00	1.40	11.30	2.93	40.93	19.15	1.15	-0.02	4.08	0.64	-48.04	0.00
10.86	0.00	1.21	11.60	2.86	40.86	19.65	1.16	-0.02	4.12	0.64	-49.44	0.00
11.02	0.00	1.02	11.90	2.78	40.78	20.17	1.18	-0.02	4.16	0.64	-50.76	0.00
11.18	0.00	0.82	12.21	2.71	40.71	20.69	1.19	-0.02	4.19	0.64	-52.01	0.00
11.33	0.00	0.62	12.52	2.65	40.65	21.21	1.21	-0.02	4.23	0.64	-53.19	0.00
11.48	0.00	0.42	12.84	2.58	40.58	21.75	1.22	-0.02	4.26	0.64	-54.31	0.00
11.62	0.00	0.22	13.16	2.52	40.52	22.30	1.23	-0.02	4.30	0.65	-55.36	0.00
11.76	0.00	0.01	13.48	2.46	40.46	22.85	1.25	-0.02	4.33	0.65	-56.37	0.00

Observaciones:

El modelo ha sido desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental.

Para dudas, consultas y más información sobre el modelo: brIHnesupport@ihcantabria.com

Calibración del modelo:

El modelo simula el comportamiento de un vertido en chorro de salmuera resolviendo las ecuaciones de gobierno de acuerdo con la aproximación numérica propuesta en [1]. Esta aproximación consiste en integrar las ecuaciones diferenciales a lo largo de la sección transversal del chorro, resolviendo numéricamente el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultantes.

Por el momento, brIHne-Jet utiliza los coeficientes experimentales propuestos en [1], que son también los que utiliza el modelo CORJET de Cormix, por lo que sus resultados son análogos. Próximamente, brIHne-Jet será recalibrado con datos experimentales obtenidos en el Instituto de Hidráulica Ambiental, mediante técnicas ópticas no intrusivas de anemometría láser, a fin de conseguir un mejor ajuste de sus resultados numéricos con los datos experimentales.

Sección transversal:

El modelo considera que los perfiles transversales de concentración y velocidad del chorro se ajustan a una curva de tipo Gauss.

Variables

$X_{eje}, Y_{eje}, Z_{eje}$: coordenadas cartesianas del eje del chorro.

S_{eje} : dilución en el eje del chorro (dilución mínima en la sección).

$C_{eje} - C_a$: Exceso de concentración salina en el eje del chorro respecto a la salinidad en el medio receptor

C_{eje} : Concentración salina en el eje de chorro (concentración máxima en la sección).

b : semiancho del chorro. Distancia radial para la cual la velocidad es un 37% y la concentración un 50% de su valor en el eje del chorro.

S_{ave} : dilución media en la sección transversal del chorro.

G_{p-eje} : valor de la gravedad reducida en el eje del chorro.

F_{-eje} : número de Froude densimétrico, calculado a partir de valores en el eje del chorro.

U_{eje} : velocidad del eje del chorro (relativa a la velocidad de la corriente en el medio receptor).

Θ : ángulo de descarga del chorro con respecto al fondo.

Σ : ángulo (proyección horizontal) del eje del chorro con respecto a la corriente en el medio receptor.

Punto de máxima altura del chorro:

brIHne-Jet calcula el borde superior del chorro, sumando a las coordenadas del eje en cada punto el correspondiente radio del chorro, proponiendo diferentes valores de radio, a partir de los valores de concentración y velocidad respecto a los valores en el eje. Para obtener el punto de máxima altura del chorro, brIHne-Jet considera para calcular el radio del chorro un valor: $\text{Radio}=2b$, que corresponde a la distancia radial desde el eje del chorro, para la cual la concentración es un 6% y la velocidad un 2% de las correspondiente al eje del chorro.

Punto de impacto con la superficie:

brIHne-Jet considera que el chorro impacta con la superficie cuando su borde superior (definido a partir de un radio: $\text{Radio}=2b$) impacta en algún punto a la superficie libre del medio receptor.

Punto de impacto con el fondo:

brIHne-Jet distingue entre el punto de retorno y el punto de impacto del chorro con el fondo. El punto de retorno es la posición en la cual el eje del chorro alcanza en su rama descendente el nivel o altura de la boquilla de vertido, mientras que el punto de impacto es la posición donde el eje del chorro alcanza el fondo.

Referencias

[1] Jirka, G. H. (2004). "Integral model for turbulent buoyant jets in unbounded stratified flows. Part I: The single round jet." Environmental Fluid Mechanics, volume 4, pp. 1–56.