



**Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019**

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



SITEA
SOLUCIONES EN INGENIERÍA
Y TECNOLOGÍAS DEL AGUA S.A. DE C.V.

GABBIONI: UNA HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO DE PRESAS DE GAVIONES

EDUARDO JIMÉNEZ HERNÁNDEZ; YESSICA A. GÓMEZ PÉREZ; MAURICIO
CARRILLO GARCÍA

Fecha de presentación **19/septiembre/2019**
Mazatlán, Sinaloa, México





Contenido

- Introducción
- Métodos y Materiales
- Resultados y Discusión
- Conclusiones



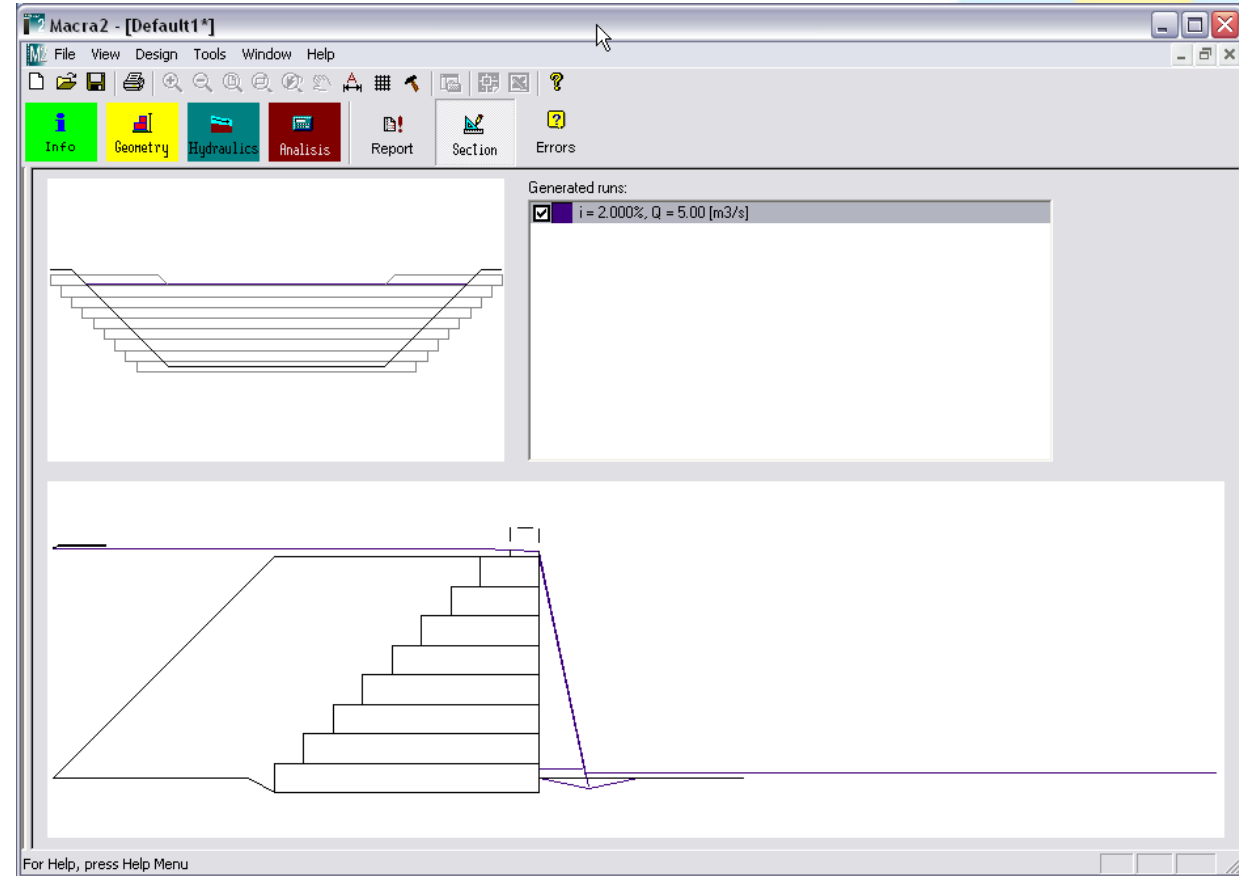
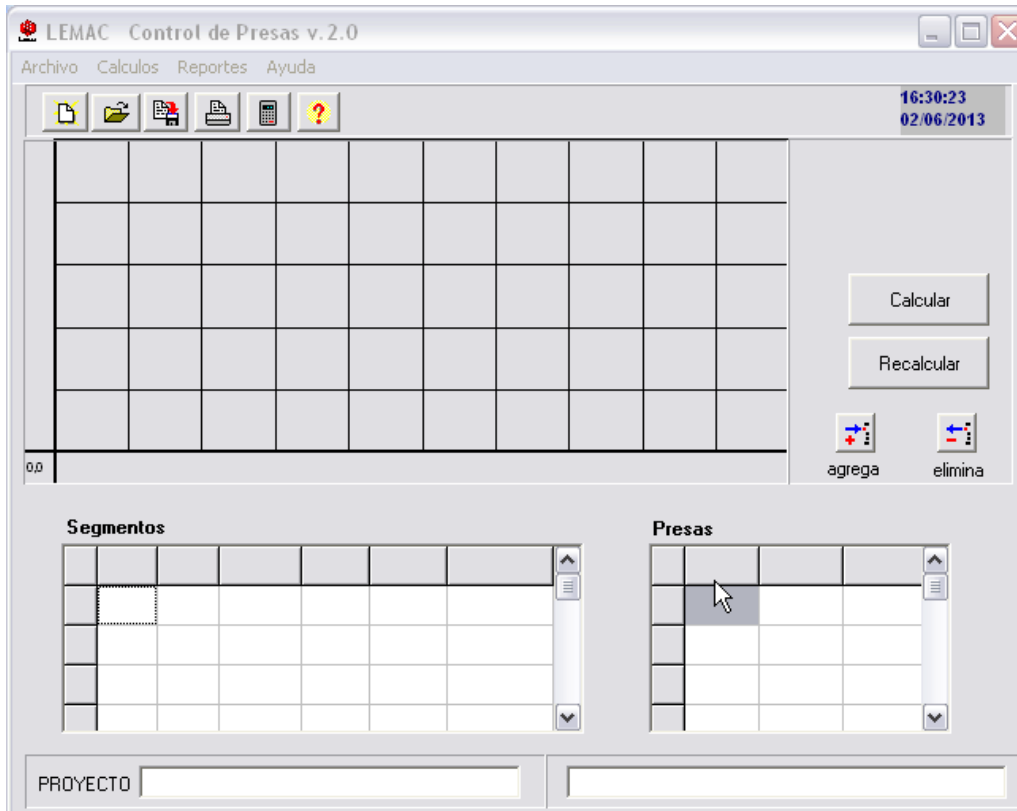
Introducción

- Las presas pequeñas de gaviones son efectivas en la reducción de la erosión hídrica.
- Ayudan en la estabilización de los cauces, los tramos aguas arriba de las presas se vuelven más planos y más anchos, lo que reduce la capacidad de transporte de sedimentos y previene la erosión (Liu, 1992).





Software para diseño



- Software para diseño de presas de gaviones antiguo e incompatible con SO modernos.
- Se usan programas de: hoja de cálculo + CAD + texto

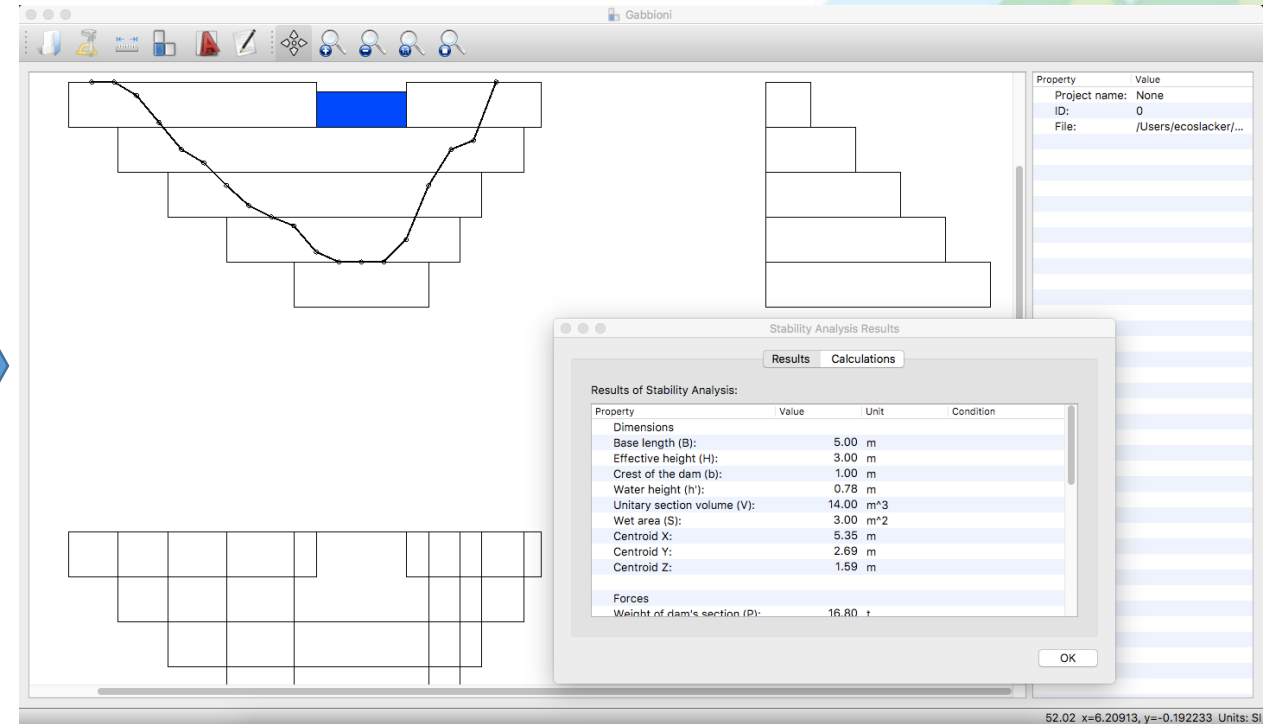
Métodos y Materiales

Plataforma de desarrollo

- Lenguaje de programación C++ Standard 2011
- Librerías gráficas Qt 5.9 LTS
- SO de desarrollo y pruebas: Windows 10, macOS 10.12 y Linux 4.4
- Arquitecturas de 32 y 64 bits
- Paradigma de programación orientada a objetos
- Modelo de desarrollo abierto (Open Source)
- Licencia de *software libre* General Public License (GPL) v2
- <http://www.irriapps.com/gabbioni>
- Versiones compiladas para Windows y macOS, manuales y ayuda del programa, los cuales se pueden descargar de manera **libre y gratuita**.



Sistema *Gabbioni*




Algoritmo de diseño

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

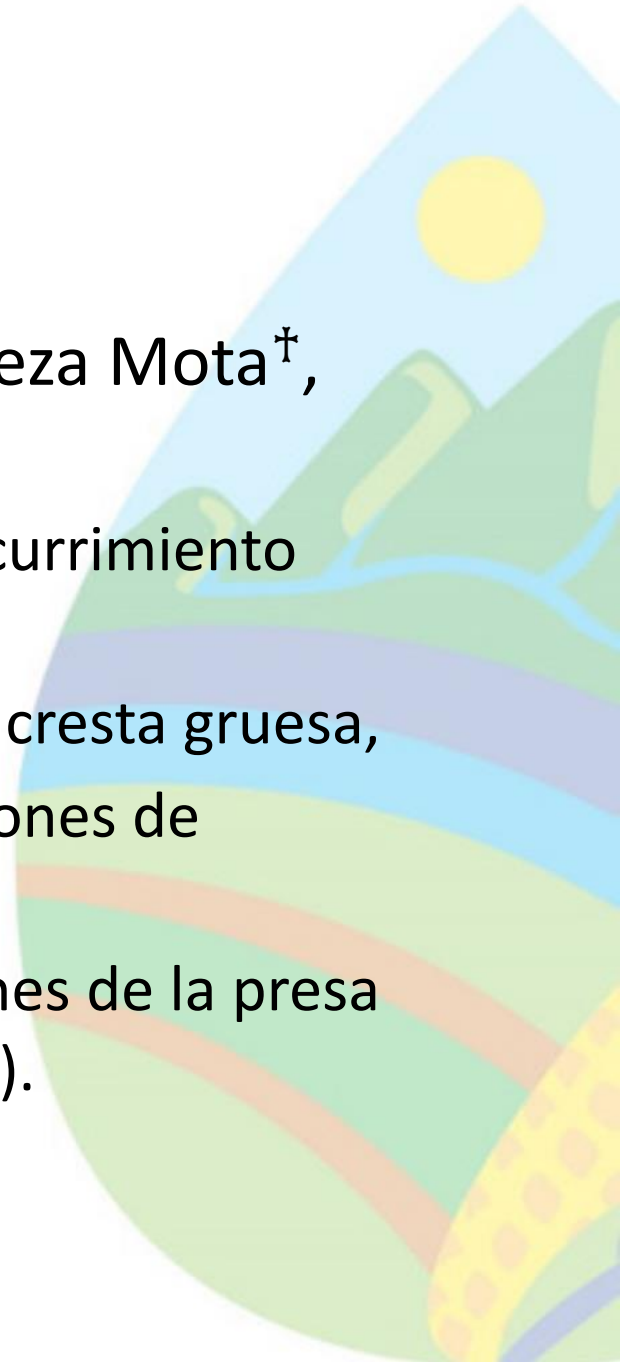
“SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA,
DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN”
Subsecretaría de Desarrollo Rural
Dirección General de Apoyos Para el Desarrollo Rural”

Presas de Gaviones



CP

- Algoritmos de López Martínez & Oropeza Mota[†], (2009).
 - a) estimación del caudal de diseño o escurrimiento máximo del cauce,
 - b) el diseño del vertedor rectangular de cresta gruesa,
 - c) el análisis de estabilidad para condiciones de deslizamiento y volcamiento, y
 - d) creación automática de las dimensiones de la presa (reglas empíricas, condiciones lógicas).



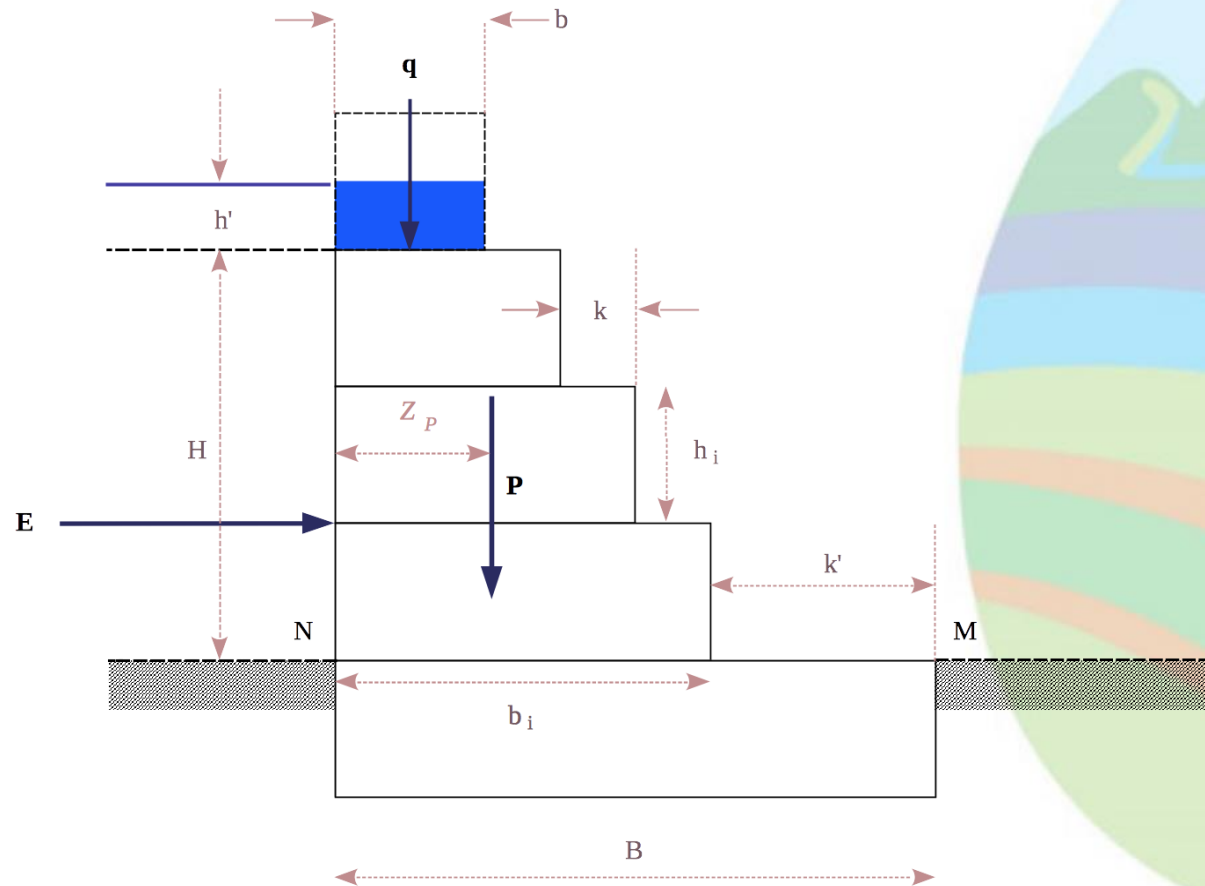
Análisis de estabilidad

- Los autores consideran que una presa de gaviones es estable si cumple con:

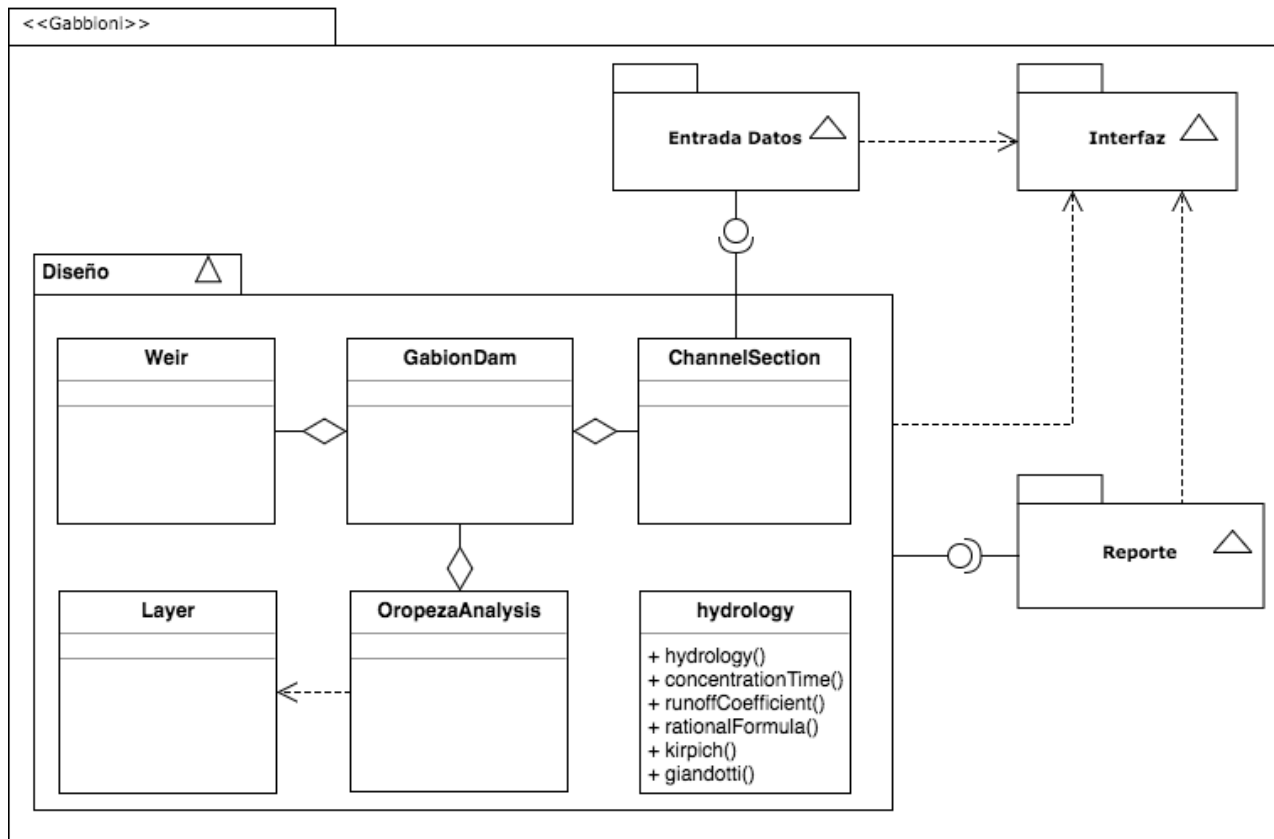
$$\frac{(q + P)\mu}{E} \geq FS_d$$

$$\frac{P \cdot (X_P) + q(X_q)}{E \cdot (X_E)} \geq FS_v$$

$$q \cdot (X_q) + P \cdot (Z_P) + E \cdot (X_E) \leq \frac{2}{3} (q + P)B$$

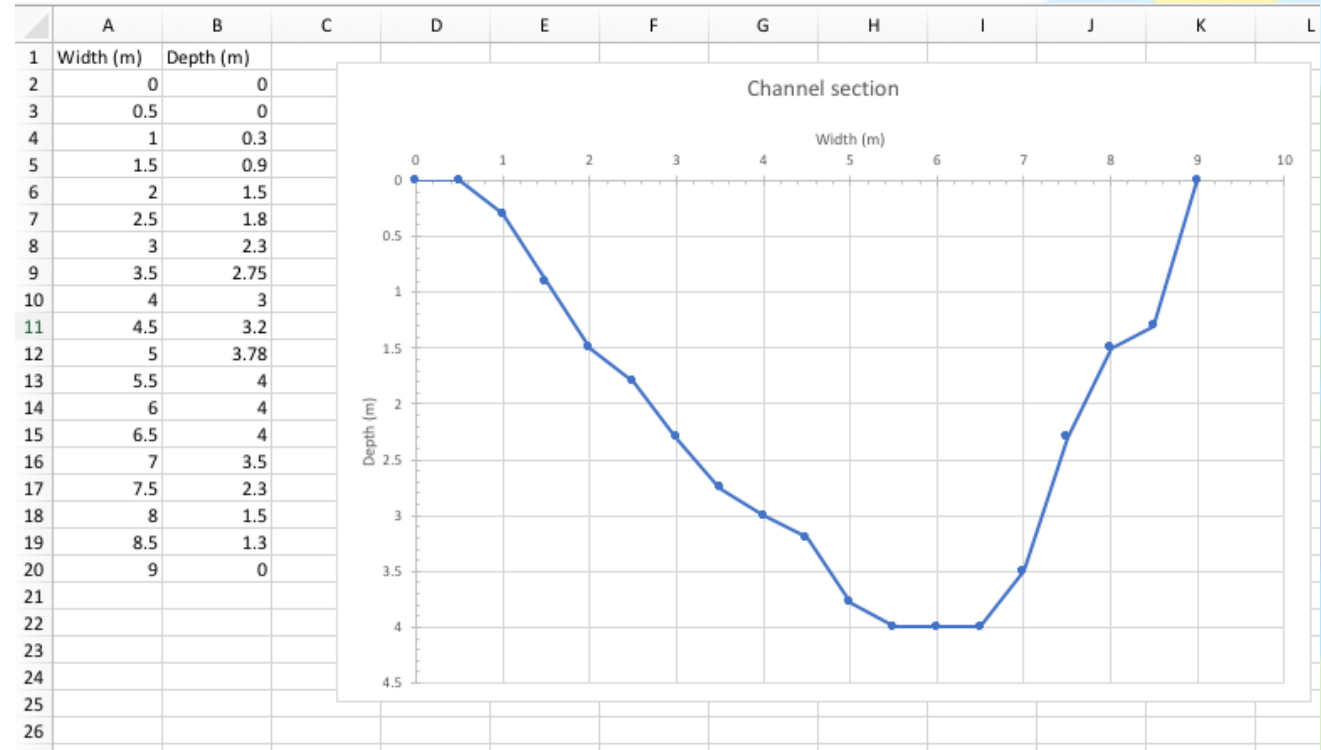


Resultados y Discusión



- La clase ***GabionDam*** representa a una presa de gaviones.
- Hereda características de ***Weir***, ***ChannelSection***, que representan a un vertedor y una sección de cauce.
- La clase ***OropezaAnalysis*** es un objeto abstracto que se utiliza para el análisis de estabilidad.
- La clase ***hydrology*** es una clase externa, que representa el área de captación y contiene operaciones para estimar el escurrimiento máximo de agua en el cauce.

Levantamiento de datos



Levantamiento de sección transversal del cauce con GPS, cinta métrica, etc.

Captura de los datos de **ancho** y **profundidad** (**coordenadas x, y**) del cauce en una hoja de cálculo



Entrada de datos

Channel data

	Width [m]	Depth [m]
1	0.0	0.0
2	1.0	0.1
3	2.0	1.1
4	2.6	1.4
5	3.0	2.1
6	3.3	2.8
7	4.0	3.1
8	4.2	3.9
9	5.5	4.1
10	6.8	4.0

File:

Open

Save

Rows:

Add

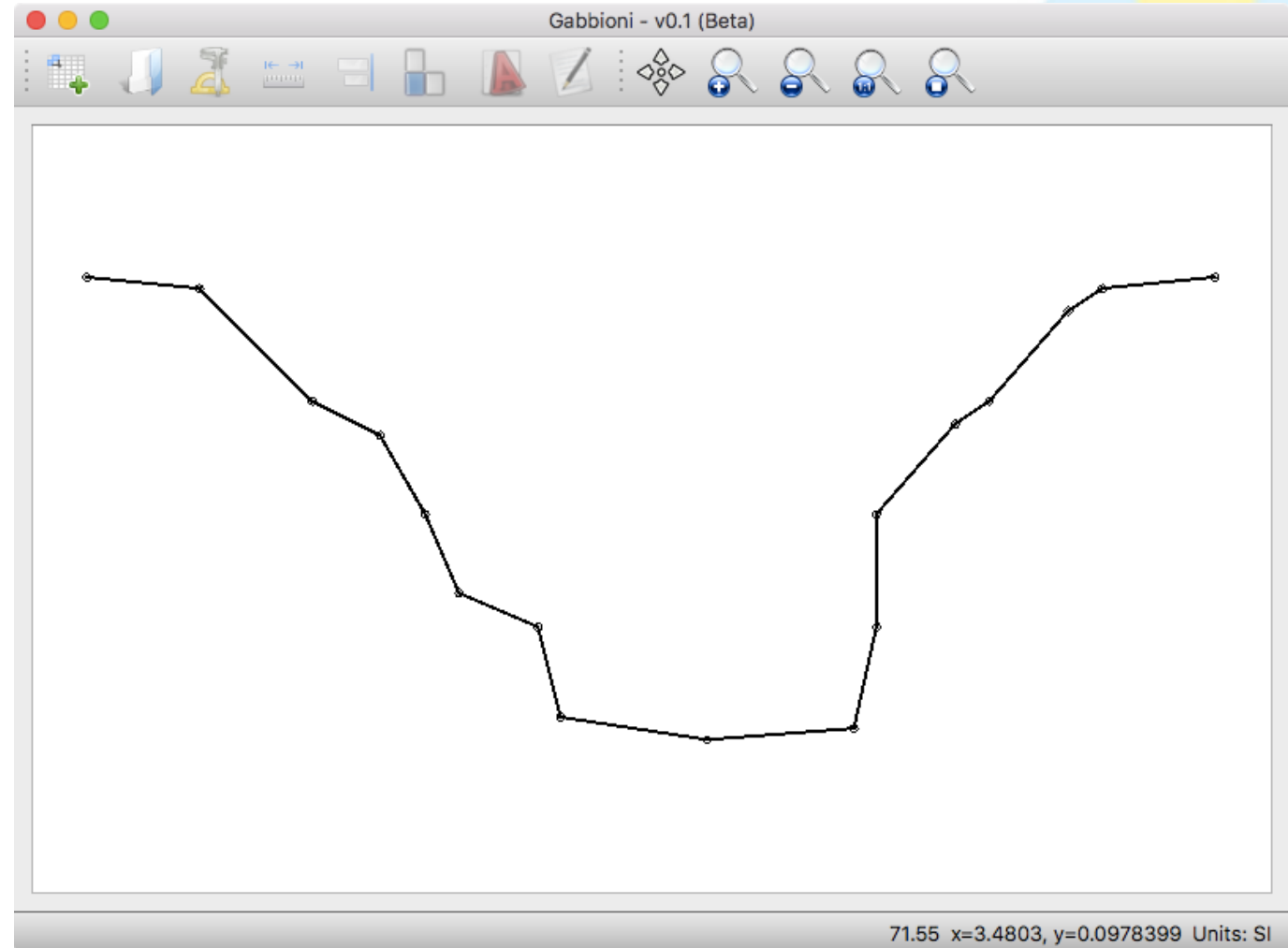
Remove

OK

Cancel

Los datos se pueden introducir:

- Directamente,
- Desde archivo de texto (*csv*, *txt*, etc.),
- Copiando y pegando desde Excel





Gasto de diseño

Se pueden usar dos métodos para estimar el gasto:

- Área velocidad (Chezy-Manning)
- Método racional

Rational formula

Catchment area [ha]:

Rainfall intensity [mm h⁻¹]:

Runoff coefficient: ...

Time of concentration maybe needed for rainfall intensity:

Legth of main stream [m]:

Rise of the stream [m]:

Time of concentration [min]:

Runoff (discharge) [m³ s⁻¹]:

Runoff coefficient

Land use:

Soil type:

Annual precipitation [mm]:

Runoff coefficient:

NOM-011-CONAGUA-2015

Chezy-Manning equation

Using the Chezy-Manning equation to compute discharge:

Data

Roughness coefficient "n": ...

Stream slope [m m⁻¹]:

Water height [m]:

A₁ A₂ ... A₈
Hydraulic area
Water height
Wetted perimeter

Results

Hydraulic area [m²]:

Wetted perimeter [m]:

Hydraulic radius [m]:

Flow velocity [m s⁻¹]:

Discharge [m³ s⁻¹]:

Ventana de diseño

Simple design

Runoff Layers Weir Stability

Layer's height: [m]

Abutment: [m]

Step constant length (k): [m]

Length of stilling basin (k'): [m]

Apply step every: layers.

Cancel OK

Simple design

Runoff Layers Weir Stability

Design of broad-crested rectangular weir:

Width (w): [m]

Coefficient: [dimensionless]

Results:

Water head (h): [m]

Height (H): [m]

Freeboard (b): [m]

Gabion layers: [none]

Cancel OK

Simple design

Runoff Layers Weir Stability

Factors for the stability analysis of the gabion dam:

Specific gravity of water with sediment (ω): [t m^{-3}]:

Specific gravity of stone (δ): [t m^{-3}]:

Friction coefficient of stone (μ): [dimensionless]

Safety factor: [dimensionless]

Analysis method: [SI units]

The method by López Martínez & Oropeza Mota (2009), analyzes the stability of the dam under the effect of three forces: the weight of the water over the nappe (q), the weight of the dam body (P) and the hydrostatic pressure (E) of water and sediments retained by the dam.

Cancel OK

Se define:

- Altura de gaviones (comerciales)
- Empotramiento
- Escalón
- Colchón amortiguador

Diseño de un vertedor rectangular de cresta gruesa proponiendo el ancho.

Parámetros del análisis de estabilidad:

- Peso específico
- Factor de fricción
- Factor de seguridad



Diseño final de una presa

Gabbioni - v0.1 (Beta)

Properties

Property	Value	Unit/Other
Project name:	None	
ID:	0	
X coord:	{0.00, 1.00, 2...	m
Y coord:	{0.00, 0.10, 1...	m
Channel depth:	4.10	m
Channel width:	10.00	m
Layers height:	1.00	m
Levels:	4	
Stream bed:	5.50	m
Flow rate:	2.9090	m ³ /s
Method:	Chezy-Mann...	2
Weir (Spillway)		
Width:	4.00	m
Height:	1.00	m
Coefficient:	1.45	
Water head:	0.63	m
Freeboard:	0.37	m
Gabion layers:	1	
Dimensions		
Base length (B):	7.00	m
Effective height (H):	3.00	m
Crest of the dam (b):	1.00	m
Water height (h')	0.63	m
Unitary section volume (V):	16.00	m ³
Dam total volume (Vt):	88.00	m ³
Wet area (S):	3.00	m ²
Centroid X:	5.25	m
Centroid Y:	3.15	m
Centroid Z:	2.09	m
Forces		
Weight of dam's section (P):	19.20	t
Nappe weight (q):	0.76	t
Hydrostatic pressure (E):	5.40	t
Dam's weight lever (Zp):	2.44	m
Nappe lever (Xq):	0.50	m
Hydrostatic lever (XE):	1.00	m
Front dam's weight lever (Xp):	4.56	m
Parameters		
Spec. gravity water-sediment:	1.20	t/m ³

A summary of data and results will be updated when required.

42.25 x=7.85857, y=-2.86412 Units: S

Stability Analysis Results

Results Calculations

Results of Stability Analysis:

Property	Value	Unit	Condition
Parameters			
Spec. gravity water-sediment:	1.20	t/m ³	
Specific gravity stone (delta):	2.40	t/m ³	
Apparent specific gravity:	1.20	t/m ³	
Friction factor (f):	0.75		
Security factor:	1.00		
Stability conditions			
Sliding condition:	2.77	> 1.00 :	true
Overturning condition:	16.22	> 1.00 :	true
Middle third condition:	4.67 m	> 2.72 m :	true
Resulting forces:	93.14 t	> 52.58 t :	true

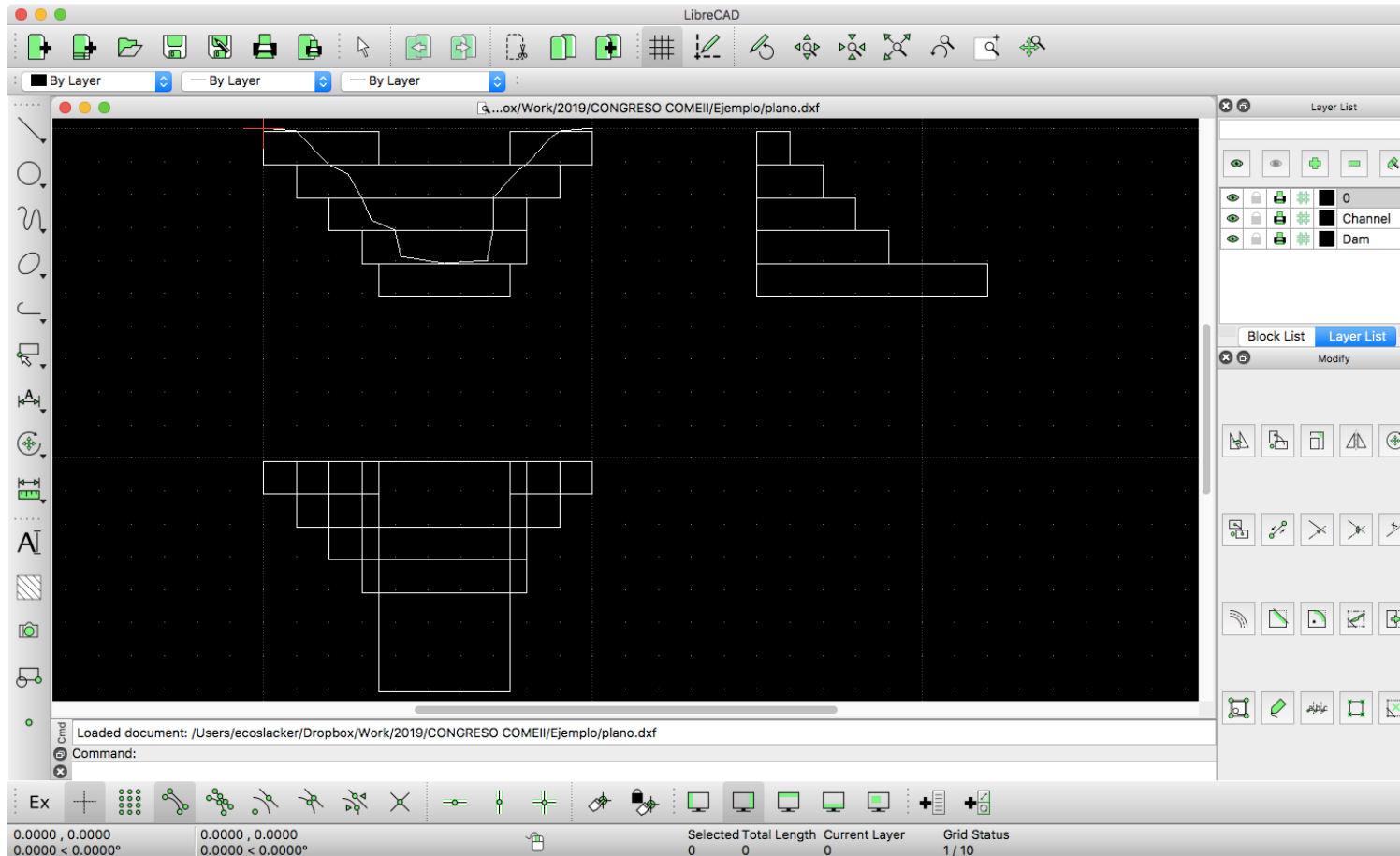
OK

Resultados:

- Dimensiones de la presa
- Análisis de estabilidad (pasa o no-pasa)



Exportar plano y reporte



reporte.csv

Home Insert Draw Page Layout Formulas Data Review >> Share Comments

Paste Font Alignment Number Conditional Formatting Format as Table Cell Styles Cells Editing Ideas

A1 Design of a gabion dam.

	A	B	C	D	E	F
46	Weir (Spillway)					
47	Width:	4 m				
48	Height:	1 m				
49	Coefficient:	1.45				
50	Water head:	0.63 m				
51	Freeboard:	0.37 m				
52	Gabion layers:	1				
53	Dam layers dimensions					
54	Length	Width	Height	x-coord	y-coord	
55		7	4	1	3.5	4.1
56		4	5	1	3	3.1
57		3	6	1	2	2.1
58		2	8	1	1	1.1
59		1	3.5	1	-3.55E-15	0.1
60		1	2.5	1	7.5	0.1
61						
62	Dimensions					
63	Base length (B):	7 m				
64	Effective height (H):	3 m				
65	Crest of the dam (b):	1 m				
66	Water height (h')	0.63 m				
67	Unitary section volume (V):	16 m ³				
68	Dam total volume (Vt):	88 m ³				
69	Wet area (S):	3 m ²				
70	Centroid X:	5.25 m				
71	Centroid Y:	3.15 m				
72	Centroid Z:	2.09 m				
73						

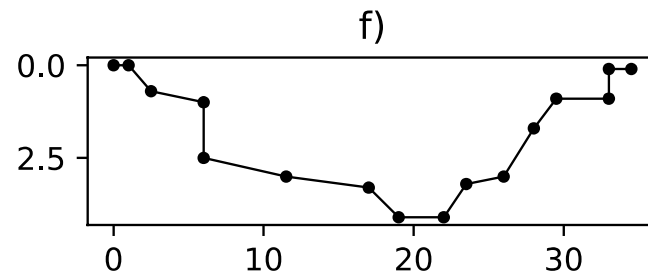
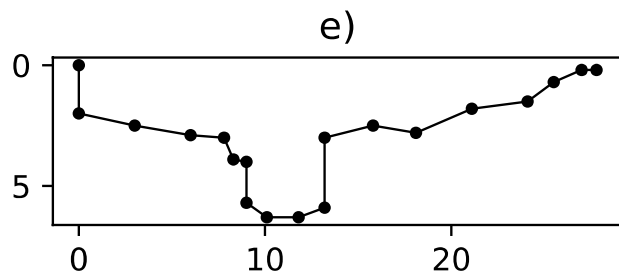
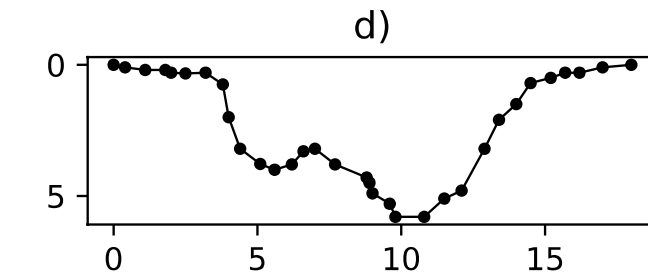
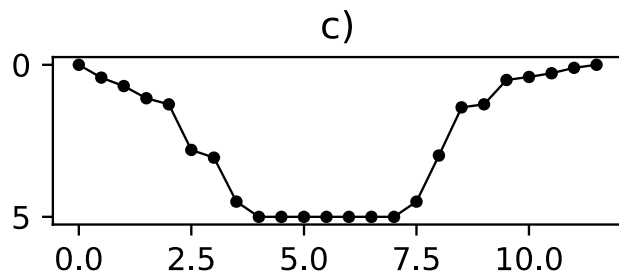
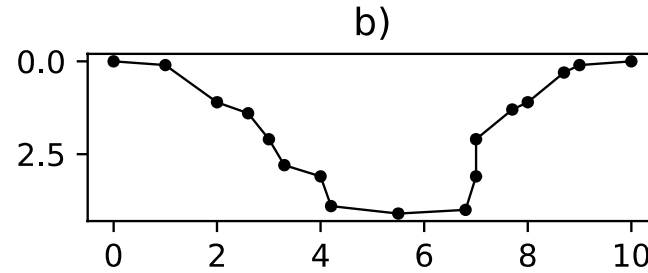
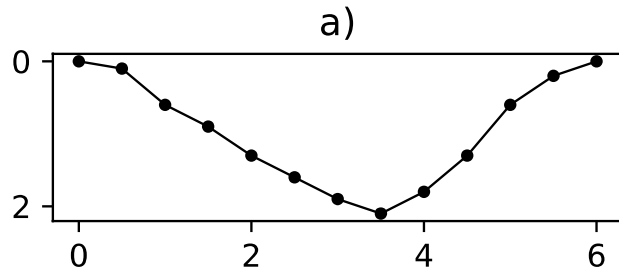
reporte +

Ready 140%

Resultados:

- Vistas: frontal, perfil, planta
- Reporte en CSV (Excel)
- Plano en DXF

Pruebas, limitantes y ventajas

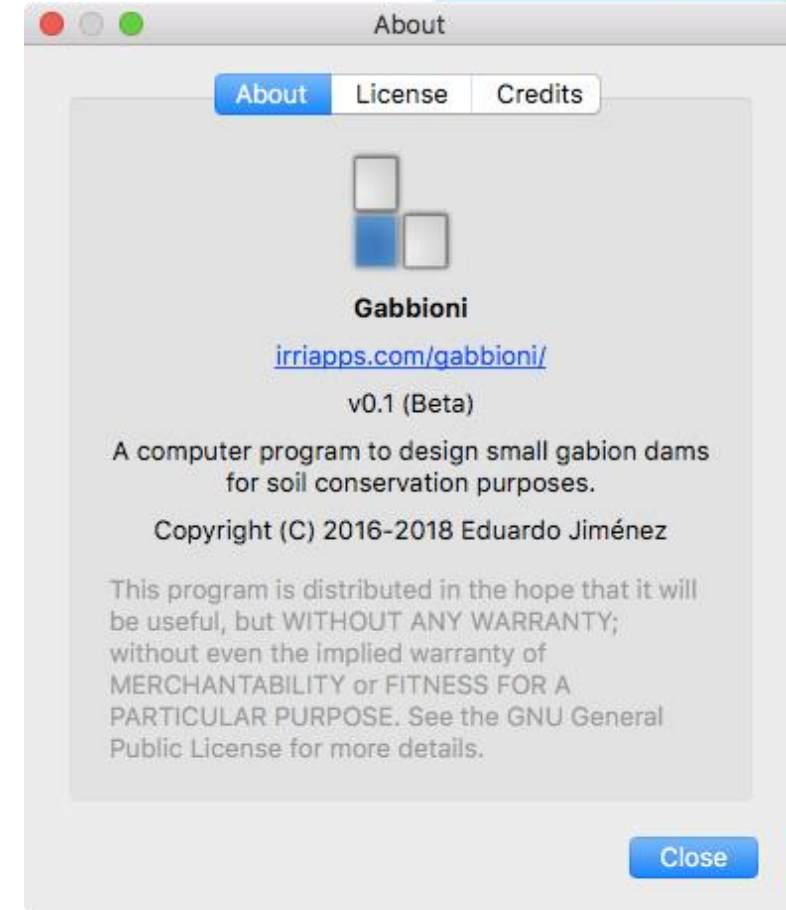


- Robustez en manejo de secciones de cauce especiales (forma de “U”, “V”, “W”).
- La metodología considera algunos supuestos que simplifican el diseño pero omite algunos criterios.
- Grimaldi *et al.*, (2015) consideran un análisis de estabilidad para condiciones de presa llena y presa vacía.
- Camargo Hernández & Franco, (2001), consideran más fuerzas actuantes sobre el cuerpo de la presa y condiciones hidráulicas adicionales.



Conclusiones

- Se desarrolló una herramienta computacional para el diseño de presas de gaviones “*Gabbioni*” bajo un modelo de código abierto.
- Multiplataforma, capaz de ejecutarse: Windows, macOS y Linux.
- El programa puede ser actualizado para adaptarlo a los cambios tecnológicos futuros, de manera que no se vuelva obsoleto.
- Su diseño modular y abierto permite su modificación para adaptarlo a necesidades específicas (agregar métodos de análisis de estabilidad).
- Reduce tanto el tiempo de diseño de una estructura, así como la ocurrencia de errores causados por descuidos.
- Es necesario realizar pruebas y comparaciones exhaustivas para evaluar la robustez y confiabilidad del programa, con la finalidad de introducir su uso en ambientes de producción.



GRACIAS



SITEA

SOLUCIONES EN INGENIERÍA
Y TECNOLOGÍAS DEL AGUA S.A. DE C.V.

www.sitea.mx



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



AURPAES, S.C.
Asociación Nacional de Ingenieros de Riego y Drenaje
Productores Agrícolas del Estado de Sinaloa S.C.

Contacto

M.I. Eduardo Jiménez Hernández

Soluciones en Ingeniería y Tecnologías
del Agua S.A. de C.V

eduardo.jimenez@sitea.mx

