



Energías Alternativas para un Desarrollo Sustentable

# “Bombeo de Agua sin Costos”



Expositor: Alberto Hidalgo

CANDIDATO INGENIERO CIVIL MECÁNICO MENCIÓN ENERGÍA

# INTRODUCCION

Las EB son 3 equipos de bombeo de agua que utilizan energía hidráulica para funcionar de manera automática y constante sin consumir combustibles o electricidad, son de bajo costo en comparación con moto-bombas Diesel o Eléctricas, son de fácil instalación (realizable por su propio dueño) y de mínima mantención (con un costo anual menor al 5% del costo del equipo).

# Dos problemas

- Disponibilidad
- Costo de inversión

## ANTECEDENTES

### Costos de elevación de agua por sistema

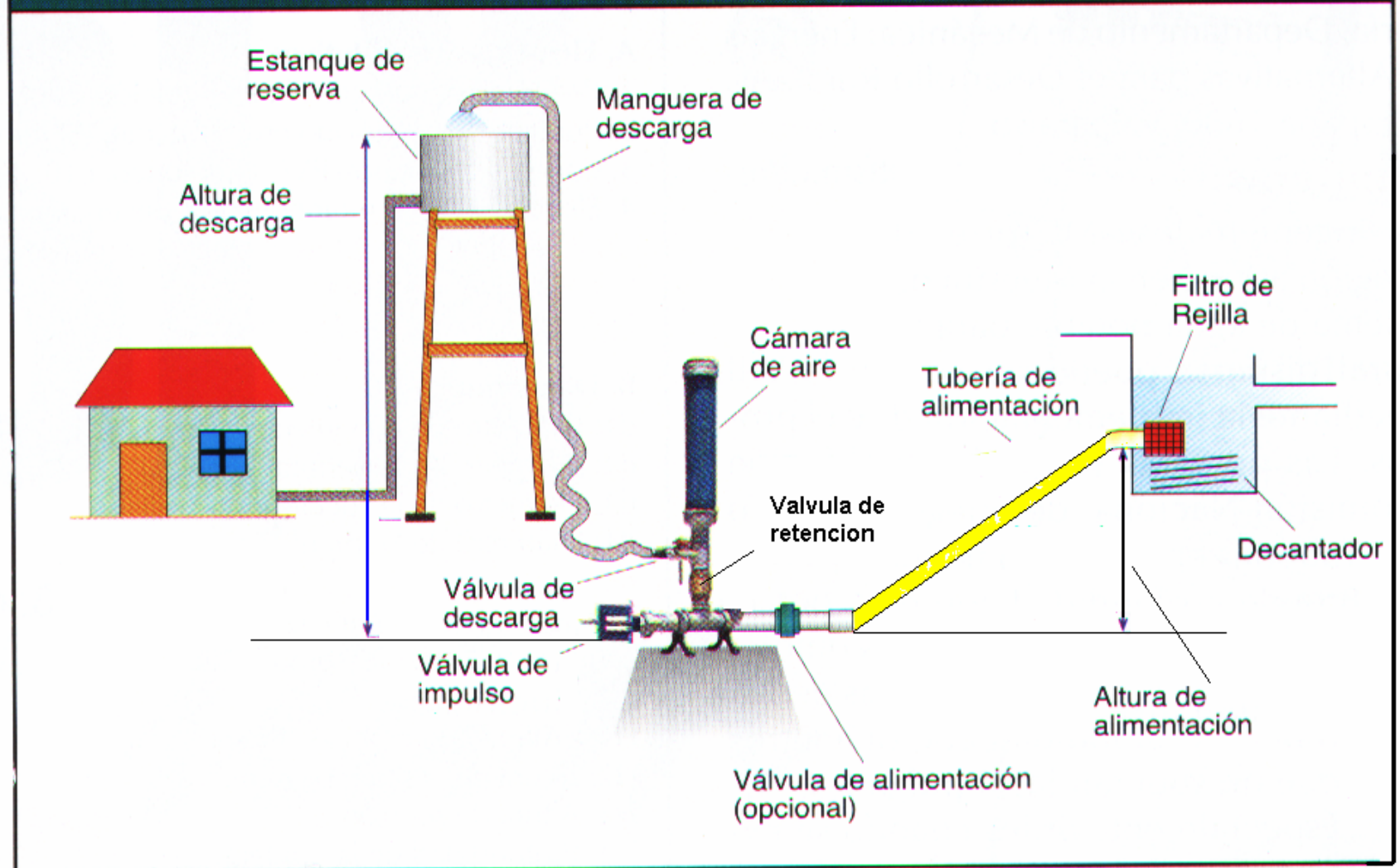
El costo, en condiciones estándar, de elevar 1.000 lt (1 m<sup>3</sup>) de agua a 80 m de altura con los diferentes sistemas:

- Con **combustible fósil** : 46 pesos Chilenos sin contar el costo del traslado del combustible .
  
- Con **energía eléctrica**: 19 pesos Chilenos sin contar el costo de la extensión de línea eléctrica.

## ANTECEDENTES

- Con **energía solar** son más de 150 pesos Chilenos (29 centavos de dólar).
- Con **energía hidráulica** 12 pesos Chilenos considerando 10 años de vida útil (pueden ser muchos más según se realizan las mantenciones adecuadas).

## BOMBEO POR ARIETE



# **Criterios para la selección de un sistema de bombeo hidráulico.**

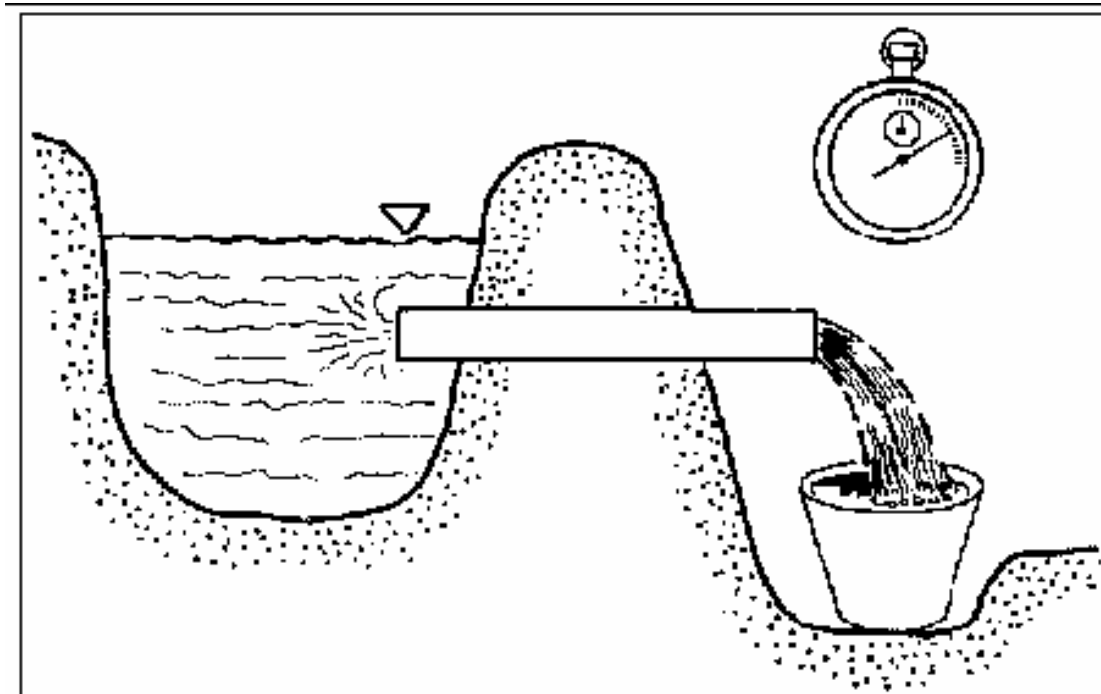
## DIMENSIONAMIENTO SISTEMA DE BOMBEO

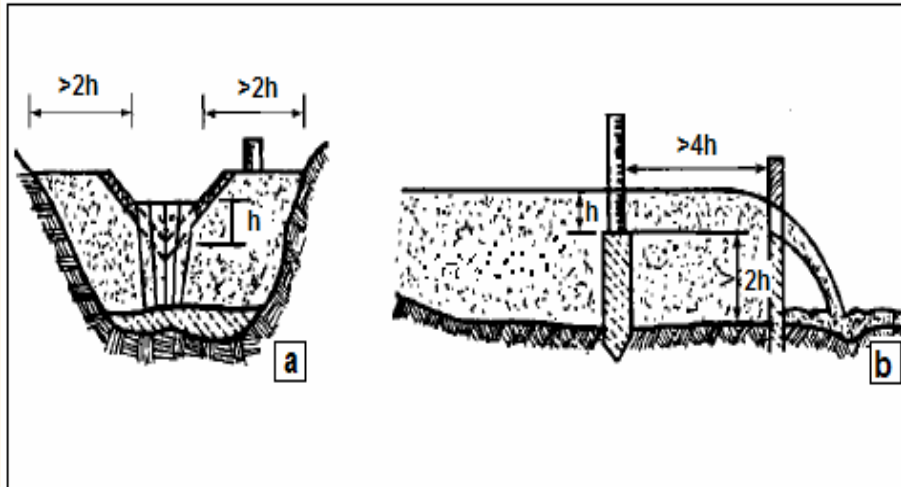
- Caudal de agua disponible del estero.
- Altura de caída vertical máxima o salto hidráulico.
- Altura de bombeo.
- Distancia de bombeo
- Demanda de agua para el riego y/o consumo.



## DESCRIPCIÓN DEL RECURSO HIDRÁULICO.

Caudal de agua disponible del estero, río o vertiente a utilizar.

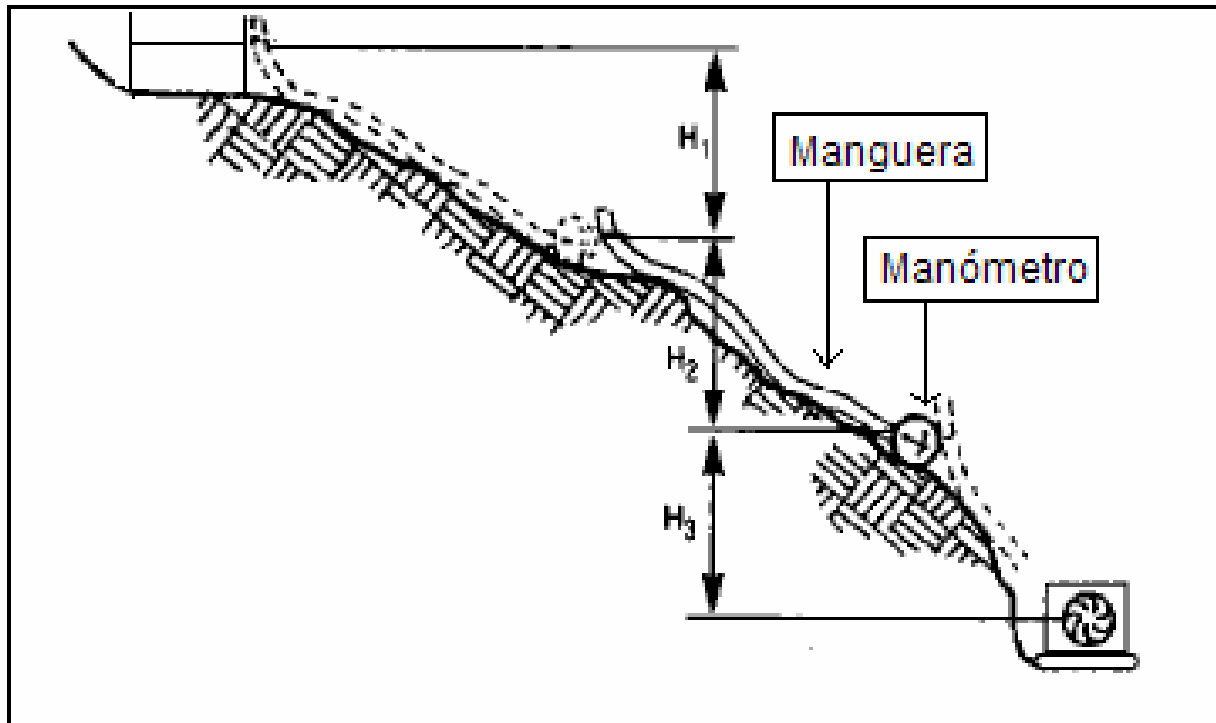




De acuerdo con la altura  $h$  medida se puede estimar el caudal de acuerdo con la siguiente tabla.

Altura (h) centímetros	Caudal litros/segundo
5	0,8
6	1,2
7	1,8
8	2,5
9	3,4
10	4,4
11	5,6
12	6,9
13	8,5
14	10,2
15	12,2
16	14,3
17	16,7
18	19,2
20	25
22	31,8
25	43,8
30	69
35	100
40	140
45	187
50	244

# Estimación de la altura de caída máxima o salto hidráulico



## Determinación de la potencia hidráulica disponible.

→ 
$$P_h = h \cdot Q \cdot \eta \cdot 10$$

Equipo de bombeo	Rendimiento (%)
Bomba de ariete	20 - 25
Río-bomba	30
Turbo-bomba	50

## Estimación del volumen diario de bombeo.

$$\rightarrow V_h = 34560 \cdot \frac{Q \cdot h}{H}$$

$V_h$  = Cantidad diaria de agua elevada por el equipo de bombeo (l/día).

$Q$  = Caudal del recurso hidráulico (l/s).

$h$  = Salto hidráulico (m).

$H$  = Altura de bombeo (m).

# EQUIPOS ECO-BOMBAS

- RIO-BOMBA
- TURBO-BOMBA
- BOMBA DE ARIETE

# ¿ CONSULTAS ?

## Energías Alternativas para un Desarrollo Sustentable

Visítenos en:

<http://www.gea.usm.cl>





Energías Alternativas para un Desarrollo Sustentable

# FIN



# RÍO BOMBA





Rio-bomba Proyecto Polcura, Navidad, VI region






# Condiciones ideales de operación

Salto hidráulico (metros)	Caudal de accionamiento (litros/ segundo)
De 1 a 2,5	2 a 60



Salto hidráulico [m]	Altura de bombeo [m]	Caudal de accionamiento Río-Bomba [Its/seg]	1	5	10	30	45
		Rendimiento Río-bomba [litros/día]					
1	10		4320	21600	43200	129600	194400
<b>1</b>	<b>30</b>		<b>1400</b>	<b>7200</b>	<b>14400</b>	<b>43200</b>	<b>64800</b>
1	70		617	3085	6200	18500	27700
1	100		432	2160	4320	13000	19440
1	200		216	1080	2160	6500	9720

## COSTO RÍO-BOMBA

<b>U. MONETARIAS</b>	<b>COSTO</b>
Pesos Chilenos	<b>946.445</b>
Pesos Colombianos	<b>4.143.760</b>
Dólares	<b>1.825</b>

**Costo+IVA+gastos de envío**

[Vover](#)

# TURBO-BOMBA



1   2



# Condiciones ideales de operación

Salto hidráulico (metros)	Caudal de accionamiento (litros/ segundo)
De 8 a 30	5 a 30

**Salto  
hidráulico  
[m]**

**8**

**Caudal de  
Accionamiento  
mínimo  
[litros/ minuto]**

**300**

**Altura de bombeo  
[m]**

**40**

**Rendimiento del equipo  
[litros/día]**

**70.000**

## **COSTO TURBO BOMBA**

<b>U. MONETARIAS</b>	<b>COSTO</b>
Pesos Chilenos	<b>1.292.262</b>
Pesos Colombianos	<b>5.657.829</b>
Dólares	<b>2.492</b>

**Costo+IVA+gastos de envío**

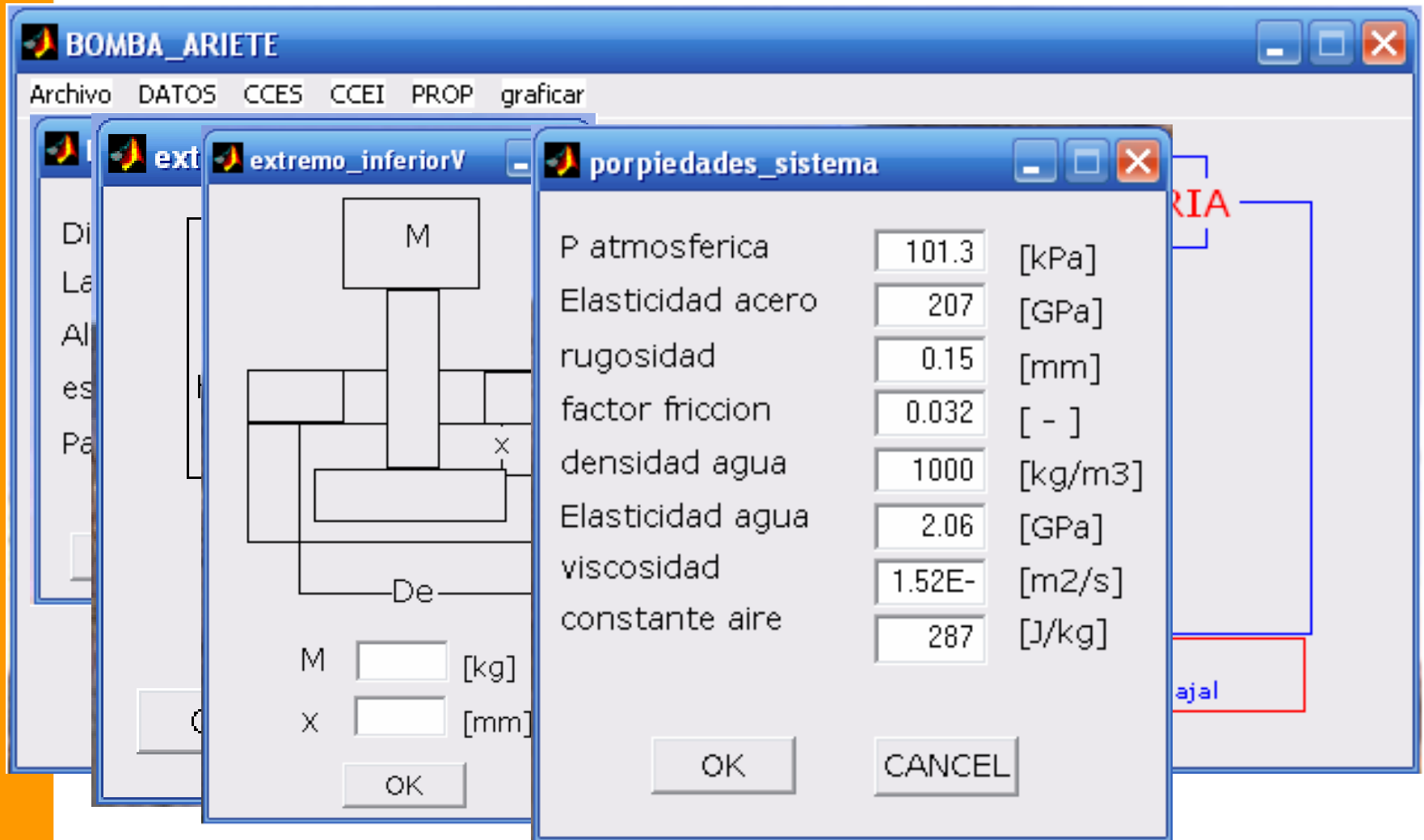
[Vover](#)

# BOMBA DE ARIETE



1   2   3

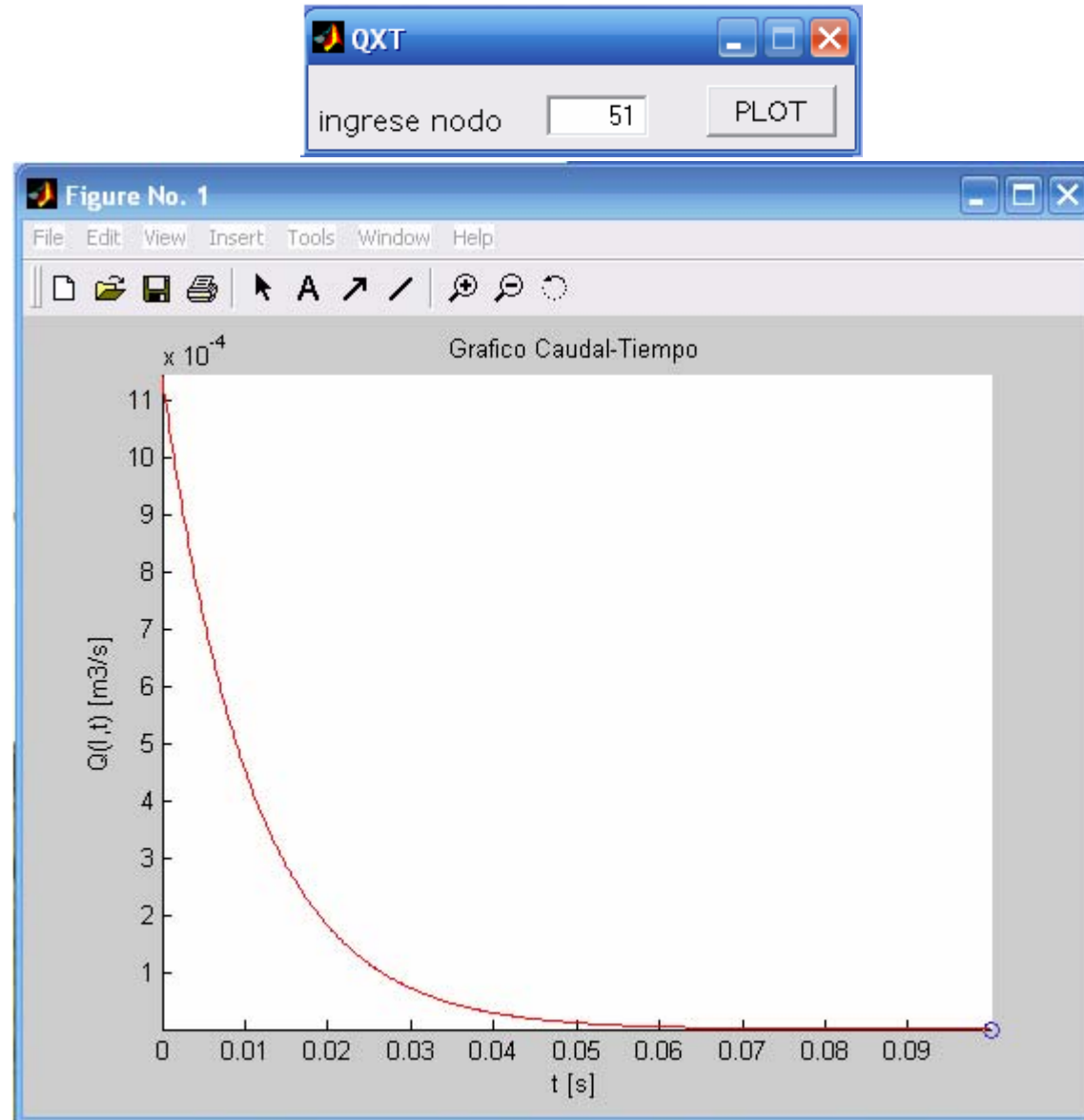
# MODELO MATEMATICO



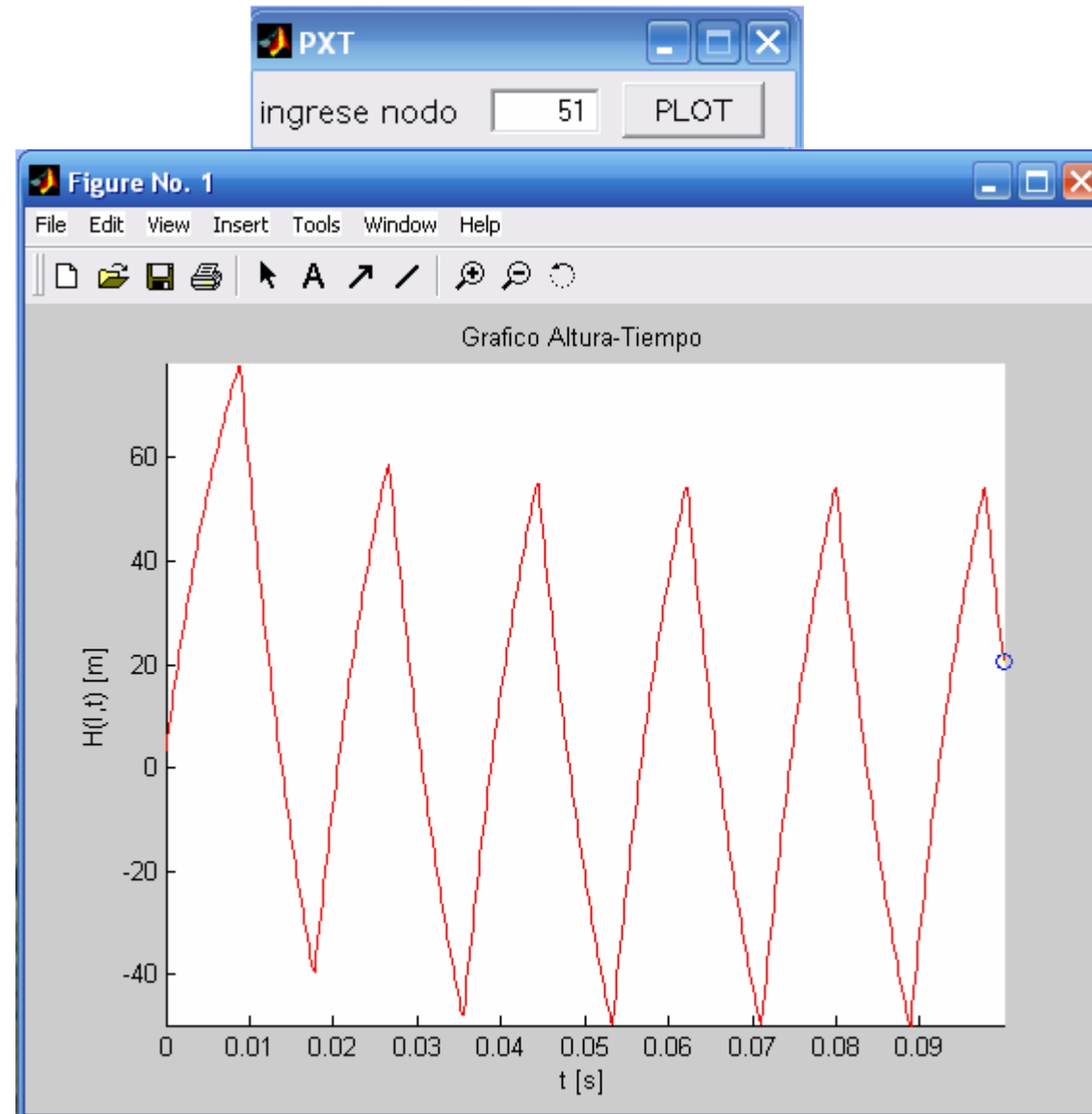
The screenshot displays the 'BOMBA\_ARIETE' software interface. The main window shows a schematic diagram of a siphon pump mechanism with a vertical column labeled 'M' and a horizontal section labeled 'De'. Below the diagram are input fields for 'M' [kg] and 'x' [mm], and an 'OK' button. A 'propiedades\_sistema' dialog box is open in the foreground, listing various physical properties with their values and units. The dialog box has 'OK' and 'CANCEL' buttons at the bottom.

Property	Value	Unit
P atmosferica	101.3	[kPa]
Elasticidad acero	207	[GPa]
rugosidad	0.15	[mm]
factor friccion	0.032	[ - ]
densidad agua	1000	[kg/m <sup>3</sup> ]
Elasticidad agua	2.06	[GPa]
viscosidad	1.52E-	[m <sup>2</sup> /s]
constante aire	287	[J/kg]

# MODELO MATEMATICO



# MODELO MATEMATICO



Salto hidraulico (metros)	Altura de Bombeo (metros)	Rendimientos bomba (litros/dia) <b>Ariete de 1 1/2"</b>	Rendimientos bomba (litros/dia) <b>Ariete de 3"</b>
6	15	12000	28000
6	30	6000	16500
6	60	2839	7200
3	15	6056	14500
3	30	2839	4000
3	45	1741	2300





## **COSTOS ARIETE 1.5''**

<b>U. MONETARIAS</b>	<b>COSTO</b>
Pesos Chilenos	<b>145.000</b>
Pesos Colombianos	<b>634.844</b>
Dólares	<b>280</b>

**Costo+IVA+gastos de envío**

## **COSTOS ARIETE 3''**

<b>U. MONETARIAS</b>	<b>COSTO</b>
Pesos Chilenos	<b>280.000</b>
Pesos Colombianos	<b>1.225.906</b>
Dólares	<b>540</b>

**Costo+ IVA+gastos de envío**

[Vover](#)