



# Diseño de biodigestores tubulares

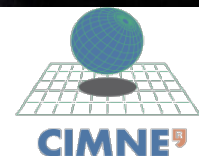
**Jaime Martí Herrero, PhD**

Profesor titular Universidad Regional Amazónica Ikiam

Associate Research Professor CIMNE

[tallerbiogas@hotmail.com](mailto:tallerbiogas@hotmail.com)

**IKIAM**   
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA



**CTCN**  
CLIMATE TECHNOLOGY  
CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO



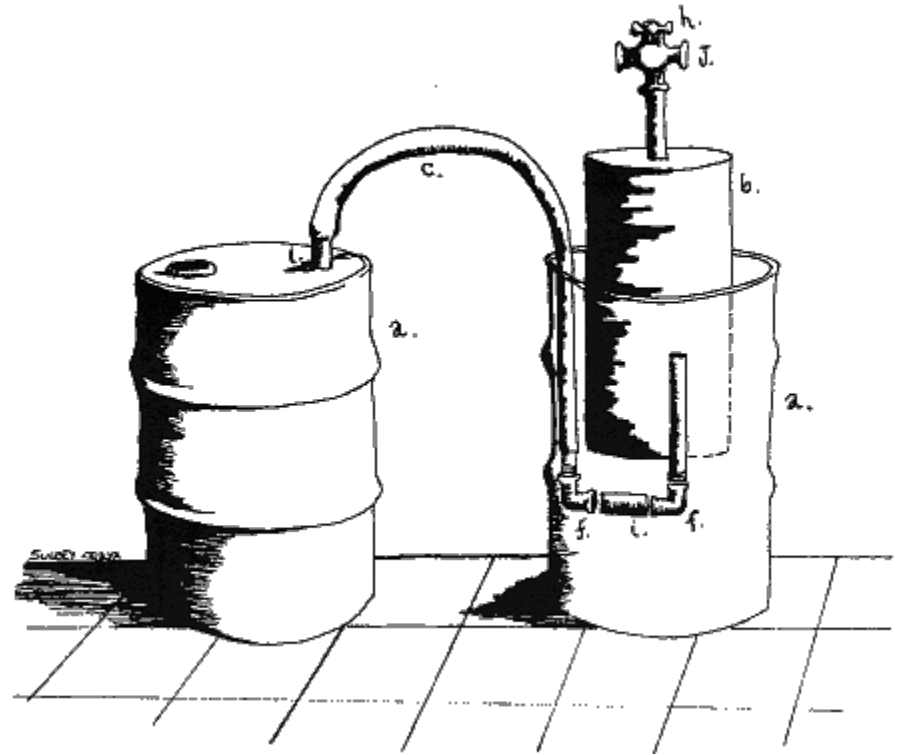
EL  
GOBIERNO  
DE TODOS

## Diseño de un biodigestor: objetivo

Criterios de necesidad de biogás

Criterios de necesidad de biol

Criterios de necesidad medioambiental



## Conceptos para diseño

**El tipo de sustrato y la cantidad disponible por día.**

- Vaca
- Chanco
- Humano
- Industrial
- Etc.

- ¿3 vacas? O 300?
- ¿un colegio de 100 o de 500 niños?
- ¿un matadero que faena 20 vacas por día o a la semana?

**La temperatura ambiente del lugar → Tiempo de retención (TR).**

**El tiempo de retención, y la cantidad de estiércol: volumen necesario para el biodigestor**

- Trópico
- Valle
- Altiplano
- Específico → ensayo “cero”

**¿Saneamiento?, ¿Biól? ¿Biogás?**



## Conceptos para diseño

**Carga diaria C**

**Estiércol diario**

**Estiércol disponible**

**Tiempo de retención TR**

**Producción de biogás**



# Carga diaria C

Lo que entra al BDG cada día

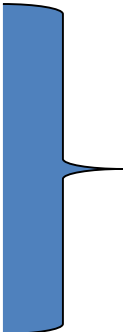
Sustrato + agua

1:3 estiércol vaca: agua (1kg + 3 l agua)

1:4 estiércol cerdo: agua (1kg + 4 l agua)

Kg sustrato + litros de agua

Litros de sustrato + agua



C= 5 litros

Vaca → 1,25 kg estiércol + 3,75 agua

Cerdo → 1 kg estiércol + 4 agua



## Estiércol diario

Ganado	Kg de estiércol fresco producido por cada 100 kg de peso del animal
Cerdo	4
Bovino	8
Caprino	4
Conejos	3
Equino	7
Humano adulto	0,4 kg por adulto
Humano niño	0,2 kg por niño

Se calcula el estiércol disponible cada día....



## Estiércol diario

Ganado	Numero	Peso kg/ animal	Peso vivo tot. kg	Estiércol/ 100 kg/día	Estiércol kg/día
vacas	3	300	900	8	72
Madre	1	100	100	4	4
Lechón	9	2	18	4	0,72
Cría	8	15	120	4	4,8
Venta	6	50	300	4	12
TOTAL					93,52

3 vacas: 72 kg  
24 cerdos: 21,52 kg

Pero... ¿vacas tabuladas todo el día?



## Estiércol disponible

Depende del manejo del ganado

Ganado tabulado todo el día: 100% estiércol

Ganado tabulado a la noche: 25% estiércol

Siempre se puede medir la disponibilidad de estiércol...



## Tiempo de retención

**Tabla 4.1: Tiempo de retención según temperatura**

Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
Trópico	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

El tiempo de digestión dependiente de la temperatura de trabajo (ambiente)

Fertilizante y biogás

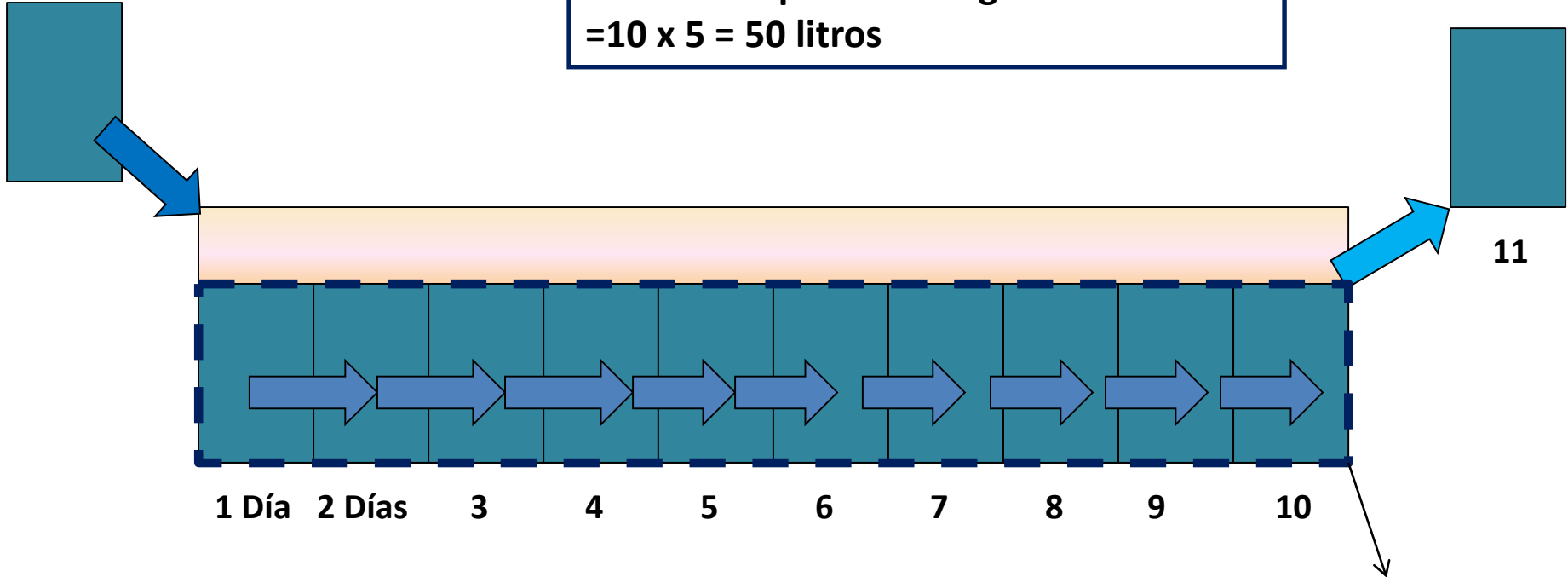
Región	TR (días)
Tropico	35
Valle	45
Altiplano	75

# Tiempo de Retención TR

C= 5 litros

10 días de TR

Volumen líquido del bdg = TR x C=  
=10 x 5 = 50 litros



Volumen líquido del bdg



## Producción de biogás

Ganado	Número mágico (litros de biogás producidos por día por kilo de estiércol fresco cargado diariamente)
Cerdo	51
Bovino	35.3

**Cada kg de estiércol de vaca producirá en digestión anaerobia 35,3 litros de biogás**



## Objetivo: Biogás

Criterios de necesidad de biogás



Horas de cocina y/o iluminación y/o motor

¿Cuanto estiércol para cuanto biogás?

¿ Que temperatura ? → tiempo de retención



## Objetivo: Biogás

	Consumo (l/h)	Horas	Biogás (l/día)
Cocina	<b>250</b>	4	1000
Lámpara	<b>140</b>	3	560
Motor (350Wh)	<b>300</b>	0	0
TOTAL			1560 l/día

sustrato	Biogás l/kg	Biogás requerido (l)	Estiércol necesario (kg)
cerdo	<b>51</b>	1560	30,6
vaca	<b>35,3</b>	1560	44,20



<b>sustrato</b>	<b>Biogás l/kg</b>	<b>Biogás requerido (l)</b>	<b>Estiércol necesario (kg)</b>
cerdo	<b>51</b>	1560	30,6
vaca	<b>35,3</b>	1560	44,20

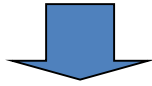
**¿Cuántos animales son necesarios?**

<b>Animal</b>	<b>Estiércol necesario</b>	<b>Estiércol/ 100 kg/día</b>	<b>Peso vivo necesario</b>
Cerdo	30,6	4	764,7
vaca	44,2	8	552,4



## Objetivo: Biol

Criterios de necesidad de biol



Cantidad de fertilizante por día/semana

fertilizante requerido = =Carga diaria  
C

Mayores  
tiempos de  
retención

estabilización

Post-tratamiento

Caracterización (DQO, DBO, NPK, patógenos)



## Objetivo: Límites

**Criterios de necesidad  
medioambiental**



**Estiércol a tratar diario → Volumen total**

**Estiércol a tratar diario → Volumen total**



**Limite de materia prima**

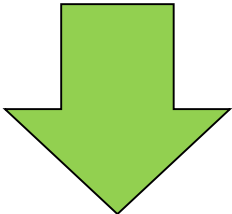


# Diseño de un biodigestor: Proceso

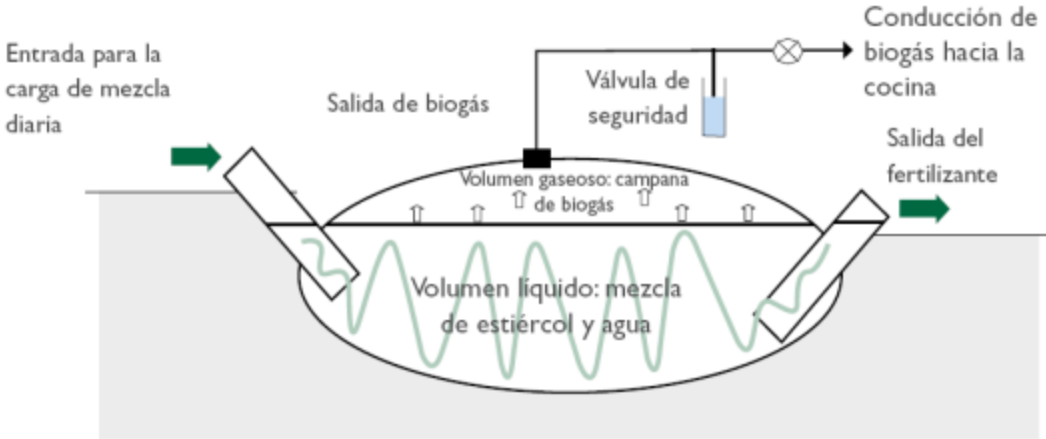
a)Carga diaria C

b)Tiempo retención TR

Determinar  
Volumen Líquido



Volumen de la zanja





**Volumen Total =**

**=Volumen liquido + volumen gaseoso**

**1 parte de gas (20%)**

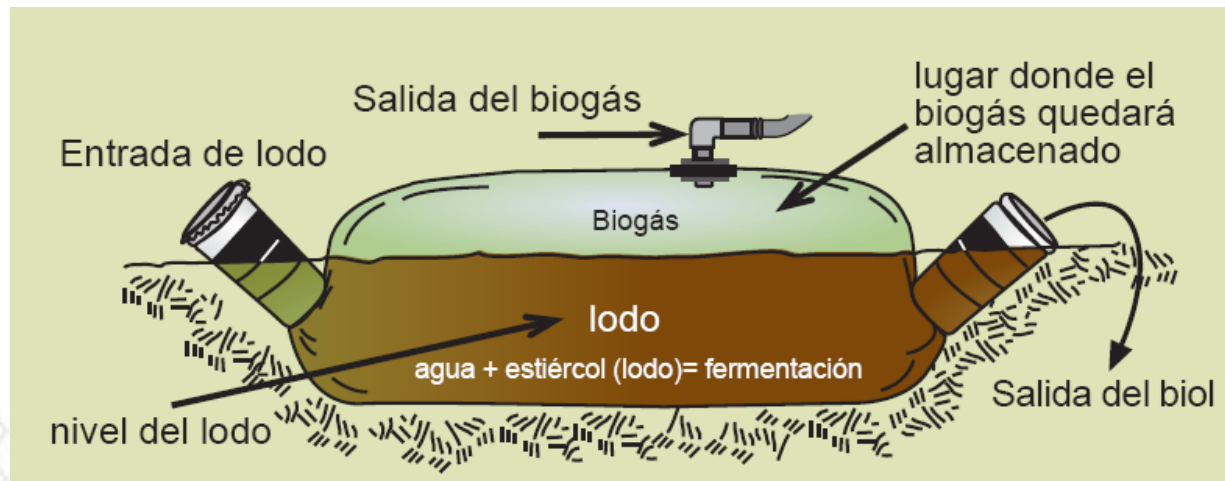
**4 partes de liquido (80%)**

$$V_g = V_l / 4$$

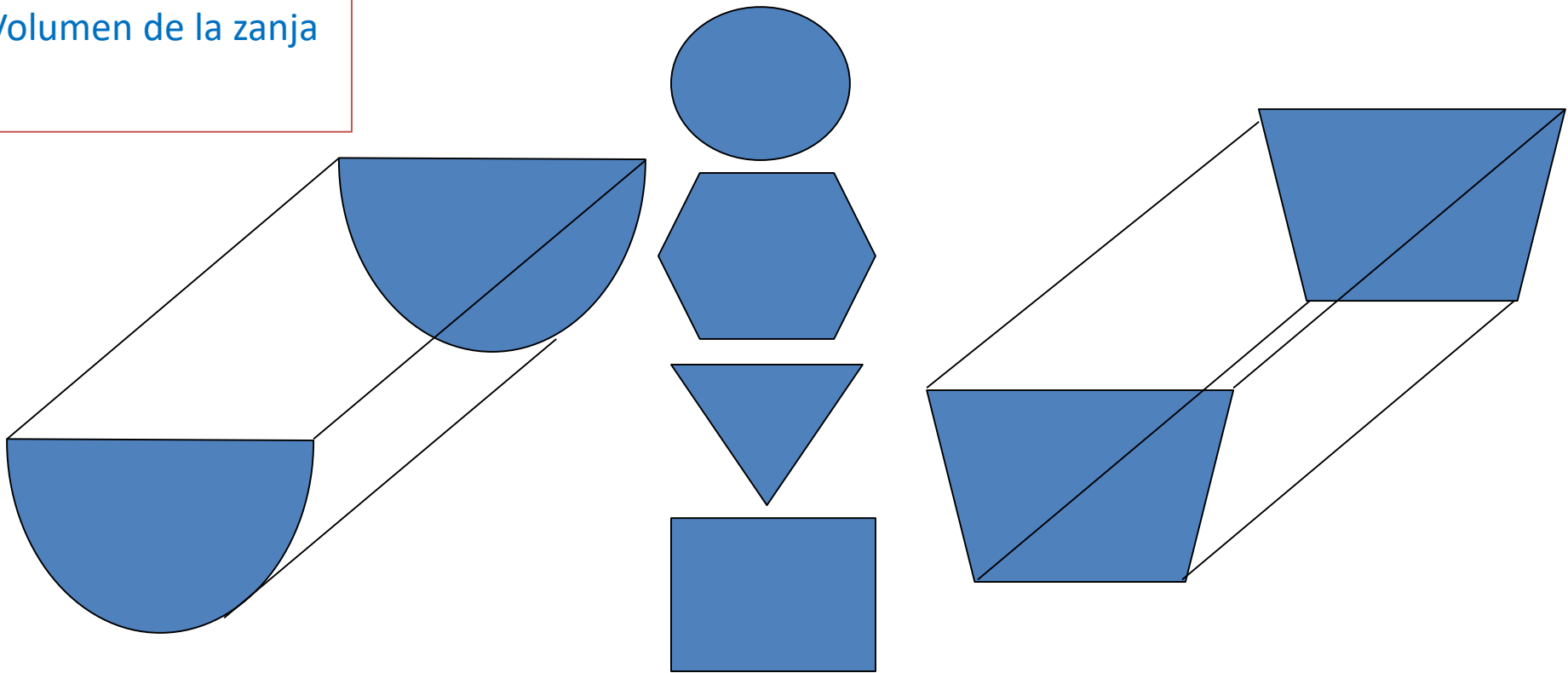
$$V_t = (V_g) \cdot 5 = (5/4) \cdot V_l$$



**Hay que darle forma a ese volumen**



Volumen de la zanja

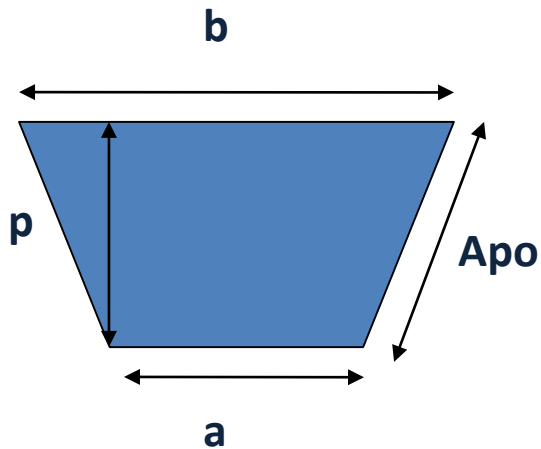


	Circle	Octagon	Hexagon	Square	Triangle
Perimeter	1	1	1	1	1
Ref. (r, side)	0,159	0,125	0,167	0,250	0,333
Cross section	0,080	0,075	0,072	0,063	0,048

Table 2: Cross section for different polygonal shapes with same perimeter

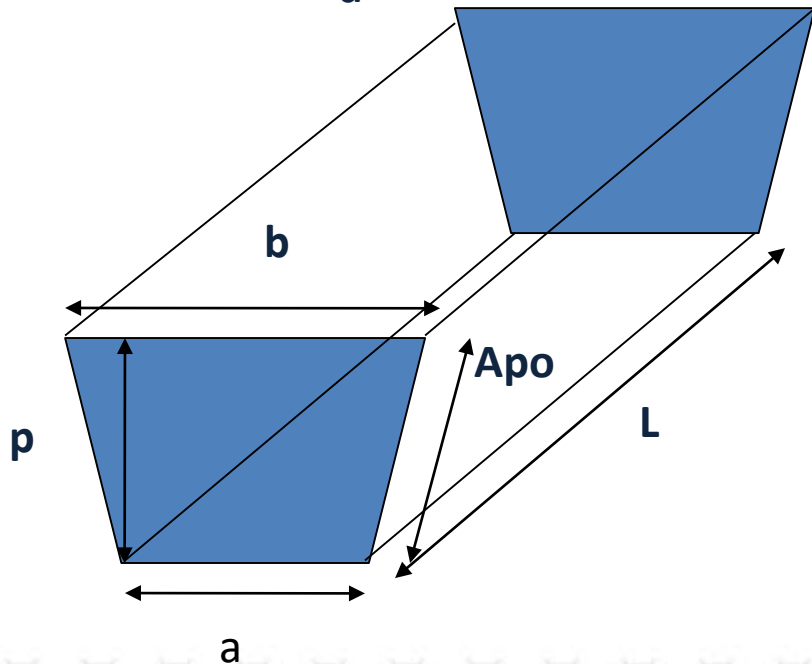


**Volumen de la zanja**



$$\text{Secc.Efi} = p \times (b+a)/2$$

$$\text{Apo} = \text{RAIZ} [ ((b-a)/2)^2 + p^2 ]$$



$$\text{volumen} = \text{Secc.Efi} \times L$$





ELSEVIER

Available at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
<http://www.elsevier.com/locate/biombioe>


# Volumen de la zanja

Short communication

## Reduced hydraulic retention times in low-cost tubular digesters: Two issues

J. Martí-Herrero\*

**Table 1 – Analysis of the dimensions of the trenches from different authors and circumferences.**

Author	C (m)	r (m)	a (m)	b (m)	p (m)	$L_{bell}$ (m)	$L_{bell}/b$	$CS_{trench}$ (m <sup>2</sup> )	$CS_{tub}$ (m <sup>2</sup> )	%V <sub>liq</sub>	$CS_{trench}/CS_{tubular\_liq}$
Martí-Herrero, 2008 [5]	2.5	0.40	0.4	0.6	0.7	0.69	1.14	0.35	0.50	75	0.94
Rodriguez et al., 1999 [10]	2.5	0.40	0.7	0.9	0.9	0.002	0.00	0.72	0.50	80	1.79
Sarwatt et al., 1995 [8]	2.5	0.40	0.5	0.65	0.8	0.41	0.63	0.46	0.50	80	1.14
Martí-Herrero, 2008 [5]	3	0.48	0.5	0.7	0.8	0.89	1.27	0.48	0.72	75	0.89
Aguilar, 2001 [13]	3	0.48	0.65	0.85	0.85	0.64	0.75	0.64	0.72	75	1.19
Martí-Herrero, 2008 [5]	3.5	0.56	0.6	0.8	0.9	1.09	1.36	0.63	0.97	75	0.86
Bui Xuan An et al., 1997 [11]	3.9	0.63	0.8	1.2	1	1.09	0.91	1	1.23	80	1.02
Poggio, 2009 [12]	4	0.64	1	1.6	1	0.90	0.56	1.3	1.27	80	1.28
Martí-Herrero, 2008 [5]	4	0.64	0.7	0.9	1	1.29	1.43	0.8	1.27	75	0.84
Botero et al., 1987 [2]	4	0.64	0.64	0.7	0.7	1.96	2.80	0.469	1.27	75	0.49

>1 → mayor perímetro que el plástico

<1 → pérdida de volumen teórico



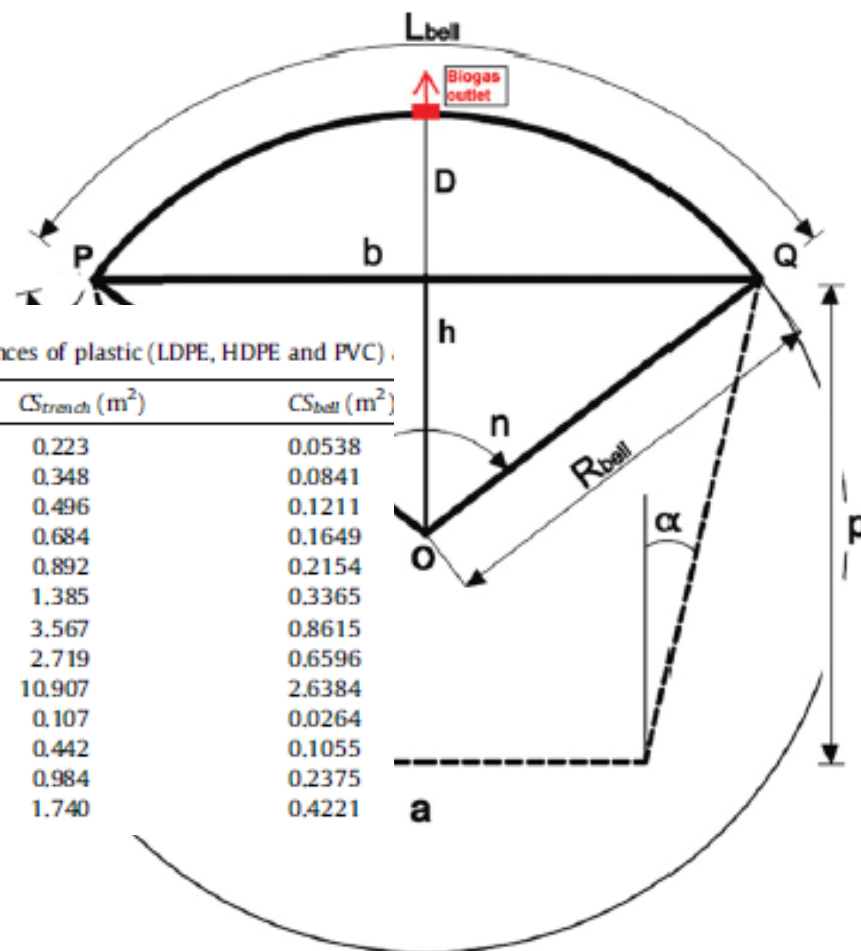


# Design methodology for low cost tubular digesters

J. Martí-Herrero\*, J. Cipriano

**Table 5**  
Optimum dimensions for trenches for typical tubular low cost digesters for different circumferences of plastic (LDPE, HDPE and PVC).

C (m)	r (m)	a (m)	b (m)	p (m)	$CS_{trench}$ (m <sup>2</sup> )	$CS_{bell}$ (m <sup>2</sup> )
2	0.32	0.39	0.52	0.49	0.223	0.0538
2.5	0.40	0.49	0.65	0.61	0.348	0.0841
3	0.48	0.58	0.78	0.73	0.496	0.1211
3.5	0.56	0.68	0.91	0.86	0.684	0.1649
4	0.64	0.78	1.04	0.98	0.892	0.2154
5	0.80	0.97	1.3	1.22	1.385	0.3365
8	1.27	1.56	2.08	1.96	3.567	0.8615
7	1.11	1.36	1.82	1.71	2.719	0.6596
14	2.23	2.73	3.63	3.43	10.907	2.6384
1.4	0.22	0.27	0.36	0.34	0.107	0.0264
2.8	0.45	0.55	0.73	0.69	0.442	0.1055
4.2	0.67	0.82	1.09	1.03	0.984	0.2375
5.6	0.89	1.09	1.45	1.37	1.740	0.4221



**Fig. 1.** Geometrical parameters for the tubular low cost digester installed in a trench.

Volumen de la zanja

¿Que valores dar para 'a', 'b', y 'p'?

C=Circunferencia= 2xAR

80% VI  
20% Vgas

Fbell=1,2  
Alfa=7,5°



Table 5  
Optimum dimensions for trenches for typical tubular low cost digesters for different circumferences of plastic (LDPE, HDPE and PVC)

C (m)	r (m)	a (m)	b (m)	p (m)	CS <sub>trench</sub> (m <sup>2</sup> )	CS <sub>bell</sub> (m <sup>2</sup> )
2	0.32	0.39	0.52	0.49	0.223	0.0538
2.5	0.40	0.49	0.65	0.61	0.348	0.0841
3	0.48	0.58	0.78	0.73	0.496	0.1211
3.5	0.56	0.68	0.91	0.86	0.684	0.1649
4	0.64	0.78	1.04	0.98	0.892	0.2154
5	0.80	0.97	1.3	1.22	1.385	0.3365
8	1.27	1.56	2.08	1.96	3.567	0.8615
7	1.11	1.36	1.82	1.71	2.719	0.6596
14	2.23	2.73	3.63	3.43	10.907	2.6384
1.4	0.22	0.27	0.36	0.34	0.107	0.0264
2.8	0.45	0.55	0.73	0.69	0.442	0.1055
4.2	0.67	0.82	1.09	1.03	0.984	0.2375
5.6	0.89	1.09	1.45	1.37	1.740	0.4221



## Medidas optimas para zanjas

AR m	Cir. m	a m	b m	p m	Secc.Efi m <sup>2</sup>
1	2	0,4	0,5	0,5	0,225
1,25	2,5	0,5	0,65	0,6	0,345
1,5	3	0,6	0,8	0,75	0,525
1,75	3,5	0,7	0,9	0,85	0,68
2	4	0,8	1,05	1	0,925

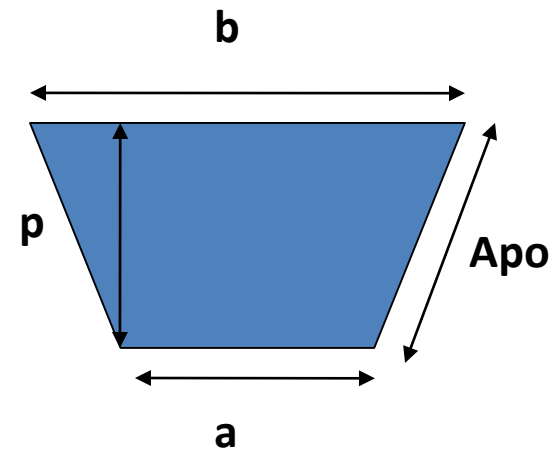
$F_{bell}=1,2$

$\text{Alfa}=7,5^\circ$

75% VI

25% Vgas

Nuevos abp → comprobar  
 $a+b+2 \cdot \text{Apo} < \text{Cir}$



$\text{volumen} = \text{Secc.Efi} \times L$

$L = \text{VI} / \text{Secc.efi}$

¿Qué L es necesario para conseguir el VI que necesito?



## Selección de medida mas adecuada

AR	Cir.	Secc.Efi zanja	D	L	L/D
m	m	m <sup>2</sup>	m	m	--
1	2	0,225	0,64	=Vl/Secc.Efi	=L/D
1,25	2,5	0,345	0,80	=Vl/Secc.Efi	=L/D
1,5	3	0,525	0,95	=Vl/Secc.Efi	=L/D
1,75	3,5	0,68	1,11	=Vl/Secc.Efi	=L/D
2	4	0,925	1,27	=Vl/Secc.Efi	=L/D

L/D “debe estar” entre 5 y 10... el obtimo es 7,5



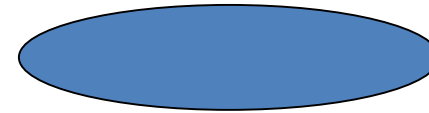
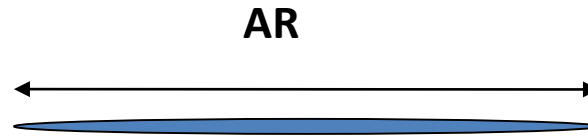
# Geometría

AR y longitud del biodigestor

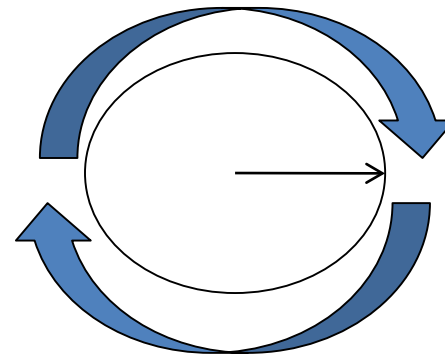
$$2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot AR$$

$$r = AR / \pi$$

$$r = \text{circunferencia} / (2 \cdot \pi)$$



AR

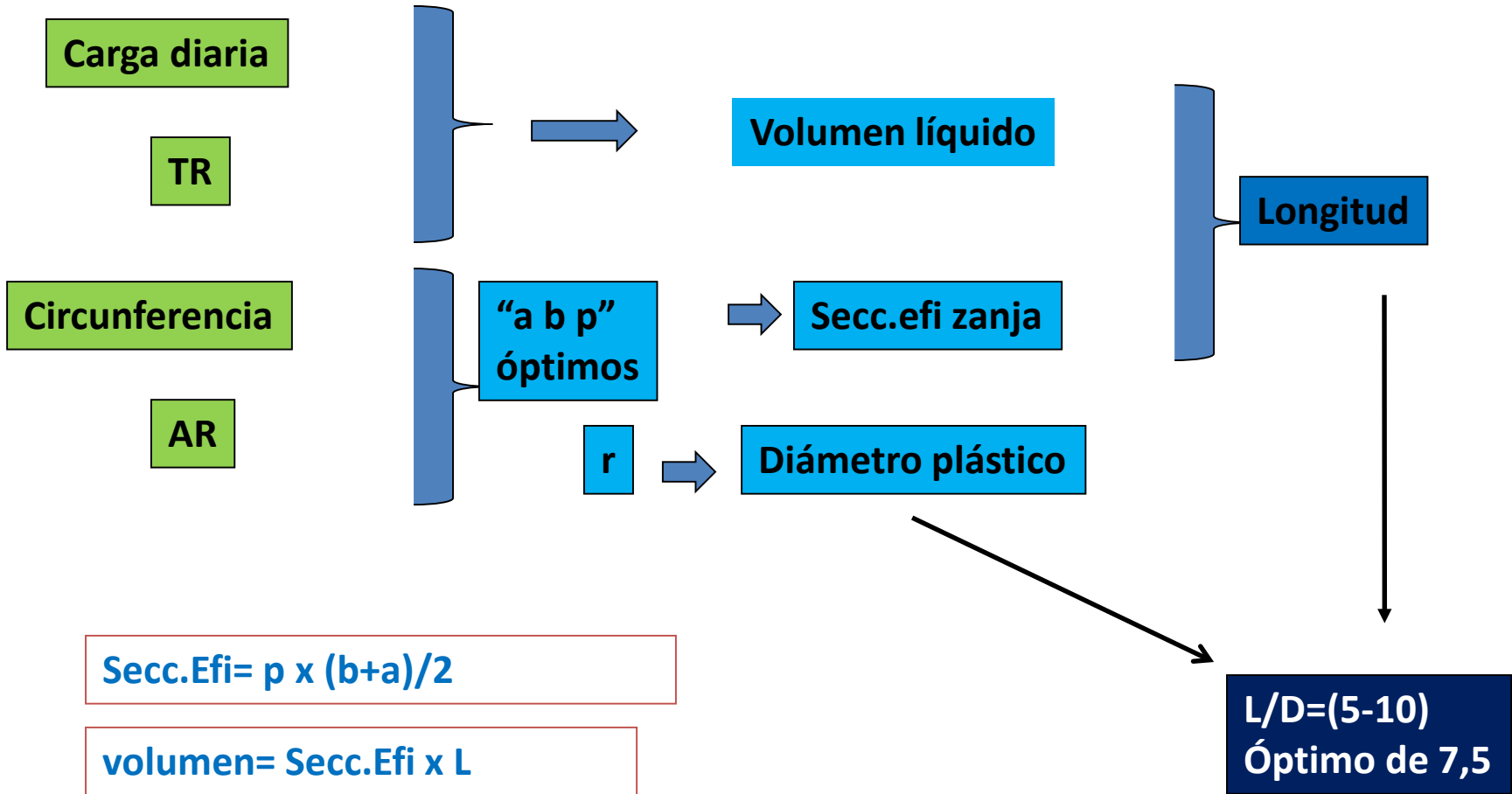


$$2 \cdot \pi \cdot r$$

AR



# Resumen de diseño



# Ejemplos de diseño

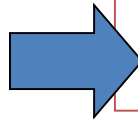


## Ejemplo de diseño (estiércol)

**Cinco vacas que se pastorean en valle alto (15°C)**

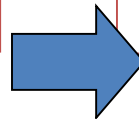
Ganado	Kg de estiércol fresco producido por cada 100 kg de peso del animal
Cerdo	4
Bovino	8

**Cada vaca pesa 325 kg**



**Producen 130 kg de estiércol (8kg/100kg peso)**

**Pero se pastorean y solo se recoge el estiércol del establo (25%)**



**Se recoge 32,5 kg de estiércol al día**



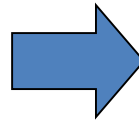
## Ejemplo de diseño (carga diaria)

**Se recoge 32,5 kg de estiércol al día**

**Mezcla con agua 1:3**

**(Por ser vacuno**

**1:4 si es cerdo)**



**Se añadirá 97,5 litros de agua**

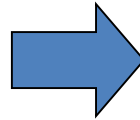
**Total carga al día de 130 litros  
(estiércol mas agua)**



## Ejemplo de diseño (producción de biogás)

Ganado	Número mágico (litros de biogás producidos por día por kilo de estiércol fresco cargado diariamente)
Cerdo	51
Bovino	35.3

Se cargan diariamente 130 litros de mezcla de los cuales 32,5 kg son estiércol de vaca



32,5 kg de estiércol de vaca producen 1147 litros de biogás



## Ejemplo de diseño (volumen biodigestor)

Región	TR (días)	Temperatura (° C)
Altiplano	75	10
Valle	45	20
Trópico	35	30

**Valle alto: 15°C**

**60 días TR**



## Ejemplo de diseño (volumen biodigestor)

Valle alto: 15°C

60 días TR

Total carga al día de 130 litros

$$V_L = \text{Carga diaria} \cdot \text{tiempo retención}$$

Volumen líquido: 7800 litros = 7.8 m<sup>3</sup>

Si se usan los abp óptimos → 80% V<sub>L</sub> y 20% V<sub>gas</sub>

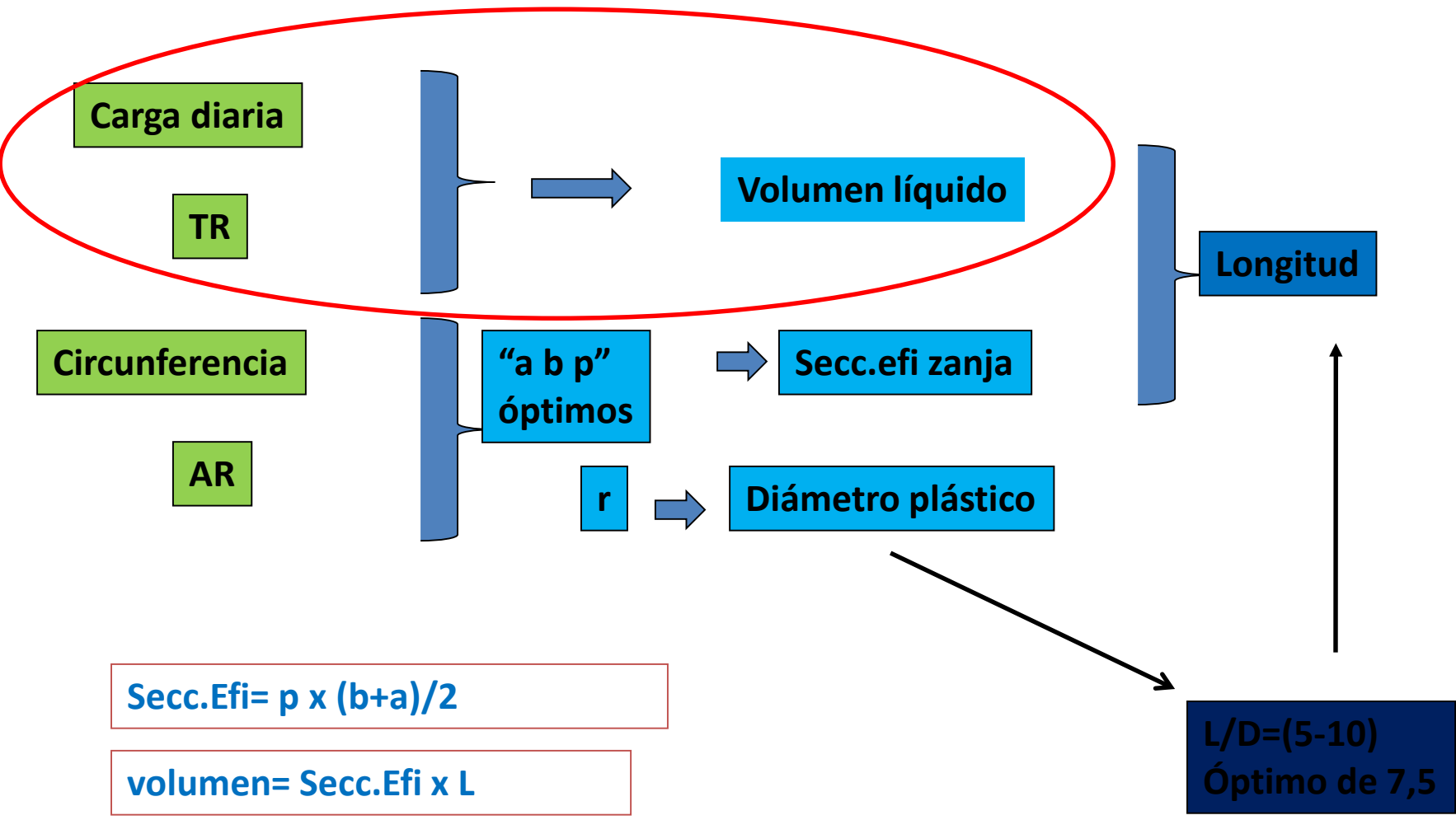
Volumen gaseoso: 1950 litros = 1.95 m<sup>3</sup>

$$V_T = V_G + V_L$$

Volumen Total: 9750 litros = 9.75 m<sup>3</sup>

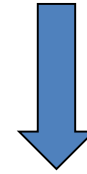


# Geometría: proceso

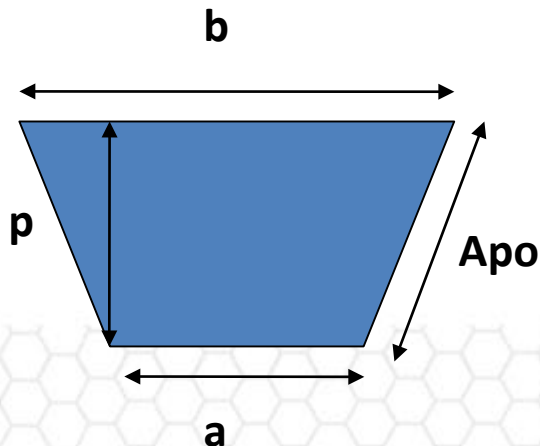


Volumen líquido: 7800 litros = 7.8 m<sup>3</sup>

$$L = V_l / \text{Secc. efi}$$



AR	Cir.	r	D	a	b	p	Secc.Efi	L	L/D
m	m	m	m	m	m	m	m <sup>2</sup>		
1	2	0,32	0,64	0,4	0,5	0,5	0,225	34,67	54,4
1,25	2,5	0,40	0,80	0,5	0,65	0,6	0,345	22,61	28,4
1,5	3	0,48	0,95	0,6	0,8	0,75	0,525	14,86	15,6
1,75	3,5	0,56	1,11	0,7	0,9	0,85	0,68	11,47	10,3
2	4	0,64	1,27	0,8	1,05	1	0,925	8,43	6,6



L/D “debe estar” entre 5 y 10...  
el obtimo es 7,5



## Ejemplo de diseño (estiércol)

Cinco vacas que se pastorean en valle alto (15°C)

Valle alto: 15°C  
60 días TR

Se recoge 32,5 kg de estiércol al día

32,5 kg de estiércol de vaca producen 1147 litros de biogás

Total carga al día de 130 litros

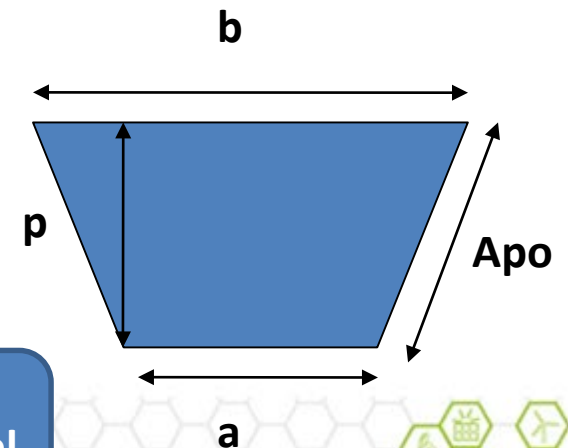
Volumen líquido: 7800 litros = 7.8 m<sup>3</sup>

Volumen Total: 9750 litros = 9.75 m<sup>3</sup>

BDG de AR2m (Cir. 4m)

Longitud 8,43m  
a=0.8m b=1.05m p =1m

Hay que dar espacio para el aislante!!!



Hay que dar espacio para el aislante!!!





Otro ejemplo rápido

**Familia con una yunta de bueyes en el altiplano**

**Cocina 2.5 horas al día con leña**

**¿Qué biodigestor proponer?**





Otro ejemplo rápido

$$L = VI / \text{Secc. efi}$$

cocina: consumo de 250 litros biogás por hora

Para 3 horas se necesita 750 litros de biogás al día

21.25 kg de estiércol producen 750 litros de biogás

Carga diaria: 22 kg de estiércol mas 66 de agua =88 l

En altiplano, diseño solar, 60 días TR, implican 5280 litros de Vol. Líg.

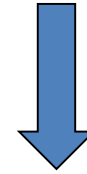
5280 litro de Vol. Líg implican 1320 litros de Vol. Gas.

Volumen total de 6600 litros → 6.6m<sup>3</sup>

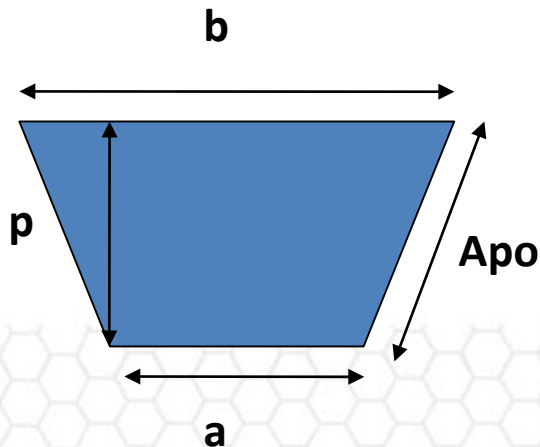


Volumen líquido: 5280 litros =5,28 m3

$$L=VI / \text{Secc.efi}$$



AR	Cir.	r	D	a	b	p	Secc.Efi	L	L/D
m	m	m	m	m	m	m	m2		
1	2	0,32	0,64	0,4	0,5	0,5	0,225	23,5	36,67
1,25	2,5	0,40	0,80	0,5	0,65	0,6	0,345	15,3	19,13
1,5	3	0,48	0,95	0,6	0,8	0,75	0,525	10,1	10,59
1,75	3,5	0,56	1,11	0,7	0,9	0,85	0,68	7,8	7,00
2	4	0,64	1,27	0,8	1,05	1	0,925	5,7	4,49



L/D “debe estar” entre 5 y 10...  
el obtimo es 7,5





Otro ejemplo rápido

**Finca con 5 madres y venta a 50 kg en clima cálido**

<b>Ganado</b>	<b>Numero</b>	<b>Peso kg/ animal</b>	<b>Peso vivo tot. kg</b>	<b>Estiércol/ 100 kg/día</b>	<b>Estiércol kg/día</b>
<b>Madre</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
<b>Lechón</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>3,6</b>
<b>Cría</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>600</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
<b>Venta</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>1500</b>	<b>4</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL</b>					<b>107,6</b>

**¿Qué biodigestor proponer?**





Otro ejemplo rápido

$$L = VI / \text{Secc. efi}$$

Se mide el agua consumida en lavado de corrales → 500l/día

110kg de estiércol y 500 litros agua → carga diaria de 610 litros

110 kg de estiércol de cerdo producen 5610 litros de biogás

En zona cálida, aislante, 40 días TR, implican 24400 litros de Vol. Líq.

24400 litro de Vol. Líq implican 6100 litros de Vol. Gas.

Volumen total de 30500 litros → 30,5m<sup>3</sup>

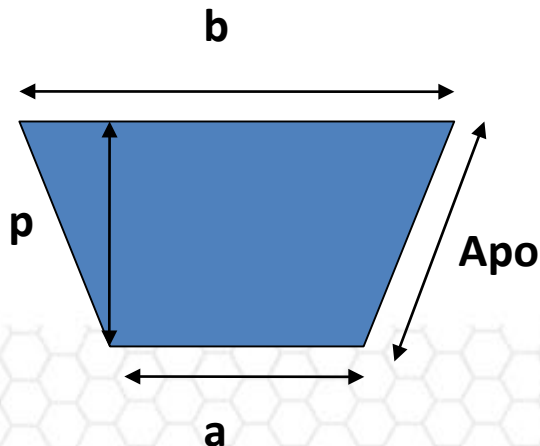


Volumen líquido: 24400 litros =24,4 m3

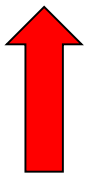
$$L = VI / \text{Secc.efi}$$



AR	Cir.	r	D	a	b	p	Secc.Efi	L	L/D
m	m	m	m	m	m	m	m2		
1	2	0,32	0,64	0,4	0,5	0,5	0,225	108,4	169,44
1,25	2,5	0,40	0,80	0,5	0,65	0,6	0,345	70,7	88,41
1,5	3	0,48	0,95	0,6	0,8	0,75	0,525	46,5	48,92
1,75	3,5	0,56	1,11	0,7	0,9	0,85	0,68	35,9	32,33
2	4	0,64	1,27	0,8	1,05	1	0,925	26,4	20,77



¿Qué hacer?



L/D “debe estar” entre 5 y 10...  
el obtimo es 7,5







Varios bdgs en serie



Dividir en dos bdgs (2x12,2m3)... o tres (3x8,1)

Volumen líquido: 12200 litros =12,2 m3

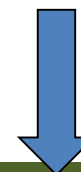
$$L=VI / \text{Secc.efi}$$



AR	Cir.	r	D	a	b	p	Secc.Efi	L	L/D
m	m	m	m	m	m	m	m2		
1	2	0,32	0,64	0,4	0,5	0,5	0,225	54,2	84,72
1,25	2,5	0,40	0,80	0,5	0,65	0,6	0,345	35,4	44,20
1,5	3	0,48	0,95	0,6	0,8	0,75	0,525	23,2	24,46
1,75	3,5	0,56	1,11	0,7	0,9	0,85	0,68	17,9	16,16
2	4	0,64	1,27	0,8	1,05	1	0,925	13,2	10,39

Volumen líquido: 8100 litros =8,1 m3

$$L=VI / \text{Secc.efi}$$



AR	Cir.	r	D	a	b	p	Secc.Efi	L	L/D
m	m	m	m	m	m	m	m2		
1	2	0,32	0,64	0,4	0,5	0,5	0,225	36,0	56,25
1,25	2,5	0,40	0,80	0,5	0,65	0,6	0,345	23,5	29,35
1,5	3	0,48	0,95	0,6	0,8	0,75	0,525	15,4	16,24
1,75	3,5	0,56	1,11	0,7	0,9	0,85	0,68	11,9	10,73
2	4	0,64	1,27	0,8	1,05	1	0,925	8,8	6,90



110 kg estiércol día + 500 litros de agua  $\Rightarrow$  610kg de carga

5610 litros de biogas día

TRH= 40 d  $\rightarrow$  24.4m<sup>3</sup> de volumen líquido

¿OLR? ¿SBP? ¿BPR?

**OLR (kg<sub>SV</sub>/m<sup>3</sup> d)**

Cerdo ST= 26%; SV(b.s.)=75%

110kg /d x 0.26=28.6kg<sub>ST</sub> /d

28.6kg<sub>ST</sub> /d 0.75= 21.45 kg<sub>SV</sub> /d

21.45 kg<sub>SV</sub>/24.4m<sup>3</sup>=

**=0.88kg<sub>SV</sub>/m<sup>3</sup> d**

**SBP (m<sup>3</sup>/kg<sub>SV</sub>)**

(5.610m<sup>3</sup>/d)/(21.45 kg<sub>SV</sub> /d)=

**=0.26 m<sup>3</sup>/kg<sub>SV</sub>**

**BPR (m<sup>3</sup>/kg<sub>SV</sub>)**

(5.610m<sup>3</sup>/d)/(24.4m<sup>3</sup>)=

**=0,23 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>d**





## The influence of users' behavior on biogas production from low cost tubular digesters: A technical and socio-cultural field analysis

J. Martí-Herrero <sup>a,b,\*</sup>, M. Ceron <sup>c</sup>, R. Garcia <sup>d</sup>, L. Pracejus <sup>e</sup>, R. Alvarez <sup>f</sup>, X. Cipriano <sup>a</sup>



$$\text{OLR (kg}_{\text{SV}}/\text{m}^3 \text{ d)} = 0.88 \text{ kg}_{\text{SV}}/\text{m}^3 \text{ d}$$

$$\text{SBP (m}^3/\text{kg}_{\text{SV}}) = 0.26 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{SV}}$$

$$\text{BPR (m}^3/\text{kg}_{\text{SV}}) = 0.23 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ d}$$

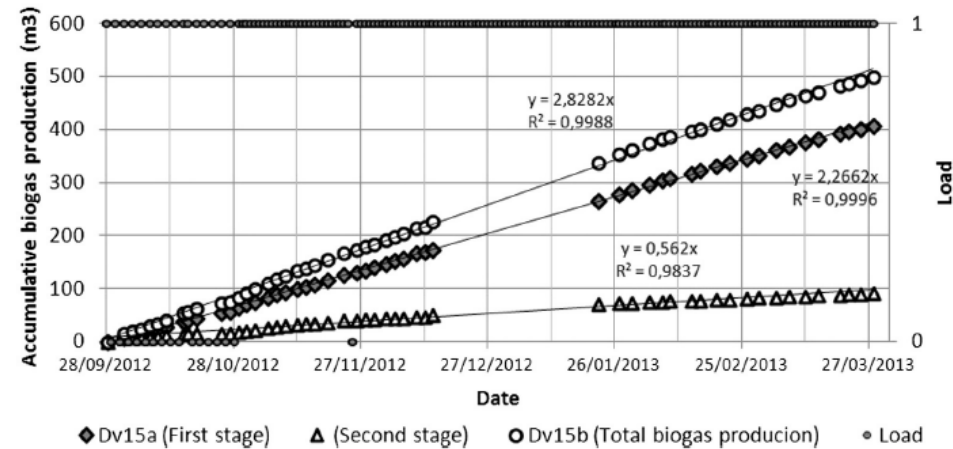


Fig. 6. Accumulative biogas production (at local conditions) for the two stage digester Dv15, with the loading days.

Daily mml (kg/day) <sup>4,m</sup>	Biogas per day (m <sup>3</sup> /day) <sup>5</sup>	Real OLR (kg <sub>SV</sub> /m <sup>3</sup> /day) <sup>m</sup>	SBP (m <sup>3</sup> /kg <sub>SV</sub> ) <sup>6,m</sup>	BPR (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /day) <sup>6,m</sup>	Real THR (days) <sup>m</sup>
37.5	2.29	1.15	0.21	0.25	34.11
37.5	2.86	0.58	0.27	0.15	68.21



@probadox2



[tallerbiogas@hotmail.com](mailto:tallerbiogas@hotmail.com)

[Tallerbiogas.blogspot.com](http://Tallerbiogas.blogspot.com)

