

**PROYECTO DE TRATAMIENTO
DE EFLUENTES DOMICILIARIOS
EN LOMA DEL TIGRE**

COLEGIO DE INGENIEROS
DE LA PROVINCIA DE
REGIONAL N° 1 - CA
MESA DE ENTE
17 OCT 2019
Ingresó: _____ Hora: _____
La presente certifica la entrega y forma de presentación.
No presta conformidad a lo solicitado.
1 125485

En el presente trabajo se ha realizado el proyecto de las obras de tratamiento de efluentes domiciliarios cloacales de una casa tipo del loteo **LOMA DEL TIGRE**, considerando los condicionamientos impuestos por el **DECRETO 847/2016-Reglamentación de Estándares y Normas sobre Vertidos para la Preservación del Recurso Hídrico Provincial**.

En este caso se ha previsto que los efluentes se traten en **cámara sépticas de 2 compartimientos** y su disposición final sea el subsuelo mediante **zanjas de infiltración**.

Se ha adoptado cámara séptica de dos compartimientos, por ser más completa. Al llegar el efluente al primer compartimiento, decanta la materia más densa y se deposita en el fondo en forma de lodo, el material menos denso, forma en la superficie una espuma flotante, el agua que pasa al segundo compartimiento, a través de orificios a media altura, donde se produce la decantación de los sólidos y formación de espuma en menor cuantía donde permanece hasta alcanzar un cierto nivel de degradación, para finalmente descargar en la zanjas de infiltración superficial (zanja de absorción).

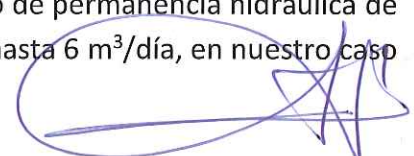
La función de la cámara séptica es:

- 1) la intercepción de los sólidos.
- 2) tratamientos biológicos, digestión de los sólidos sedimentados
- 3) almacenamiento de solidos digeridos
- 4) Almacenamiento y degradación de la espuma

Al ingresar el líquido a la cámara séptica se produce una saturación de los sólidos, donde el 68% precipita y el 32% restante sobrenada aglutinándose formando una nata; alguno de estos entran en descomposición y otros (los inerte), no lo hacen.

El tratamiento biológicos, es un conjunto de reacciones bacteriológicas que producen la degradación de la materia en solidos más pequeños, por presencia de bacterias anaeróbicas.

Los líquidos entran y salen cumpliendo un ciclo o tiempo de permanencia hidráulica de aproximadamente de 24 hs para un caudal afluente de hasta 6 m³/día, en nuestro caso el caudal de diseño es de 1080 litros/día.


Mauricio J. Ferrero
INGENIERO CIVIL
MP 2924

La permanencia de los Barros para el clima de LOMA DEL TIGRE (templado fresco) Pd es de 75 días.

La costra cumple una función de impermeabilización, por si ingresa oxígeno, la cual tiene un determinado espesor en el orden de los 8 a 10 cm, el caño de ingreso debe estar sumergido aproximadamente 30 cm del nivel superior del líquido.

Las cámaras sépticas deben verse protegidas, contra los cambios significativos de temperatura y en especial hay que evitar que la misma descienda por debajo de los 10/12°C, para ello, una cubierta superior de tierra del orden de los 40 a 60 cm impide el retardo de los procesos anaeróbicos, logrando la uniformidad de temperatura mejorando el mismo.

El lapso de tiempo utilizado para el cálculo de la zona de almacenamiento del barro digerido y de la costra de espuma o grasas depende de la frecuencia de la limpieza, para su adopción, es necesario hacer un balance real entre aspectos económicos y aspectos técnicos sanitarios. El valor mínimo es de 6 meses y el máximo de 5 años, (nosotros adoptamos 2 años, aproximadamente).

El caudal de afluente denominada la dotación unitaria expresada en litros por habitantes por día, es variable en función de la fuente de provisión de agua con que cuenta cada usuario la cual ronda los 150 litros por habitante por día.

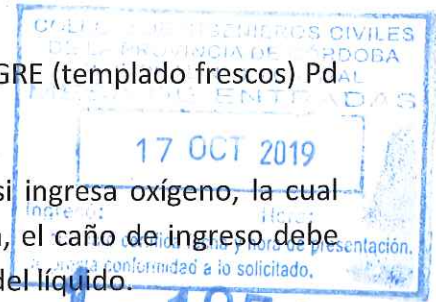
El aporte de barros frescos y la reducción de su volumen, para una vivienda de ocupantes permanentes es de 1litro por día por habitante.

Las condiciones mínimas que deben cumplir en su dimensionado es para un máximo de 10 habitantes y la dotación de diseño es ancho 0,90 largo 1,80m, profundidad útil 1,20 m, profundidad total 1,50m volumen útil 2,00m³.

En cámaras sépticas de 2 compartimientos, el volumen del 1ºcompartimiento será 2/3 del total del volumen y el 2º compartimiento tendrá un volumen igual a 1/3 del volumen total.

La disposición final de los efluentes, desde el punto de vista sanitario, la remoción de las bacterias, virus u otros organismos causantes de enfermedades constituye el aspecto fundamental a ser evaluado para la disposición de los efluentes en el suelo. Estudios de campo permiten determinar la eficiencia del terreno en la remoción de agentes patógenos y la incidencia de los factores que influyen en este proceso tal como el tipo de suelo, permeabilidad y mortalidad de organismos patógenos. La escorrentía del líquido a través del suelo mejor la percolación del efluente en el suelo.

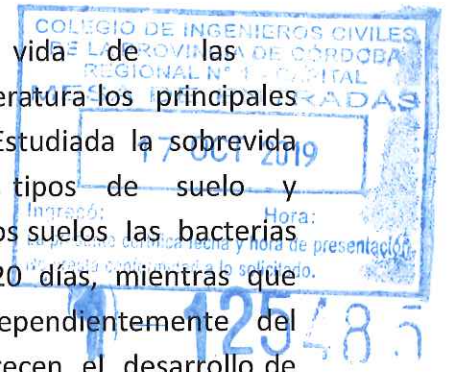
En relación al comportamiento de las bacterias en el suelo, los datos obtenidos son muy variables, debido fundamentalmente a las dificultades de su



125485

Marcos J. Ferrero
INGENIERO CIVIL
MP 2924

obtención. Un ejemplo de ello es la determinación de la vida de las bacterias de origen fecal, siendo la humedad y la temperatura los principales factores que manejan la vida de las bacterias en el suelo. Estudiada la sobrevida de la salmonella typhi y shigella dysenteriae en diferentes tipos de suelo y temperatura ambiente, se comprobó que en la mayoría de los suelos las bacterias viven 70 días. En suelos secos ninguna bacteria supera los 20 días, mientras que en suelos Ácidos la vida se redujo a 10 diez días, independientemente del contenido de humedad. Temperaturas menores de 40° favorecen el desarrollo de los microorganismos, entre los que se encuentran las bacterias entéricas.



En investigaciones realizadas en campos de disposición de efluentes provenientes de cámaras sépticas, se comprobó que en los primeros 30 cm por debajo del punto de inyección se comienzan a detectar, entre otros microorganismos, los actino micetos, los que aumentan en los 30 cm siguientes. Los actinos micetos producen antibióticos que contribuyen a la mortalidad de las bacterias entéricas. La micro flora del suelo compete, a su vez, con las entéricas y ello contribuye en aumentar su mortalidad.

Otros investigadores determinaron que a pequeña profundidad, entre 0 y 1m, en tan solo 22 a 28 días se redujeron en 90% el número de estreptococos fecales y coliformes fecales.

Del ensayo de practico de infiltración surgió el tiempo que tarda el agua del hoyo excavado en el terreno en descender 2,5cm $t = 4,3$ minutos, para finalmente determinar el coeficiente de percolación, el cual arrojó un valor de 103 litros por m^2 por día, con lo cual se eligió, en base a las características del suelo, realizar la disposición final del efluente en zanjas de infiltración subsuperficial de 1,10 metros de ancho, por 0,60 m de profundidad rellena con grava de 2 a 6 cm cubierta con una capa de 5 cm con arena gruesa y cubierta con cartón embreado y relleno de tierra natural de ancho variable entre 20 a 30 cm. Se diseñaron dos zanjas de 6,00 de largo cada una, separadas una de otra 3,00 metros, dentro de la zanjas se colocan cañerías de pvc de 110mm de diámetro, con pendiente del 2 al 4 por mil, con juntas abiertas 1 cm, las juntas se cubren con papel alquitranado para evitar el ingreso del material de relleno, dicho caño tiene perforaciones abiertas de 1cm en la parte inferior, a trebolillo.



Mauricio J. Ferrero
INGENIERO CIVIL
M.D. 2024

1 - 125485

**PARAMETROS DE LA MEMORIA DE CALCULO QUE SE TUBIERON EN CUENTA, PARA EL
DISEÑO DEL PROYECTO DE TRATAMIENTOS DE EFLUENTES DOMICILIARIOS EN
LOMA DEL TIGRE**



Población:	6 habitantes
Dotación:	150litros/día X habitante
Aporte anual por habitante de grasa y o espuma:	20 litros/año X habitante
Aporte diario de barro	
Fresco por habitante permanente:	1 litro/día X habitante
Caudal de diseño:	1080 litros/día
Periodo de limpieza:	730 días
Permanencia hidráulica en la zona de sedimentación:	24 horas
Relación L/A :	2
Revancha:	0,35 m
Altura útil:	1,20 m
Altura total:	1,55 m
Tiempo promedio en descender 15 cm en el hoyo de ensayo:	4,3 minutos
Coef. De percolación:	103 litros /m ² dia
Largo de Zanja:	6 metros
Ancho de Zanja :	1,10 metros
Profundidad total de la zanja:	0,75 metros
Separación entre zanja:	3 metros


Mauricio J. Ferrero
INGENIERO CIVIL
MP 2924



ENSAYO DE CAMPO

El ensayo práctico de infiltración en el terreno se debió a Henry Ryon, quien lo desarrollo en 1926, para poder evaluar la **absorción** por el suelo, del líquido proveniente de la cámara séptica, por medio del sistema de infiltración subsuperficial.

El ensayo consiste en realizar un hoyo de unos 30 a 25 centímetros de lado y la profundidad coincidente con el nivel del nivel del suelo que se quiere ensayar

, determinando el valor de **percolación P** del estrato a analizar. En nuestro caso la profundidad de excavación fue de 80 a 100 centímetros.

Una vez finalizada la excavación del hoyo de 25 cm de lado se debe raspar sus paredes hasta dejarlas rugosas, adquiriendo un diámetro de 30cm. El fondo se cubre con una capa de gravilla de 5cm de espesor y tamaño comprendido entre 5 y 13 cm de espesor.

Se realizaron 4 hoyos ubicados según se muestra en el plano, el primer día de ensayo se llena cada hoyo o perforación hasta una altura de 15cm, con agua limpia hasta su saturación, manteniéndolo con ese tirante hidráulico durante 4 horas.

El segundo día de ensayo se llena nuevamente hasta 15cm de altura cada hoyo o perforación y se anota el tiempo **t** que tarda para descender 2,5cm.

Se promedia el valor **t** obtenido en cada hoyo, según cada capa de suelo, en la profundidad del hoyo, para finalmente calcular el coeficiente de percolación **P**, con la formula, indicada más abajo o mediante los gráficos según las Normas Brasileras o Mexicanas, los cuales se adjuntan.

Promedio de las 4 perforaciones para 12,90 minutos el descenso promedio fue de 7,50 centímetros.

De donde surge que el tiempo que tarda en descender 2,5centimetros es

$$t = \frac{2,5\text{cm} \times 12,9\text{minutos}}{7,5} = 4,3 \text{ minutos}$$

7,5 cm

$$P = \frac{1220}{t + 7,5}$$

$$P = \text{litros/ día} \times \text{m}^2$$

Del ensayo surgieron los siguiente valores $t = 4,3$ minutos

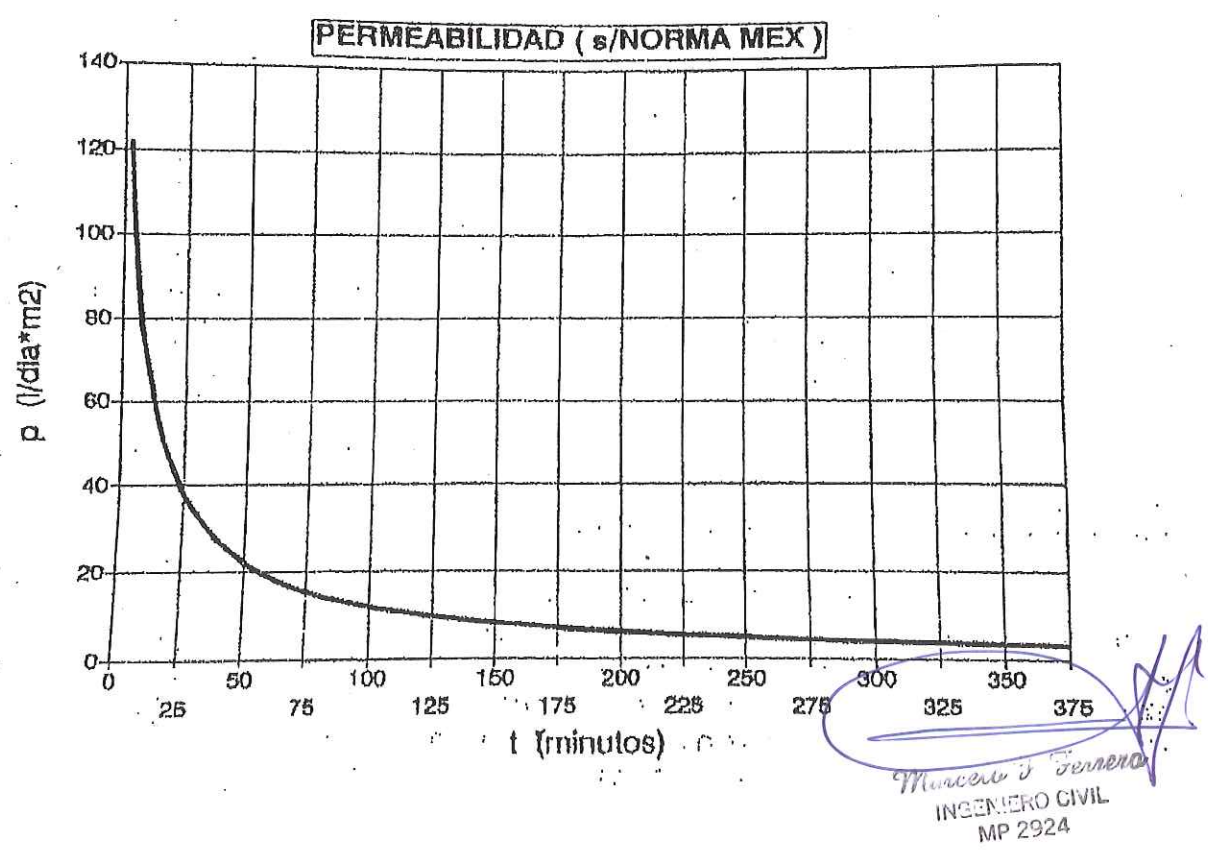
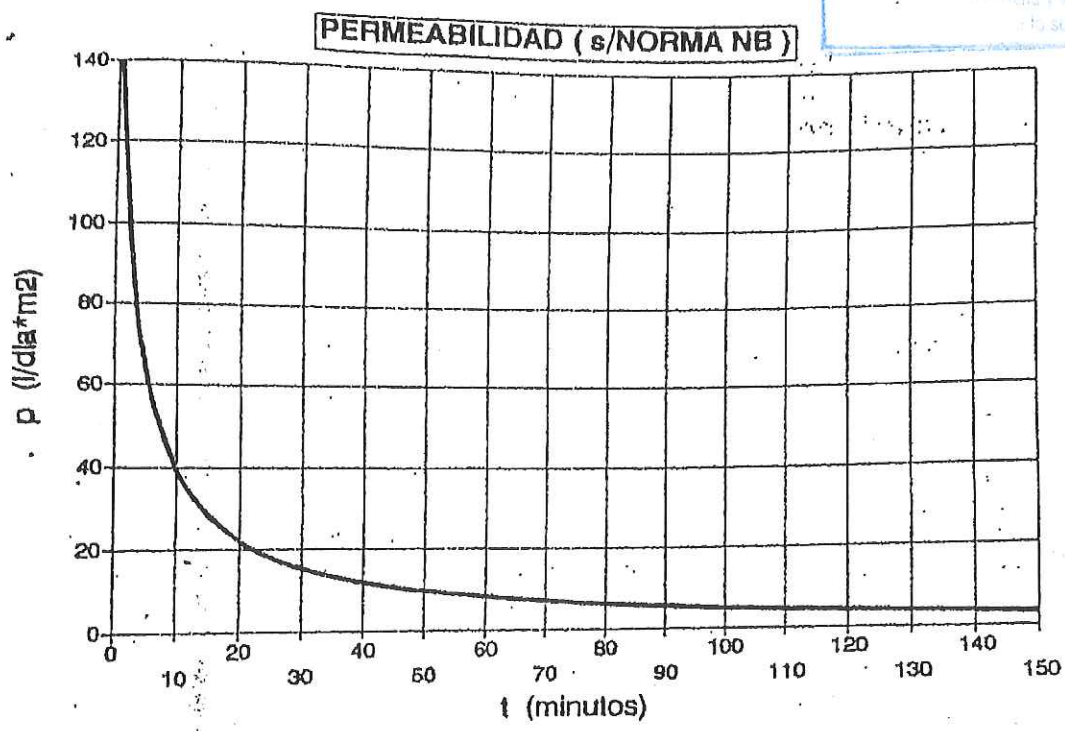
$P = 103 \text{ lts/día} \times \text{m}^2$ según formula o gráficos Normas Mexicanas y Brasileras, para $t = 4,3$ minutos promedio de los 4 hoyos (tiempo que tarda en descender 2,5cm el agua del hoyo o perforación del ensayo realizado en el campo).


Mauricio J. Romero
INGENIERO CIVIL
MP 2924

1-125485

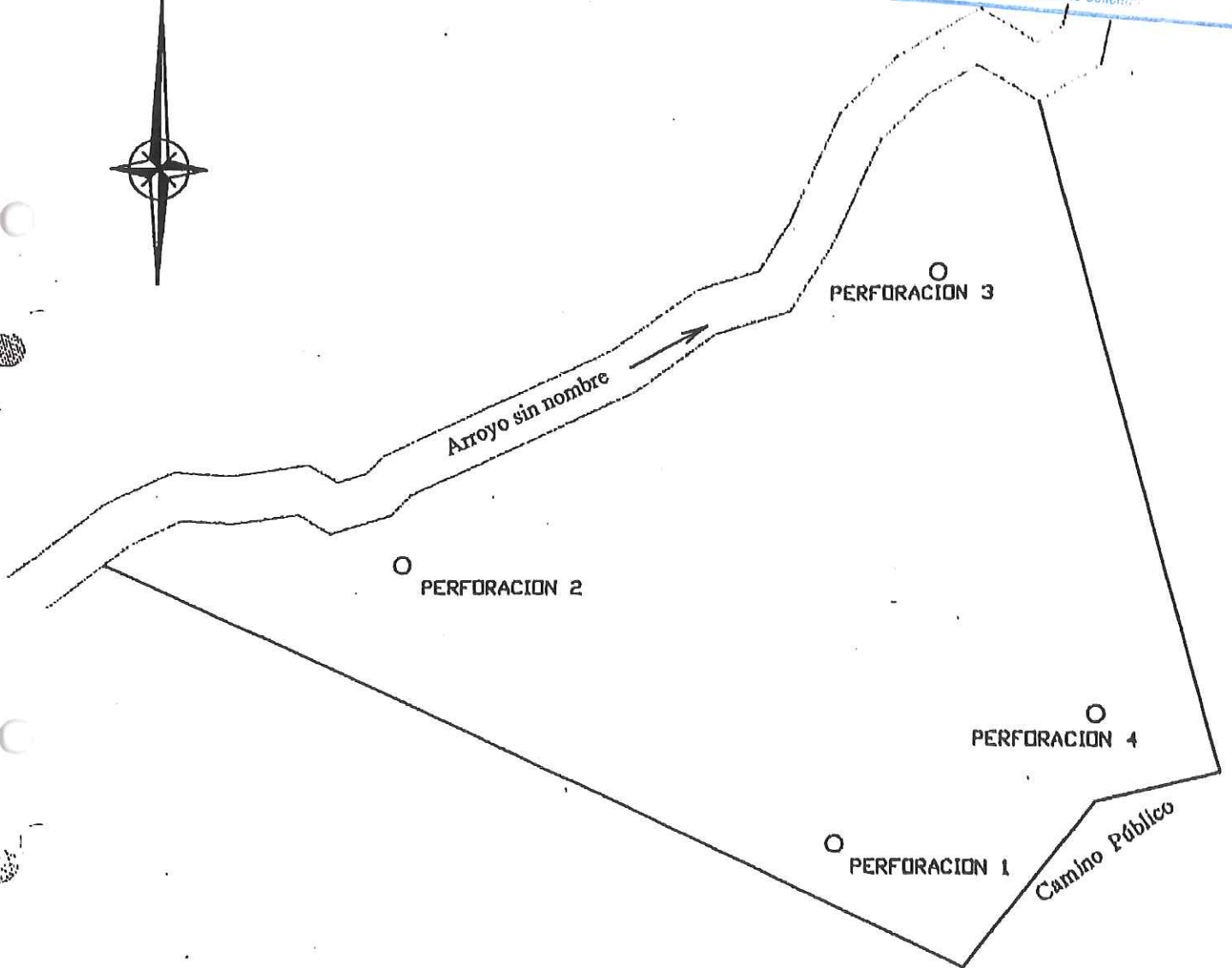
Una vez realizado el ensayo práctico de infiltración del suelo se continuó excavando las 4 perforaciones hasta una profundidad de 2,50 metros de profundidad, no encontrándose ningún nivel freático. Donde se procedió a suspender la perforación dada su dificultad.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
REGIONAL GUATEMALA
REGIONAL DE LA CAPITAL
MESA DE ENTRADAS
17 OCT 2019
Hora: 2
Fecha y hora de presentación:
Fecha de sustituido:



1 125485

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE PERFORACIONES EN EL TERRENO



LUGAR: LOMA DE TIGRE Y BAÑADO – VILLA BERNA
NOMENCLATURA CATASTRAL: Dpto.:12 Ped.:01 Pblo.:04 C.:01
S.:04 Mz.:057


Mauricio J. Ferrera
INGENIERO CIVIL
1970-2024

CO-125485
 RECIBO
 MESABETE
 17 OCT 2019
 Hora:
 La presente certifica fecha y hora de presentación.
 No esta conforme a...

Perforación N° 1

tiempo de control	Intervalo de medición (hora)	Descenso acumulado (cm)	Diferencia de descenso (cm)
00:16	00:16	17	17
00:29	00:13	29,7	12,7
00:42	00:13	35	5,3
00:54	00:12	39,5	4,5
01:05	00:11	43	3,5
01:16	00:11	46,8	3,8
01:28	00:12	48,8	2
01:40	00:12	50,9	2,1
promedio de lectura :		12,50 min.	6,36 cm.

Perforación N° 2

tiempo de control	Intervalo de medición (hora)	Descenso acumulado (cm)	Diferencia de descenso (cm)
00:20	00:20	30	30
00:33	00:13	43,7	13,7
00:45	00:12	48,5	4,8
00:57	00:12	53,1	4,6
01:08	00:11	57	3,9
01:18	00:10	60,1	3,1
01:28	00:10	62,8	2,7
01:37	00:09	65,2	2,4
promedio de lectura :		12,13min	8,15cm


 Mauricio D. Ferrero
 INGENIERO CIVIL
 MP 2924

125485

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
DE LA PROVINCIA DE CORDOBA
REGIONAL N° 1 CAPITAL
MESA DE ENUNCIADAS

17 OCT 2019

Ingresó: _____ Ho: _____
 que presente certifica fecha y hora de _____ asistió
 que presta conformidad a lo solicitado.

Perforación N° 3

tiempo de control	Intervalo de medición (hora)	Descenso acumulado (cm)	Diferenciaq de descenso (cm)
00:18	00:18	13,2	13,2
00:32	00:14	22,3	9,1
00:45	00:13	26,5	4,2
00:57	00:12	29,9	3,4
01:09	00:12	33,1	3,2
01:22	00:13	36,5	3,4
01:33	00:11	38,8	2,3
01:44	00:11	41,3	2,5
promedio de lectura :		13,00min	5,16cm

Perforación N° 4

tiempo de control	Intervalo de medición (hora)	Descenso acumulado (cm)	Diferenciaq de descenso (cm)
00:18	00:18	46,5	46,5
00:33	00:15	66,7	20,2
00:47	00:14	72,5	5,8
01:01	00:14	76,2	3,7
01:15	00:14	78,4	2,2
01:28	00:13	80,5	2,1
01:41	00:13	81,7	1,2
01:52	00:11	46,5	1
promedio de lectura :		14,00min	10,34cm

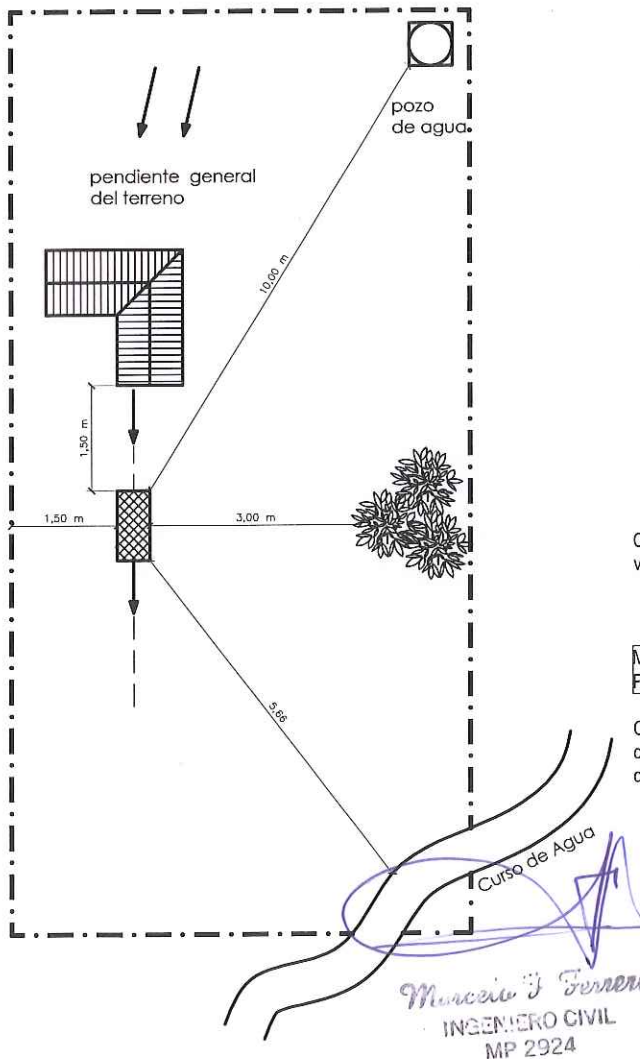

 Mauricio J. Ferrero
 INGENIERO CIVIL
 MP 2924

LOCALIZACION DE LAS CÁMARAS SÉPTICAS

Los manuales de Water for the World (US Agency for International Development), Banco Mundial, publicaciones diversas de Brasil, Colombia, etc. dan guías orientativas sobre la localización de Cámaras Sépticas con referencia a otras instalaciones usuales. Las distancias, en general, son las mínimas aconsejadas para mantener el conjunto dentro de aceptables criterios sanitarios (ver cuadro 11.7.6):

CUADRO 11.7.6

Item	Distancia Mínima (metros)
Edificaciones	1,50
Límites de Propiedades	1,50
Pozos de Agua	10,00
Cursos de Agua	7,50
Represas	7,50
Cañerías de Agua	3,00
Caminos, senderos	1,50
Árboles importantes	3,00



CÁMARA SÉPTICA

Tiempo mínimo de Retención Hidráulica:

$$t_{hd} = 1,5 - 0,3 \log (P \times q)$$

P = población servicio
q = caudal servido diario aportado p/habitante

t_{hd} = expresado en días

t_{hd} min 6 hs.

Volumen de sedimentación

$$V_n = 10^{-3} \times P \times q \times t_{hd}$$

q \geq 80 litros / habitante

El requerimiento promedio 70 litros / usuario x año

Vg = vol. requerido para digestión y almacenamiento de sólidos

N = N° de Años deseados como intervalo entre limpieza del barro acumulado en la cámara séptica

$$V_g = 70 \times 10^{-3} \cdot p \cdot N$$

ALTURA DE ESPUMA

$$d_{ES} = 0,7 / A$$

A = área de la cámara

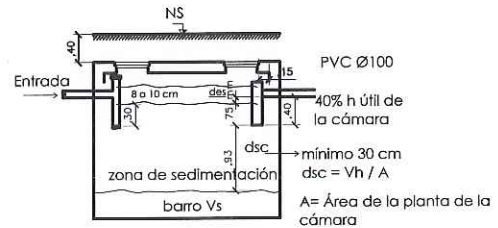
Volumen de Espuma es de 0,7 m³ (rara vez excede los 0,7 m³)

ALTURA DE LA ZONA CLARA (zona de sedimentación)

d_{SC} = altura de sedimentación de sólidos, en metro, con un mínimo de 0,30 m

A = Área de la planta de la cámara séptica en m²

$$d_{SC} = 0,82 - 0,26 \times A$$



Cámaras de 2 doble compartimiento o más es conveniente particionar el volumen total en:

Primer compartimiento 2/3 del vol total y el segundo 1/3

METODO DEL REGLAMENTO DE LA SECRETARIA DE SALUD PUBLICA DE LA NACION, REPUBLICA ARGENTINA

Cuando se cuenta con abastecimiento de agua por perforación propia, se considera una dotación iniliar de 150 L/d * hab y las dimensiones de las cámaras sépticas serán las siguientes:

hab N°	ancho a (m)	largo L (m)	profun útil h (m)	profun total H(m)	volumen útil (m³)
10	0,90	1,80	1,20	1,50	2,00
15	1,00	2,00	1,20	1,50	2,40
20	1,10	2,30	1,20	1,50	3,00
25	1,20	2,40	1,30	1,60	3,75



Marcio J. Ferrero
INGENIERO CIVIL
MP 2924

DIMENSIONADO

A min = Ancho mínimo interno = 0,90 m
 h max = Altura útil máxima = 2,00 m
 (para evitar que se dificulte el ascenso de los gases liberados)

h min = altura útil mínima 1,20 m

$A \leq 2h$ en cámaras rectangulares

$2A < L < 4A$ en cámaras rectangulares

$D \leq 2h$ en cámaras cilíndricas

L = largo de la cámara

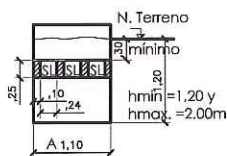
En cámaras de 2 compartimientos

$V1 = \frac{2}{3} V = \frac{2}{3} A \times L \times h$ 1° compartimiento

$V2 = \frac{1}{3} V = \frac{1}{3} A \times L \times h$ 2° compartimiento

El área de la abertura de pasaje entre compartimientos será del 5 al 10% del Área transversal.

$0,05 \times A \times h \leq A1 \leq 0,1 \times A \times h$



CÁMARA SÉPTICA DE DOS COMPARTIMENTOS

P = 6 población permanente de la vivienda

$q = \text{Aporte} = 150 \frac{\text{litros} \times 0,8}{\text{d} \times \text{hab}}$ (para viviendas con provisión propia de buenos acuíferos)

K = 1,5 = coef. pico entre el caudal medio y el máx.

$Q_{\text{med}} = P \times q = 6 \text{ hab} \times 150 \frac{\text{litros}}{\text{d} \times \text{hab}} \times 0,8 = 720 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$

Se = Aporte anual por habitante de grasa y / o espuma

Se = 20 litros / año x hab

Bf = aporte diario de barro fresco por habitante permanente

Bf = 1 litro / día x hab.

Q = Caudal máximo o de diseño

$Q = k \times Q_{\text{med}} = 1,5 \times 720 \frac{\text{litros}}{\text{día}} = 1080 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$

K1 = 0,50 = coef. de reducción del barro fresco en la digestión

K2 = 0,25 = coef. de reducción del barro fresco en barro digerido

t = 730 días = 2 años = período entre 2 limpiezas sucesivas

Ph = 1 día = 24 hs permanencia hidráulica en zona de sedimentación

Pd = 60 días = período que requiere la digestión anaeróbica (según temperatura media mes más frío)

Σ = dotación cloacal resultante = 0,8 x q

$\Sigma = 0,80 \times 150 \frac{\text{litros}}{\text{d} \times \text{hab}} = 120 \frac{\text{litros}}{\text{d} \times \text{hab}}$

hG = 0,2 m = Altura de la zona de Gases

VG = hG x SL

SL = Área de la base

Ancho de la cámara = 1,00 m = A

Largo = 2 el ancho

Largo = 2,00m = L

El área de la base = SL = L x A

SL = 2,00 m²

hG = 0,20 m (Altura de la zona de Gases)

VG = Volumen de Gases = hG x SL

VG = 0,2 m x 2,00 m = 0,4 m³

VE = Volumen de espuma = P x SE x t

SE = Aporte anual por habitante de grasas y / o espuma

SE = 20 litros / año x hab

VE = 6 habitantes $20 \frac{\text{litros}}{\text{hab} \times \text{año}} \times 2 \text{ años}$

VE = 240 litros = 0,24 m³

$hE = \frac{VE}{SL} = \frac{0,24 \text{ m}^3}{2,00 \text{ m}^2} = 0,12 \text{ m}$ (Altura de la Espuma)

hNS = 0,10 m (altura adoptada de la zona Neutra Superior)

VNS = SL x hNS = 2,00 m² x 0,10 m = 0,20 m³

VS = volumen de la zona de Sedimentación

$VS = P \times Ph \times \Sigma = 6 \text{ hab} \times 1 \text{ día} \times 120 \frac{\text{litros}}{\text{día} \times \text{hab}} = 720 \text{ lts.}$

VS = 0,72 m³

$hS = \frac{VS}{SL} = \frac{0,72 \text{ m}^3}{2,00 \text{ m}^2} = 0,36 \text{ m}$ (altura de la zona de sedimentación)

hNI = Altura de la zona Neutra Inferior

hNI = 0,10 m

VNI = hNI x SL = 0,10 m x 2,00 m = 0,2 m³

VDA = volumen de la zona de digestión anaeróbica para una temperatura de 15° C

Pd = 75 climas templados frescos para T = 10°C

Pd = 75 días

VDA = P x K1 x Pd x Bf

VDA = 6 hab x 0,5 x 75 días x 1 litro / día x hab

VDA = 225 litros = 0,23 m³

$hDA = \frac{VDA}{SL} = \frac{0,23 \text{ m}^3}{2,00 \text{ m}^2} = 0,12 \text{ m}$ = altura de la zona de digestión

VAB = volumen de la zona de almacenamiento de Barros digeridos)

t = 2 años = 730 días

VAB = P x K2 x t x Bf

VAB = 6 hab x 0,25 x 730 días x 1 litro / día x hab

VAB = 1095 litros

VAB = 1,095 m³



Marcos J. Ferrero
 INGENIERO CIVIL
 MP 2024

ZANJA DE INFILTRACION

Del ensayo de absorción surge

t = 4,3 minutos

$$P = \frac{1220}{t + 7,5} = \frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \times \text{día}} = \text{coef. de percolación}$$

$$P = \frac{1220}{4,3 + 7,5} = 103 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \times \text{día}}$$

Hora:

indica fecha y hora de presentación con conformidad a lo solicitado.

LONGITUD DE LA ZANJA = L

$$L = \frac{N^{\circ} \text{ hab} \times q}{2 \times D \times P}$$

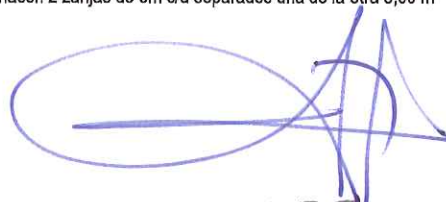
D = prof. de la zanja

q = Aporte Individual por habitante

q = 150 litros / día x hab

$$L = \frac{6 \text{ hab} \times 150 \text{ l/día} \times \text{hab}}{2 \times 0,60 \text{ m} \times 103 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2 \times \text{día}}} = 7,28 \text{ m}$$

Se hacen 2 zanjas de 6m c/u separados una de la otra 3,00 m



Mauricio J. Fenera
INGENIERO CIVIL
MP 2924

$$\frac{h_{AB}}{SL} = \frac{V_{AB}}{2,00 \text{ m}^2} = 0,55 \text{ m (Altura de la zona de barros digeridos)}$$

$$V_T = V_G + V_E + V_{N5} + V_S + V_{NI} + V_{DA} + V_{AB}$$

$$V_T = 0,43 \text{ m}^3 + 0,24 \text{ m}^3 + 0,20 \text{ m}^3 + 0,72 \text{ m}^3 + 0,20 \text{ m}^3 + 0,23 \text{ m}^3 + 1,095 \text{ m}^3$$

$V_T = 3,115 \text{ m}^3$ = volumen total de la cámara séptica

$$H = h_G + h_E + h_{N5} + h_S + h_{NI} + h_{DA} + h_{AB}$$

H = Altura total de la cámara séptica

$$H = 0,20 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,10 \text{ m} + 0,36 \text{ m} + 0,10 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,55 \text{ m}$$

$$H = 1,55 \text{ m}$$

V = Volumen útil de la cámara

$$V = V_T - V_G = 3,115 \text{ m}^3 - 0,4 \text{ m}^3 = 2,75 \text{ m}^3$$

h = Altura útil de la cámara

$$h = H - h_c$$

$$h = 1,55 \text{ m} - 0,20 \text{ m} = 1,35 \text{ m}$$

$$2 \times A = 2 \times A \text{ m}^2 = 2,00 \text{ m}^2$$

$$h < 2 \underline{m}$$

$$h > 2 \underline{m} \text{ (máximo)}$$

$$h < 2 \underline{x} A \text{ y } h \leq \text{máx} = 2 \text{ m}$$

Reduciremos la altura h a la mínima aconsejable h = 1,20 m

$$SL = \frac{V}{h} = \frac{2,75 \text{ m}^3}{1,20 \text{ m}}$$

$$SL = 2,29 \text{ m}^2$$

Como la relación entre Ancho (A) y largo de la cámara

$$K = \frac{1}{\lambda} \text{ (valor entre 1,5 y 2)}$$

Tomamos K = 2

$$SL = A \times L = AKA = A^2 K$$

$$A = \left(\frac{SL}{K} \right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{SL}{K}}$$

$$A = \sqrt{\frac{2,29 \text{ m}^2}{2}}$$

$$A = 1,07 \text{ m} \rightarrow \text{Adoptamos } 1,10 \text{ m}$$

$$L = 2 \times A = 2,20 \text{ m}$$

$$V = 1,10 \text{ m} \times 2,20 \text{ m} \times 1,20 \text{ m}$$

$$V = 2,90 \text{ m}^3$$