

**NORDOM 91- 8:005**

CT: 91- 8 Instalaciones Sanitarias

Coordinador (a): Esperanza Gonzalez Amancio

## **Tanque imhoff – Requisitos de diseño**

# **ANTEPROYECTO**

### **Advertencia**

Este documento no es una Norma Nacional NORDOM. Se distribuye para su revisión y comentarios. Está sujeto a cambios sin previo aviso y no puede ser referido como un Estándar Internacional.

Los destinatarios de este borrador están invitados a enviar, con sus comentarios, la notificación de cualquier derecho de patente relevante del que tengan conocimiento y proporcionar documentación de respaldo.

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| Prefacio .....   | iv |
| 0 Introducción .....                                     | v  |
| 1 Objeto y campo de aplicación.....                      | 1  |
| 1.1 Objeto.....  | 1  |
| 1.2 Campo de aplicación.....                             | 1  |
| 2 Referencias normativas.....                            | 1  |
| 3 Términos y definiciones.....                           | 1  |
| 4 Generalidades .....                                    | 2  |
| 4.8 Consideraciones a tener en cuenta .....              | 3  |
| 4.8.1 Ventajas.....                                      | 3  |
| 4.8.2 Desventajas.....                                   | 4  |
| 5 Diseño de tanque imhoff.....                           | 4  |
| 5.3 Criterio de diseño de la zona de sedimentación.....  | 5  |
| 5.4 Elemento de entrada .....                            | 6  |
| 5.5 Elemento de salida .....                             | 6  |
| 5.6 Volumen de almacenamiento y digestión.....           | 6  |
| 5.7 Área de ventilación y cámara de natas .....          | 8  |
| 5.8 Remoción de lodos digeridos .....                    | 9  |
| 6 Tanques de Sedimentación .....                         | 10 |
| 6.1 Los tanques de sedimentación pequeño .....           | 10 |
| 6.2 Los tanques de sedimentación normal o mayores .....  | 10 |
| 6.3 Tanques de Flotación .....                           | 12 |
| 6.4 Materiales.....                                      | 12 |
| 6.5 Materias primas y componentes .....                  | 12 |
| 6.6 Trazabilidad y marcado .....                         | 12 |
| 7 Características del producto.....                      | 12 |
| 7.1 Estructuralmente.....                                | 12 |
| 7.2 Capacidad de carga.....                              | 12 |
| 7.3 Eficiencia del tratamiento .....                     | 13 |
| 7.4 Ensayo con agua .....                                | 13 |
| 7.5 Ensayo de vacío .....                                | 13 |
| 7.6 Ensayo de presión neumática.....                     | 14 |
| 7.6.1 La unidad se considera estanca cuando:.....        | 14 |
| 7.7 Sustancias peligrosas .....                          | 14 |
| 8 Marcado, etiquetado y embalado.....                    | 14 |
| 8.1 Marcado.....   | 14 |
| 8.2 Instrucciones de instalación.....                    | 14 |
| 8.3 Instrucciones de mantenimiento y funcionamiento..... | 15 |
| Anexo A Ensayos de estanquidad al agua .....             | 16 |
| A.1 Selección del ensayo.....                            | 16 |
| A.2 Ensayo con agua .....                                | 16 |
| A.2.1 Muestra .....                                      | 16 |
| A.2.2 Procedimiento .....                                | 16 |
| A.2.3 Expresión de los resultados.....                   | 17 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>A.3 Ensayo de vacío a la permeabilidad del aire .....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>A.3.1 Muestra .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>A.3.2 Procedimiento .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>A.3.3 Expresión de los resultados.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>A.4 Ensayo de presión neumática .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>A.4.1 Muestra .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>A.4.2 Procedimiento .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>A.4.3 Expresión de los resultados.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>AnexoB Procedimiento de ensayo para la eficiencia del tratamiento</b>                          | <b>19</b> |
| <b>B.1 Responsabilidad y lugar del ensayo.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>B.2 Selección de la estación y evaluación preliminar .....</b>                                 | <b>19</b> |
| <b>B.2.1 Generalidades.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>B.2.2 Instalación y puesta en marcha.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>B.2.3 Procedimientos de funcionamiento y mantenimiento durante el ensayo .....</b>             | <b>19</b> |
| <b>B.2.4 Control de datos .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>B.3 Procedimiento del ensayo .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>B.3.1 Tiempo de establecimiento .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>B.3.2 Características del afluente .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>B.3.3 Patrón de caudal diario para el ensayo .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>B.3.4 Procedimiento de ensayo .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>B.3.4.1 Generalidades.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>B.3.4.2 Sobrecarga .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>B.3.4.3 Descarga del caudal pico.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>B.3.4.4 Corte de corriente/avería en la máquina .....</b>                                      | <b>22</b> |
| <b>B.3.5 Muestreo del afluente y efluente .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>B.4 Análisis de las muestras .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>B.5 Informe del ensayo.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Anexo C Métodos de ensayo para comportamiento estructural</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>C.1 Generalidades .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>C.2 Ensayo de carga vertical para estaciones de PE, PP y PDCPD.....</b>                        | <b>24</b> |
| <b>C.2.1 Muestra .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>C.2.2 Procedimiento .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>C.2.3 Expresión de los resultados.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>C.3 Ensayo de vacío para esta ciones de plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP) .....</b> | <b>25</b> |
| <b>Bibliografía .....</b>   | <b>27</b> |

## Prefacio

EL Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL), es el organismo oficial que tiene a su cargo el estudio y preparación de las Normas Dominicanas (NORDOM), a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), Comisión Internacional de Electrotécnica (IEC), Comisión del Codex Alimentarius, Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a la República Dominicana ante estos Organismos.

La norma **NORDOM 91- 8:005 Tanque imhoff. Requisitos de diseño**, ha sido preparada por la Dirección de Normalización del Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL).

El estudio de la citada norma estuvo a cargo del Comité Técnico **91:8 Instalaciones Sanitarias**, integrado por representantes de los Sectores de Producción, Consumo y Técnico, quienes iniciaron su trabajo tomando como base, los documentos citados en la bibliografía de esta norma.

Esta Norma surge por la necesidad que tiene la República Dominicana de disponer de las aguas residuales en unidades de tratamiento, con el objetivo de reducir las enfermedades de origen hídrico y preservar el medio ambiente.

Dicha propuesta fue aprobada como Anteproyecto por el Comité Técnico de trabajo en la reunión **No. 5** del **20 de mayo 2021** y preparado para ser enviado a Encuesta Pública por un periodo de 60 días.

Formaron parte del Comité Técnico, las entidades y personas naturales siguientes.

### PARTICIPANTES

### REPRESENTANTES DE:

|  |  |
|--|--|
| Carlos Mejia                           | Mejía & Asociados.   |
| Cristian Gonzalez                      | Instituto Nacional de Protección de los Derechos del Consumidor (Pro Consumidor) |
| Alan Vasquez<br>Jose Vicente           | Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA)                   |
| Jose Alberto Infante                   | Asociación Dominicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Inc. (ADIS)           |
| Freddy Antonio Veras                   | Organismo Dominicano de Acreditación (ODAC)                                      |
| Amado Hasbun                           | Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)                             |
| Freddy Báez<br>María Celeste Rodriguez | Consejo Nacional de Consumidores & Usuarios (CONACONU)                           |
| Eduardo Bogaert                        | Garden Product   |
| Geancarlos de la rosa                  | Ministerio de medio ambiente   |
| Ana Reyes                              | Ministerio de Industria, Comercio y (Mipymes)                                    |
| Stalin Sánchez                         | Mercasid S.A.  |
| Luis R. Núñez<br>Magalys D'Oleo        | Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)                                   |

## **0 Introducción**

**0.1** Uno de los principales problemas de la República Dominicana en materia sanitaria es la disposición de aguas residuales sin un tratamiento adecuado, en cuerpos receptores, dando origen a la proliferación de enfermedades de origen hídrico y afectando toda forma de vida de las fuentes.

**0.2** Las unidades que se emplean para tratar las aguas residuales son muchas, la selección del tipo de unidad que va a utilizarse se deja a criterio del responsable del proyecto, quien debe garantizar el cumplimiento de las normas de vertimiento del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**0.3** En este documento sólo se normarán los tanques imhoff que es una unidad de tratamiento primario, en los que se produce sedimentación de sólidos suspendidos y digestión anaeróbica de los lodos sedimentados.



# Tanque imhoff- Requisitos de diseño

## 1 Objeto y campo de aplicación

### 1.1 Objeto

Esta norma es una alternativa primaria para la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas.

### 1.2 Campo de aplicación

Esta norma es aplicable cuando en una población o parte de ella, no cuente con la existencia de un alcantarillado sanitario con unidades de tratamiento de las aguas residuales.

## 2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o todo su contenido constituye requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluidas las enmiendas).

NORDOM 436, Agua residuales. Requisito para la prevención y control de la contaminación.

NORDOM 100 (1<sup>ra</sup>. Rev. 2018), Sistema internacional de unidades

EN 976-1:1997, Tanques enterrados de plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV). Tanques cilíndricos horizontales para el almacenamiento sin presión de carburantes petrolíferos líquidos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para tanques de una sola pared.

## 3 Términos y definiciones

A los efectos de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones.

### 3.1

#### **Afluente**

Líquido que llega a una unidad o lugar determinado

### 3.2

#### **Aguas servidas**

Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre

### 3.4

#### **Cámara de digestión**

Unidad de los tanques imhoff, donde se almacenan y digieren los lodos

### 3.5

#### **Cámara de sedimentación**

Unidad del tanque imhoff, donde se retienen gran parte de los sólidos sedimentables

### **3.6**

#### **Caudal**

Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en L/s o m<sup>3</sup>/s

### **3.7**

#### **Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.)**

Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación

### **3.8**

#### **Deshidratación de lodos**

Proceso de remoción del agua contenida en los lodos

### **3.9**

#### **Eficiencia**

Relación entre la capacidad real y la teórica total de una unidad o equipo. Usualmente se expresa en %

### **3.10**

#### **Efluente**

Líquido que sale de una unidad de tratamiento

### **3.11**

#### **Infiltración**

Efecto de incorporar el agua en el subsuelo

### **3.12**

#### **Lecho desecado**

Lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque imhoff

### **3.13**

#### **Lodos**

Sedimento que se encuentran en el fondo del tanque imhoff y que son periódicamente evacuados a un lecho de secado

### **3.14**

#### **Nata**

Sustancia que se forma sobre el agua almacenada en el tanque Imhoff compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes

### **3.15**

#### **Ph**

Concentración de iones de hidrógeno

### **3.16**

#### **Sólido Sedimentable**

Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente

## **4 Generalidades**

**4.1 El objetivo del tratamiento primario** es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico. Los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados antes de su disposición final.

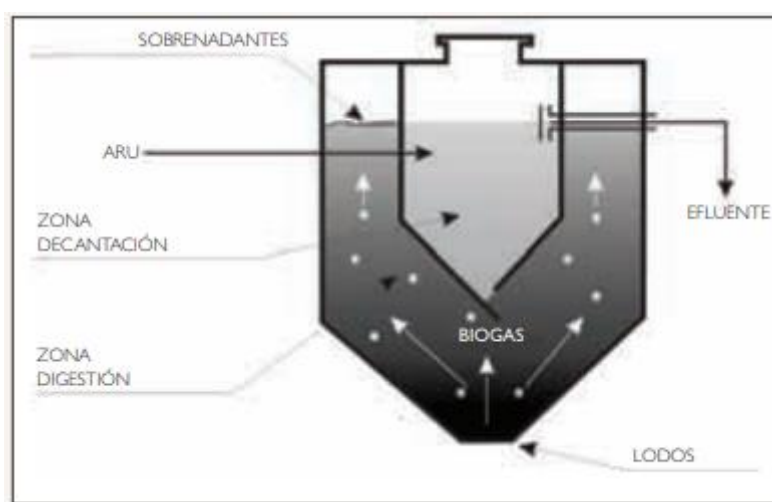
**4.2 Los procesos del tratamiento primario para las aguas residuales** pueden ser: tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación.

**4.3 Para comunidades de 5000 habitantes o menos**, los tanques imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

**4.4 Los tanques imhoff** tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

**4.5 El tanque imhoff típico** es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos, (ver figura 1):

- a) Cámara de sedimentación.
- b) Cámara de digestión de lodos.
- c) Área de ventilación y acumulación de natas.



**Figura 1 — Esquema de un tanque Imhoff**

**4.6 Durante la operación**, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la clara de natas o área de ventilación.

**4.7 Los lodos acumulados en el digestor** se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos.

#### **4.8 Consideraciones a tener en cuenta**

El ingeniero responsable del proyecto, deberá tener en claro las ventajas y desventajas que tiene al emplear el tanque imhoff para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de una población.

##### **4.8.1 Ventajas**

**4.8.1.1** Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico de sedimentación o de flotación, produciendo un líquido residual de mejores características.

**4.8.1.2** No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.

**4.8.1.3** El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos de sedimentación o de flotación, esto se deberá a que contiene de 90 a 95% de humedad.

**4.8.1.4** Las aguas servidas que se introducen en los tanques imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.

**4.8.1.5** El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.

**4.8.1.6** Tiene un bajo costo de construcción y operación.

**4.8.1.7** Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.

**4.8.1.8** Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes.

## **4.8.2 Desventajas**

**4.8.2.1** Son estructuras profundas.

**4.8.2.2** Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.

**4.8.2.3** El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.

**4.8.2.4** En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto.

**4.9 El tanque imhoff** elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados.

**4.10 Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes**, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia una laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente.

## **5 Diseño de tanque imhoff**

**5.1 Los tanques imhoff** son tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior.

**5.2 Las autoridades competentes** deberán dar las reglas y unidades (por habitante, DBO, SS) a utilizar para la determinación de la densidad de población.

**5.2.1** Dependiendo de su uso final, se deben de tomar en consideración uno o más de los siguientes criterios de diseño:

a) Densidad de población;

b) Carga diaria máxima y mínima que puede aceptar la unidad de tratamiento;

c) Criterio de volumen mínimo;

d) criterios adicionales de diseño para caudales de aguas residuales domésticos de fuentes como hoteles, restaurantes o locales comerciales. Estos criterios adicionales de diseño se escogen según los códigos de prácticas y/o reglamentos nacionales.

### 5.3 Criterio de diseño de la zona de sedimentación

**5.3.1** El área requerida para el proceso de sedimentación se determinará con una carga superficial de  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , calculado en base al caudal medio, tal como se prescribe en las formulas 1 y 2.

$$Qp = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{1000} \times \% \text{contribucion} \quad (1)$$

$$As = \frac{Qp}{Cs} \quad (2)$$

donde

|          |   |
|----------|---|
| Qp       | es el caudal de diseño, $\text{m}^3/\text{hora}$                                    |
| Dotación | Litro/hab./día.   |
| As       | es el área del sedimentador (As, en $\text{m}^2$ ).                                 |
| Cs       | es la carga superficial, igual a $1 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{hora})$ . |

**5.3.2** El período de retención nominal deberá ser de 1.5 a 2.5 horas.

**5.3.3** La profundidad deberá ser determinada por el producto de la carga superficial y el período de retención.

$$Vs = Qp * R \quad (3)$$

donde:

|    |  |
|----|--|
| Vs | es el volumen del sedimentador (Vs, en $\text{m}^3$ ). |
| R  | es el periodo de retención hidráulica, (hora)          |
| Qp | es el caudal de diseño, $\text{m}^3/\text{hora}$       |

**5.3.4** El fondo de la zona de sedimentación deberá ser de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados, con respecto al eje horizontal, tendrá entre 50 y 60 grados.

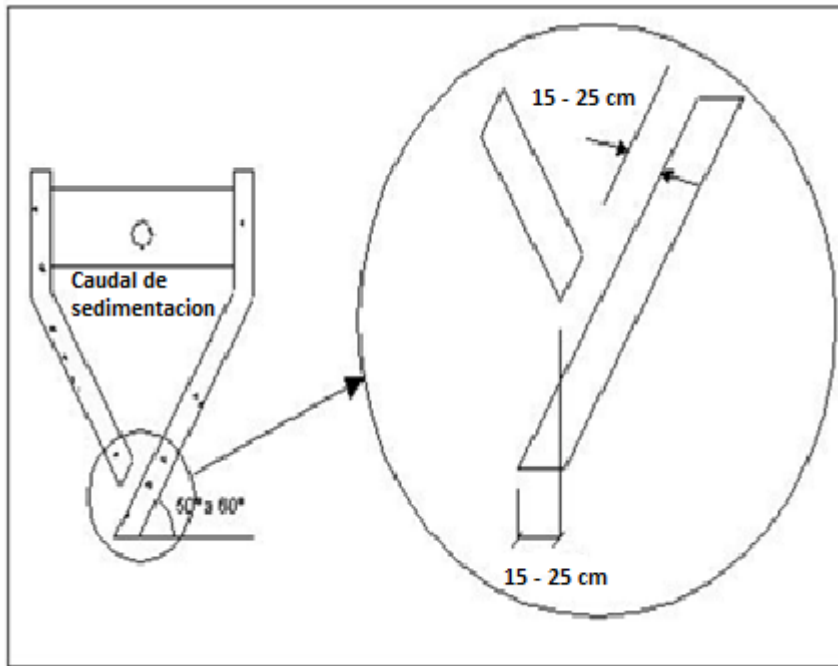
**5.3.5** En la arista central se dejará una abertura para el paso de sólidos de 0.05 m a 0.07 m.

**5.3.6** Uno de los lados deberá tener una prolongación horizontal de modo que impida el paso de gases hacia el sedimentador (ver figura 2 y ver formula 4)

$$Lv = \frac{Qmax}{Chv} \quad (4)$$

donde:

|      |  |
|------|--|
| Qmax | es el caudal máximo diario de diseño, en $\text{m}^3/\text{día}$ . |
| Chv  | es la carga hidráulica del vertedero                               |
| Lv   | es la longitud mínima del vertedero de salida (Lv, en m).          |



**Figura 2 — Diseño de sedimentador**

**5.3.7** para los sedimentadores rectangulares convencionales las estructuras de entrada y salida específicamente, tendrá un mínimo un diámetro de 0.1 m/ (m/día).

#### **5.4 Elemento de entrada**

La sección terminal del elemento de entrada de agua al tanque imhoff deberá estar sumergida como mínimo 0.15 m por debajo del tirante de agua y la parte inferior de la junta del elemento de entrada (tubería/pared del tanque) deberá ubicarse como mínimo 0.05 m por arriba del tirante de agua, bajo condiciones normales de funcionamiento el diámetro mínimo interior de la tubería de entrada debe ser de 0.10 m (4 pulg.).

#### **5.5 Elemento de salida**

**5.5.1** La sección inicial del elemento de salida de agua del tanque imhoff debe estar sumergido como mínimo 0.15 m por debajo del tirante de agua

**5.5.2** Las tuberías de entrada y salida deben ser compatibles con los sistemas de tuberías de acuerdo con la norma NORDOM 855 u otros materiales normalizados.

#### **5.6 Volumen de almacenamiento y digestión**

**5.6.1** El volumen del lodo se determinará considerando la reducción de 50% de sólidos volátiles, con una densidad de 1.05 kg/L y un contenido promedio de sólidos de 12.5% (al peso).

**5.6.2** El compartimiento será dimensionado para almacenar los lodos durante el proceso de digestión de acuerdo a la temperatura. Se usarán los siguientes valores especificado en la tabla 1.

**Tabla1. — Temperatura del proceso de digestión**

| Temperatura (° C) | Tiempo de digestión (días) |
|-------------------|----------------------------|
| 5                 | 110                        |
| 10                | 75                         |
| 15                | 55                         |
| 20                | 40                         |
| ≥25               | 30                         |

**5.6.3** El volumen del compartimiento de lodos se determinará considerando un volumen de 70 litros por habitante para la temperatura de 15 °C. Para otras temperaturas este volumen unitario se debe multiplicar por un factor de capacidad relativa de acuerdo a los valores de la tabla 2, (ver formula 5).

$$Vd = \frac{70 * P * for}{1000} \quad (5)$$

donde:

for                      Es el factor de capacidad relativa

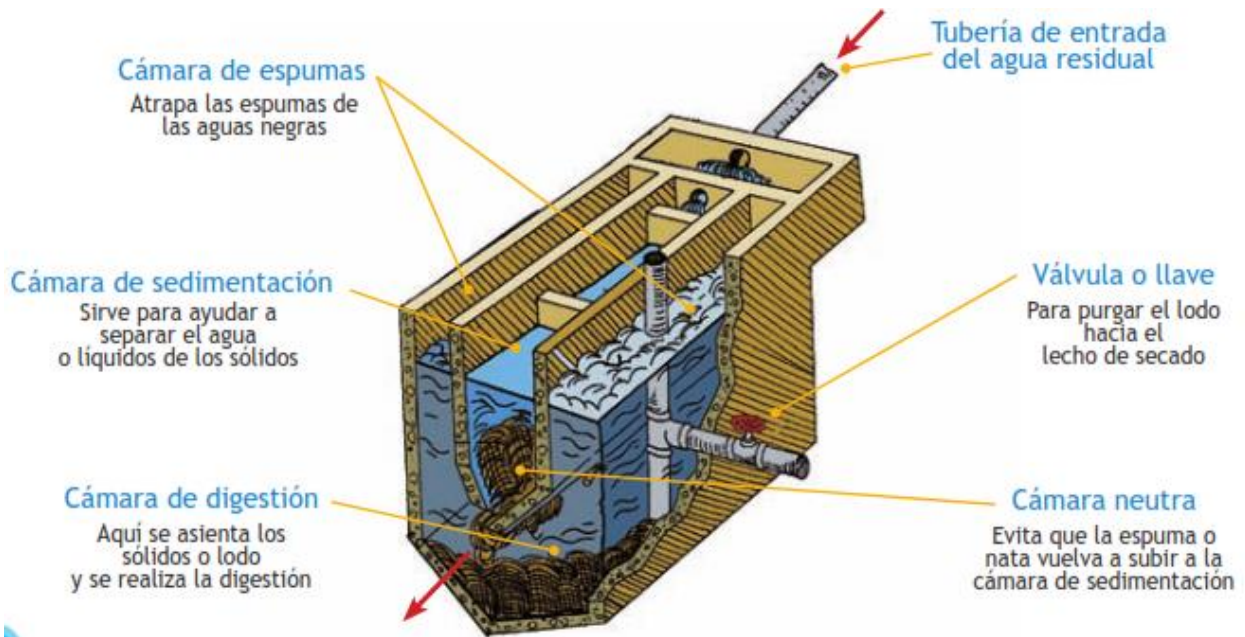
P                        Es la Población

**Tabla 2 — Factor de capacidad relativa**

| Temperatura (°C) | Factor de capacidad relativa |
|------------------|------------------------------|
| 5                | 2.0                          |
| 10               | 1.4                          |
| 15               | 1.0                          |
| 20               | 0.7                          |
| ≥25              | 0.5                          |

**5.6.4** La altura máxima de lodos deberá estar 0.50 m por debajo del fondo del sedimentador.

**5.6.5** El fondo del compartimiento tendrá la forma de un tronco de pirámide, cuyas paredes tendrán una inclinación de 15° a 30 ° con respecto a la horizontal, (ver figura 3).

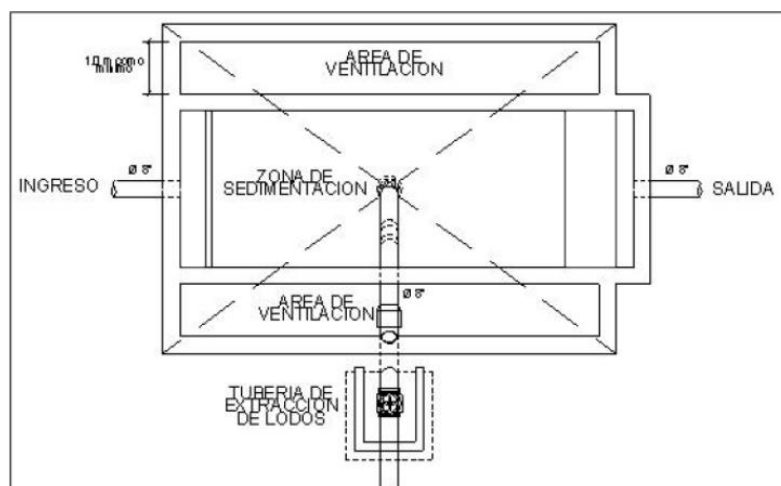


**Figura 3 — Diseño de digestor**

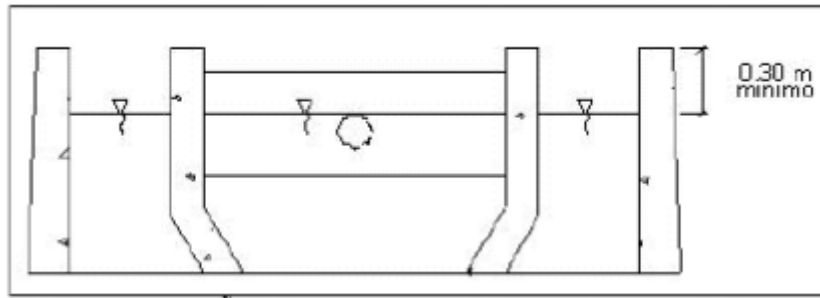
### 5.7 Área de ventilación y cámara de natas

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y el sedimentador (zona de espuma o natas) se tendrán en cuenta los siguientes:

- La superficie libre total deberá tener un mínimo de 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre será como mínimo de 0.30 cm, (ver figuras 4 y 5).
- Las partes de la superficie del tanque deberán ser accesibles, para que puedan destruirse o extraerse las espumas y los lodos flotantes.



**Figura 4 — Borde de la cámara de digestión**



**Figura 5 — Ventilación**

## 5.8 Remoción de lodos digeridos

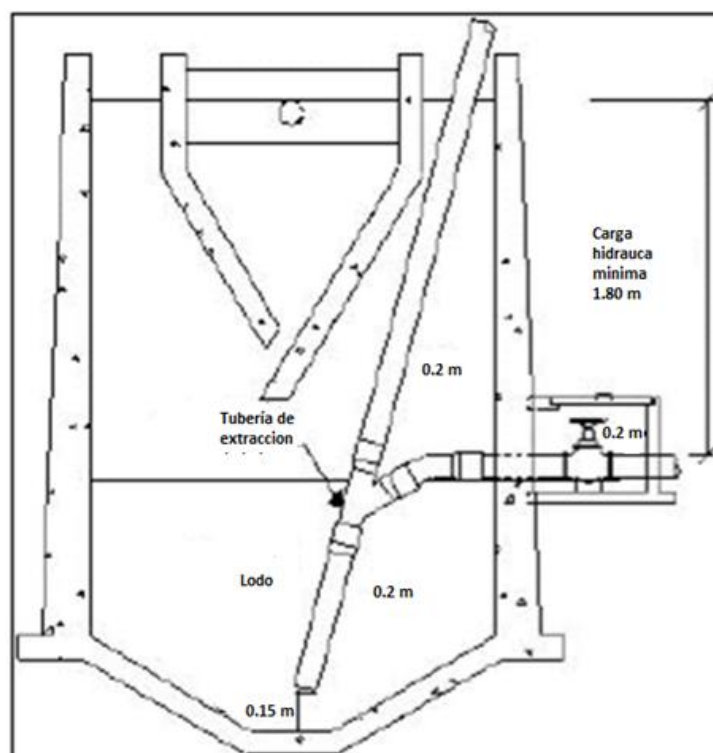
**5.8.1** El fabricante deberá presentar a la autoridad competente deberá declarar la frecuencia con la que se retiran los lodos. O deberá seguir las especificaciones indicada en esta sección.

**5.8.2** Las facilidades para la remoción de lodos digeridos deberán ser diseñadas en forma similar a los sedimentadores primarios, considerando que los lodos deberán ser retirados para secado en forma intermitente. Para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usarán los valores consignados en la tabla 1.

**5.8.3** El intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión, (ver tabla 1).

**5.8.4** Extracción de lodos, (ver figura 6):

- a) El diámetro mínimo de las tuberías de remoción de lodos deberá ser de 200 mm.
- b) La tubería de remoción de lodos deberá estar 15 cm por encima del fondo del tanque.
- c) Para la remoción hidráulica del lodo se requerirá por lo menos una carga hidráulica de 1.80 m.



**Figura 6 — Extracción de lodos**

## **6 Tanques de Sedimentación**

### **6.1 Los tanques de sedimentación pequeño**

**6.1.1** Los tanques de sedimentación pequeño deberán ser proyectados sin equipos mecánicos para el barrido de lodos y transporte a los procesos de tratamiento de lodos.

**6.1.2** Estos tanques deberán ser de forma rectangular, circular o cuadrada.

**6.1.3** Los tanques de sedimentación rectangulares pequeño podrán tener varias tolvas y los circulares o cuadrados una tolva central, como es el caso de los sedimentadores tipo Dormund.

**6.1.4** La inclinación de las paredes de los tanques de sedimentación deberá tener como mínimo 60 grados con respecto a horizontal.

**6.1.5** Los parámetros de diseño son similares a los de sedimentadores con equipos mecánicos. (Ver apartado 6.2.2).

### **6.2 Los tanques de sedimentación normal o mayores**

**6.2.1** Los tanques de sedimentación mayores usarán equipo mecánico para el barrido de lodos y transporte a los procesos de tratamiento de lodos.

**6.2.2** Los parámetros de diseño del tanque de sedimentación primaria y sus eficiencias deberán ser preferentemente determinados experimentalmente. Cuando se diseñen tanques convencionales de sedimentación primaria sin datos experimentales se deberá utilizar los siguientes criterios de diseño.

**6.2.2.1** Los canales de repartición y entrada a los tanques deberán ser diseñados para el caudal máximo horario.

**6.2.2.2** Los requisitos de área deberán determinarse usando cargas superficiales entre 24 y 60 m<sup>3</sup>/d basado en el caudal medio de diseño, lo cual equivale a un intervalo de velocidad de sedimentación de 1.00 a 2.5 m/h.

**6.2.2.3** El período de retención nominal deberá ser de 1.5 a 2.5 horas (recomendable < 2 horas), basado en el caudal máximo diario de diseño.

**6.2.2.4** La profundidad es el producto de la carga superficial y el período de retención y deberá estar entre 2 y 3.5 m. (recomendable 3 m).

**6.2.2.5** La relación largo / ancho debe estar entre 3 y 10 (recomendable 4) y la relación largo / profundidad entre 5 y 30. /d por metro lineal (recomendable 25), basado en el caudal máximo diario de diseño.

**6.2.2.6** La carga hidráulica en los vertederos deberá ser de 125 a 500 m

**6.2.2.7** La eficiencia de remoción del proceso de sedimentación puede estimarse de acuerdo con la tabla 3.

**Tabla 3 — Porcentaje de remoción**

| Período de retención nominal (horas) | DBO 100 a 200 mg/l |    | DBO 200 a 300 mg/l |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|--------------------|----|
|                                      | DBO                | SS | DBO                | SS |
| 1.5                                  | 30                 | 50 | 32                 | 56 |
| 2.0                                  | 33                 | 53 | 36                 | 60 |
| 3.0                                  | 37                 | 58 | 40                 | 64 |
| 4.0                                  | 40                 | 60 | 42                 | 66 |
| SS* sólidos en suspensión totales.   |                    |    |                    |    |

**6.2.2.8** El volumen de lodos primarios deberá calcularse para el final del período de diseño (con el caudal medio) y evaluarse para cada 5 años de operación. La remoción de sólidos del proceso se obtendrá de la tabla 4.

**Tabla 4 — La remoción de sólidos del proceso**

| Tipo de lodo primario        | Gravedad Específica | Concentración de sólidos |               |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------|
|                              |                     | Rango                    | % Recomendado |
| Con alcantarillado sanitario | 1.03                | 4-12                     | 6.0           |
| Con alcantarillado combinado | 1.05                | 4-12                     | 6.5           |
| Con lodo activado de exceso  | 1.03                | 3-10                     | 4.0           |

**6.2.2.9** El retiro de los lodos del sedimentador deberá efectuarse en forma cíclica y por gravedad. Donde no se disponga de carga hidráulica se deberá retirar por bombeo en forma cíclica. Para el lodo primario se recomienda:

- a. Bombas rotativas de desplazamiento positivo;
- b. Bombas de diafragma;
- c. Bombas de pistón; y
- d. Bombas centrífugas con impulsor abierto.

NOTA Para un adecuado funcionamiento de la planta, es recomendable instalar motores de velocidad variable e interruptores cíclicos que funcionen cada 0.5 a 4 horas. El sistema de conducción de lodos podrá incluir, de ser necesario, un dispositivo para medir el caudal.

**6.2.2.10** El volumen de la tolva de lodos deberá ser verificado para el almacenamiento de lodos de dos ciclos consecutivos.

**6.2.2.11** La velocidad en la tubería de salida del lodo primario deberá ser por lo menos 0.9 m/s.

**6.2.3** El mecanismo de barrido de lodos de tanques rectangulares tendrá una velocidad entre 0.6 y 1.2 m/min.

**6.2.4** Las características de los tanques circulares de sedimentación serán los siguientes:

- a) profundidad: de 3 a 5 m
- b) diámetro: de 3.6 a 4.5 m
- c) pendiente de fondo: de 6% a 16% (recomendable 8%).

**6.2.5** El mecanismo de barrido de lodos de los tanques circulares tendrá una velocidad periférica tangencial comprendida entre 1.5 y 2.4 m/min o una velocidad de rotación de 1 a 3 revoluciones por hora, siendo dos un valor recomendable.

**6.2.6** El sistema de entrada al tanque deberá garantizar la distribución uniforme del líquido a través de la sección transversal y deberá diseñarse en forma tal que se eviten cortocircuitos.

**6.2.7** La carga hidráulica en los vertederos de salida será de 125 a 500 m /d por metro lineal (recomendable 250), basado en el caudal máximo diario de diseño.

**6.2.8** Se deberá diseñar un sistema de recolección de natas, las que deben almacenarse en un pozo especial antes de ser transportadas al proceso de digestión.

**6.2.9** La pendiente mínima de la tolva de lodos será 1.7 vertical a 1.0 horizontal. En caso de sedimentadores rectangulares, cuando la tolva sea demasiado ancha, se deberá proveer un barredor transversal desde el extremo hasta el punto de extracción de lodos.

### **6.3 Tanques de flotación**

**6.3.1** El proceso de flotación se usa en aguas residuales para remover partículas finas en suspensión y de baja densidad, usando el aire como agente de flotación. Una vez que los sólidos han sido elevados a la superficie del líquido, son removidos en una operación de desnatado.

**6.3.2** El proceso requiere un mayor grado de mecanización que los tanques convencionales de sedimentación; su uso deberá ser justificado ante el organismo competente.

### **6.4 Materiales**

Los materiales empleados en la ejecución de los tanques inhoof, tapas y dispositivos internos deberán cumplir los requisitos para materiales establecido en la NORDOM 867, Fosas sépticas prefabricadas — Especificaciones y métodos de prueba.

### **6.5 Materias primas y componentes**

Se deberán documentar las especificaciones para todas las materias primas y componentes de entrada, así como el esquema de inspección que asegure su conformidad. Si se usan componentes de conjuntos prefabricados, la constancia del sistema de prestaciones de los componentes debe ser la indicada en la especificación técnica armonizada apropiada para dicho componente.

### **6.6 Trazabilidad y marcado**

Cada una de las pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales debe ser identificable y debe garantizarse la trazabilidad hasta su origen de producción. El fabricante debe disponer de procedimientos escritos que aseguren que los procesos asociados a la fijación de códigos y/o marcados de trazabilidad se inspeccionan regularmente.

## **7 Características del producto**

### **7.1 Estructuralmente**

**7.1.1** Los tanques imhoff deberán ser estructuralmente estables, duraderos, estancas al agua y resistentes a la corrosión.

**7.1.2** A un producto con la superficie abierta no deberán descargarse las aguas de desecho no purificadas.

### **7.2 Capacidad de carga**

**7.2.1** Las pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales deberán resistir las cargas resultantes de la manipulación, instalación y utilización incluyendo retirada de lodos y mantenimiento durante su vida útil.

**7.2.2** Cuando se ensaye según el anexo C, la capacidad descarga de las pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales se declara como:

- a) altura máxima permitida de relleno del trasdós (en metros);
- b) posibilidad de instalar la unidad en lugares húmedos o secos, expresado como húmedo (WET)

### 7.3 Eficiencia del tratamiento

**7.3.1** Cuando se ensaye según el anexo B, se deberá demostrar que cumple con el desempeño de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales y los datos de funcionamiento asociados declarados por el fabricante.

**7.3.2** La declaración del fabricante deberá expresarse en términos de rendimiento en el tratamiento sobre DQO, DBO, SS, parámetros de nitrógeno y fósforo total en relación con la carga diaria orgánica ensayada, como se indica en el apartado B.4.

**7.3.3** Cualquier rendimiento de un tratamiento ( $R$ ) que se declare para una carga diaria dada, no debe ser mayor que el valor medio de rendimiento del tratamiento obtenido durante el ensayo realizado según el anexo B. Además, se puede utilizar otro modo de expresión de la eficiencia para la DBO, DQO y los sólidos en suspensión (SS) (ver fórmula 6).

$$R = \frac{P_i - P_o}{P_i} \quad (6)$$

donde

$R$  es el rendimiento para un parámetro dado (DQO, DBO, SS);

$P_i$  es el valor de un parámetro dado en la entrada;

$P_o$  es el valor del mismo parámetro dado en la salida.

**EJEMPLO** Concentración mínima y máxima del efluente y el afluente.

**7.3.4** Se deberían realizar cálculos para indicar la calidad del efluente último, la cual se debería comparar con los requisitos válidos en el lugar de uso.

**7.3.5** Además, se deberá declarar el número de operaciones de eliminación de lodos realizadas durante el ensayo de acuerdo con el anexo B. El valor declarado para la frecuencia de eliminación de lodos debe ser mayor o igual que el valor medido durante el ensayo.

**7.3.6** Los parámetros descritos en el apartado B.2.4 deberán declararse cuando se requieran, es decir, por los reglamentos nacionales.

### 7.4 Ensayo con agua

Cuando se realice el ensayo según la sesión A.2, se debe medir la pérdida de agua de la unidad pasados 30 min. Para depósitos fabricados en hormigón deberá ser  $\leq 0.1L/m^2$  de la superficie húmeda interna de las paredes externas. En el caso de depósitos fabricados en plástico u otros materiales, no deben tener pérdidas.

### 7.5 Ensayo de vacío

La unidad deberá considerarse estanca al agua cuando se ensaye según la sesión A.3, siempre que la presión de vacío seleccionada para el ensayo no se desvíe en más de un 10% de la presión seleccionada.

## **7.6 Ensayo de presión neumática**

### **7.6.1 La unidad se considera estanca cuando:**

- a) Ensayándola en las condiciones dadas en el punto a) del apartado A.4.2, la presión neumática seleccionada para el ensayo no se desvía en más de 0.5 kPa (0.005 bar) durante dicho período de ensayo.
- b) Ensayándola en las condiciones dadas en el punto b) del apartado A.4.2, la variación de la presión neumática inicial (igual a 0.3 bar) es menor de 3 kPa (0.03 bar) durante 180s.

## **7.7 Sustancias peligrosas**

Las autoridades competentes sobre sustancias peligrosas pueden requerir verificaciones y declaraciones sobre emisiones, y en ocasiones sobre contenidos, cuando los productos de construcción cubiertos por esta norma se comercializan en esos mercados. En ausencia de métodos de ensayo armonizados, la verificación y declaración sobre la emisión/contenido debería realizarse teniendo en cuenta las disposiciones nacionales en el lugar de utilización.

## **8 Marcado, etiquetado y embalado**

### **8.1 Marcado**

**8.1.1** Para cada producto, el fabricante deberá proporcionar la siguiente información:

- a) Fabricante e identificación del producto;
- b) El número de esta norma;
- c) Designación nominal;
- d) Condiciones de utilización;
- e) Fecha de fabricación;
- f) Nombre del laboratorio;
- g) Número del informe del ensayo (en su caso);
- h) Suministro eléctrico (si procede).

**8.1.2** Cuando las autoridades competentes requieran información sobre algunos o todos los elementos mencionados en este capítulo, las disposiciones de este capítulo en relación con esos elementos comunes se considera que se cumplen.

### **8.2 Instrucciones de instalación**

**8.2.1** Junto con cada unidad, el fabricante deberá proporcionar las instrucciones para su instalación por escrito en la lengua del país en que se vaya a instalar. Las instrucciones deben contener los datos para la instalación de plantas y de todas las condiciones de operación incluyendo conexión de tuberías, conexiones eléctricas, comprobaciones y puesta en funcionamiento. Estas instrucciones deben cubrir todas las condiciones de la instalación, incluyendo cualquier limitación debida al efecto de la temperatura ambiente.

**8.2.2** Estas instrucciones deberán dar la altura máxima de relleno del trasdós, la profundidad del fondo de la unidad (hp) y la carga por peatones máxima aceptable y, donde sea de aplicación, las instrucciones para prevenir la flotación.

**8.2.3** Los productos objeto de esta norma no están sujetas a cargas por vehículos. Si los productos se van a utilizar en esas áreas, se deberían tomar medidas para asegurar que las cargas de los vehículos no se transfieren directamente a la unidad.

**8.2.4** Las instrucciones de instalación deberán contener detalles del asiento, lo que requiere que la unidad una vez instalada, tenga fácil acceso para el mantenimiento, especialmente para la retirada de lodos.

**8.2.5** Cuando sea necesario, el fabricante deberá describir cualquier necesidad de ventilación.

### **8.3 Instrucciones de mantenimiento y funcionamiento**

**8.3.1** Junto con cada planta, el fabricante deberá proporcionar las instrucciones completas para su mantenimiento y funcionamiento por escrito en la lengua del país en que se vaya a instalar.

**8.3.2** El fabricante deberá poner por escrito claramente las instrucciones de seguridad de modo que el operario debe poner atención en que nadie caiga dentro de la unidad durante su mantenimiento.

## **Anexo A** (normativo)

### **Ensayos de estanquidad al agua**

#### **A.1 Selección del ensayo**

**A.1.1** En una estación completa se deberá realizar uno de los ensayos de estanquidad mostrados en la tabla A.1, tanto si es construida en fábrica como si se monta con componentes prefabricados.

**A.1.2** Para el ensayo inicial de tipo (EIT), el ensayo con agua es el ensayo de referencia.

**Tabla A.1 – Ensayos posibles**

| Ensayos                     | Material de la fosa |                                      |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                             | Hormigón            | GRP,PE,PP,PVC-U, PDCPD, Acero y EPDM |
| Ensayo con agua             | X                   | X                                    |
| Ensayo de vacío             | -                   | X                                    |
| Ensayo de presión neumática | -                   | X                                    |

#### **A.2 Ensayo con agua**

##### **A.2.1 Muestra**

El ensayo se realiza en la unidad.

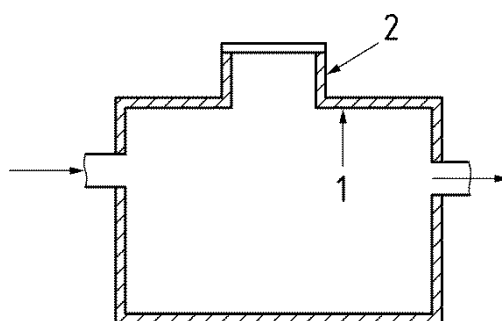
##### **A.2.2 Procedimiento**

**A.2.2.1** La unidad se colocará sobre un dispositivo elevado y asegurado en el sitio para permitir la inspección de la base de la estación.

**A.2.2.2** La unidad (con o sin pozo de registro) se deberá llenar, tras el sellado de las conexiones, con agua limpia hasta la altura declarada de estanquidad (altura mínima igual a la parte superior de la unidad) (véase la figura A.1).

**A.2.2.3** Para tener en cuenta las condiciones efectivas de uso y la posible saturación del material, las unidades de hormigón deberán llenarse con agua durante un período de al menos 24 h. Tras este período de saturación, puede que sea necesario rellenar la estación antes de comenzar el ensayo. Entonces se deberá medir el volumen de agua necesario para rellenar la unidad tras el período de ensayo de 30 min.

**A.2.2.4** Para pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales fabricadas de otro material, no es necesario que haya un período de saturación antes de comenzar el ensayo. Después de 30 min, se deberá inspeccionar si se producen pérdidas en la unidad y se deberá registrar la observación.



- Leyenda
- 1 Parte superior de la unidad
  - 2 Pozo de registro

**Figura A.1 - Altura de llenado**

### **A.2.3 Expresión de los resultados**

**A.2.3.1** Para instalaciones de hormigón, al final del período de ensayo, se deberá medir en litro la cantidad adicional de agua limpia requerida para elevar el nivel de agua hasta la parte superior de la unidad. Esta cantidad adicional de agua deberá expresarse en litros por m<sup>2</sup> de la superficie húmeda interna de las paredes externas. (ver NORDOM 100 (1<sup>ra</sup> Rev.).

**A.2.3.2** Para unidades fabricadas de otro material, se debe registrar cualquier pérdida de agua.

## **A.3 Ensayo de vacío a la permeabilidad del aire**

### **A.3.1 Muestra**

El ensayo se lleva a cabo en una unidad vacía (con o sin pozo de registro).

### **A.3.2 Procedimiento**

**A.3.2.1** La unidad deberá colocarse sobre una superficie nivelada y sujeta por los laterales. Se deberá elegir una de las tres presiones dadas en la tabla A.2 para la realización del ensayo.

**A.3.2.2** La presión de vacío elegida se deberá forzar gradualmente en la unidad y mantenerse durante 3 min para permitir que la unidad absorba la deformación.

**A.3.2.3** Tras esto, se deberá medir la variación de la presión en la unidad durante el período de ensayo correspondiente definido en la tabla A.2.

**Tabla A.2 - Parámetros del ensayo**

| <b>Presión de ensayo medida kPa</b> | <b>Período de ensayo s</b> |
|-------------------------------------|----------------------------|
| -10±2%                              | 60±1                       |
| -20±2%                              | 30±1                       |
| -30±2%                              | 15±1                       |

### **A.3.3 Expresión de los resultados**

El valor de la variación de presión debe expresarse en kPa.

## **A.4 Ensayo de presión neumática**

### **A.4.1 Muestra**

El ensayo se lleva a cabo en una unidad vacía (con o sin pozo de registro).

### **A.4.2 Procedimiento**

**A.4.2.1** El ensayo se deberá llevar a cabo de acuerdo a uno de los dos métodos siguientes.

a) la unidad deberá colocarse sobre una superficie nivelada y sujeta por los laterales. Para la realización del ensayo, se deberá elegir una de las tres presiones dadas en la tabla A.3. La presión neumática elegida se deberá imponer gradualmente en la unidad y mantenerse durante tres min para permitir que la unidad absorba la deformación. Tras esto, se deberá medir la variación de la presión en la unidad durante el período de ensayo correspondiente definido en la tabla A.3;

b) la unidad deberá colocarse sobre una superficie nivelada y sujeta por los laterales. La unidad debe someterse a una presión neumática inicial de 30 kPa (0.3 bar) durante al menos tres min; tras este período, se mide la variación de presión.

**TablaA.3 - Parámetros del ensayo**

| <b>Presión de ensayo medida kPa</b> | <b>Período de ensayos</b> |
|-------------------------------------|---------------------------|
| +10 ± 2 %                           | 60 ± 1                    |
| +20 ± 2 %                           | 30 ± 1                    |
| +30 ± 2 %                           | 15 ± 1                    |

### **A.4.3 Expresión de los resultados**

El valor de la variación de presión debe expresarse en kPa

## **Anexo B** **(normativo)**

### **Procedimiento de ensayo para la eficiencia del tratamiento**

#### **B.1 Responsabilidad y lugar del ensayo**

**B.1.1** Un laboratorio deberá ensayar la unidad.

**B.1.2** El ensayo deberá realizarse en la sala de ensayo del laboratorio o en un lugar designado por el usuario bajo el control del laboratorio.

**B.1.3** La selección del lugar para el ensayo es por decisión del fabricante, pero de acuerdo con el laboratorio. Las condiciones del lugar del ensayo son responsabilidad del laboratorio y deben cumplir las siguientes condiciones.

#### **B.2 Selección de la estación y evaluación preliminar**

##### **B.2.1 Generalidades**

**B.2.1.1** Antes del comienzo del ensayo, el fabricante deberá proporcionar al laboratorio las especificaciones de diseño de la unidad y del proceso, incluyendo un juego completo de planos y cálculos de soporte. También deberá proporcionarse información completa que comprenda los requisitos para la instalación y funcionamiento y mantenimiento de la unidad.

**B.2.1.2** El fabricante deberá proporcionar al laboratorio información detallando la seguridad mecánica, eléctrica y estructural de la instalación de la unidad a ensayar.

##### **B.2.2 Instalación y puesta en marcha**

**B.2.2.1** La unidad deberá instalarse de un modo que sea representativo de sus condiciones normales de utilización.

**B.2.2.2** Las condiciones del ensayo, incluyendo la temperatura ambiental y del agua residual, y el cumplimiento del manual de instrucciones del fabricante deberán controlarse y registrarse, y ser acordadas con el laboratorio. La unidad debe instalarse y ponerse en marcha de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El fabricante deberá instalar y poner en marcha todos los elementos de la unidad antes de realizar el ensayo.

##### **B.2.3 Procedimientos de funcionamiento y mantenimiento durante el ensayo**

La unidad debe ser manejada de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento del fabricante. El mantenimiento rutinario deberá llevarse a cabo de acuerdo estrictamente con las instrucciones de mantenimiento del fabricante. La extracción de lodos solo deberá realizarse cuando lo especifique el fabricante en sus instrucciones de funcionamiento y mantenimiento. El laboratorio deberá registrar todos los trabajos de mantenimiento.

##### **B.2.4 Control de datos**

**B.2.4.1** En todas las unidades que se ensayen se deberán controlar los parámetros clave siguientes, tanto para el afluente como para el efluente:

- a) demanda total de oxígeno químico (DQO)<sup>7)</sup> y demanda total de oxígeno bioquímico (DBO)<sup>8)</sup>; pasado un cierto tiempo, el DBO del afluente solo se puede calcular del valor del DQO;

- b) sólidos en suspensión (SS);
- c) temperatura (fase líquida);
- d) consumo total de energía del producto, si procede;
- e) caudal hidráulico diario.

**B.2.4.2** Si es necesario, también se pueden medir los siguientes parámetros:

- a) Ph;
- b) Conductividad;
- c) Parámetros de nitrógeno;
- d) Fósforo total;
- e) Caudal hidráulico horario;
- f) Concentración de oxígeno disuelto;
- g) Producción de lodos;
- h) Temperatura ambiente del aire.

### **B.3 Procedimiento del ensayo**

#### **B.3.1 Tiempo de establecimiento**

El fabricante deberá indicar al laboratorio el valor X definido en la tabla B.2.

#### **B.3.2 Características del afluente**

Se deberán utilizar aguas residuales domésticas. El laboratorio no deberá utilizar equipos de triturado sobre el suministro de agua residual en bruto. Se puede aceptar un cribado y eliminación de granos gruesos previo al uso, siempre que el afluente tenga las siguientes cualidades:

- a) DBO<sup>5</sup> o DBO<sup>7</sup> (ATU): 150 mg O<sup>2</sup>/L hasta 500 mg O<sup>2</sup>/L o DQO 300 mg O<sup>2</sup>/L hasta 1 000 mg O<sup>2</sup>/L;
- b) SS: 200 mg/L hasta 700 mg/L;
- c) NK:25 mg/L hasta 100 mg/L o N-NH<sub>4</sub>:22 mg/L hasta 80 mg/L;
- d) Fósforo total: 5 mg/L hasta 20 mg/L.

#### **B.3.3 Patrón de caudal diario para el ensayo**

**B.3.3.1** El laboratorio deberá medir el caudal diario utilizado para el ensayo. El patrón de caudal diario deberá ajustarse a la tabla B.1 con una tolerancia de  $\pm 5\%$ .

**Tabla B.1 - Patrón de caudal diario**

| Período h | Porcentaje del volumen diario % |
|-----------|---------------------------------|
| 3         | 30                              |
| 3         | 15                              |
| 6         | 0                               |
| 2         | 40                              |
| 3         | 15                              |
| 7         | 0                               |

**B.3.3.2** Cuando se introduce el afluente, se deberá realizar de manera regular durante todo el período.

### B.3.4 Procedimiento de ensayo

#### B.3.4.1 Generalidades

**B.3.4.1.1** A lo largo de todo el período que dure el ensayo deberán realizarse controles rutinarios. Deberá aplicarse el programa de ensayos recogido en la tabla B.2.

**B.3.4.1.2** Las mediciones deberán realizarse de manera regular durante cada secuencia, evitando el día en el que se produzcan esfuerzos.

**B.3.4.1.3** El ensayo completo deberá realizarse durante un período de (38 + X) semanas.

**B.3.4.1.4** Tras la retirada de los lodos, se deberá dejar un período de un día para recuperación antes de continuar con el programa de ensayos y tomas de muestra

**Tabla B.2 - Programa de ensayos**

| Secuencia | Características  |  | Tiempo transcurrido<br>Semanas |
|-----------|--|--|--------------------------------|
| 1         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Establecimiento de biomasa<br>Nominal<br>No  | X <sup>a</sup>                 |
| 2         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Nominal<br>Nominal<br>4 Mediciones   | 6                              |
| 3         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Carga por debajo de la capacidad<br>50 % nominal<br>2 Mediciones                     | 2                              |
| 4         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Nominal corte de corriente <sup>b</sup><br>Nominal<br>5 mediciones                   | 6                              |
| 5         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Carga reducida<br>No<br>No   | 2                              |
| 6         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Nominal<br>Nominal<br>3 mediciones   | 6                              |
| 7         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Sobrecarga <sup>c</sup><br>Nominal y sobrecarga (véase la tabla B.3)<br>2 mediciones | 2                              |
| 8         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Nominal- corte de corriente b<br>Nominal<br>5 mediciones                             | 6                              |
| 9         | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Carga por debajo de la capacidad<br>50 % nominal<br>2 mediciones                     | 2                              |
| 10        | Nombre de la secuencia<br>Caudal hidráulico diario<br>Muestreo | Nominal<br>nominal<br>3 mediciones   | 6                              |

a X es el tiempo indicado por el fabricante para obtener el rendimiento normal de funcionamiento.  
b Dos semanas después del comienzo de la secuencia se organiza un corte de corriente de 24 h.  
c Al comienzo de la secuencia se organiza una sobrecarga con una duración de 48 h.

### B.3.4.2 Sobrecarga

Al comienzo de las dos semanas de la fase de sobrecarga, el laboratorio deberá ajustar el caudal hidráulico diario para establecer la carga extra durante 48 h, como se muestra en la tabla B.3.

**Tabla B.3 – Definición de sobrecargas**

| Caudal nominal hidráulico $Q_N$   | Caudal total % |
|-----------------------------------|----------------|
| $Q_N \leq 1.2\text{m}^3/\text{d}$ | 150            |
| $Q_N > 1.2\text{m}^3/\text{d}$    | 125            |

### B.3.4.3 Descarga del caudal pico

**B.3.4.3.1** Solo durante las secuencias nominales, de acuerdo con las condiciones dadas en la tabla B.4, debe ejecutarse una descarga del caudal pico una vez a la semana. Esta descarga del caudal pico no deberá hacerse durante el día utilizado para el corte de corriente.

**B.3.4.3.2** Una descarga del caudal pico consiste en un volumen de 200 L de afluente de ensayo que deberá descargarse, además del caudal diario, durante un período de tres min, al comienzo del período con un caudal igual al 40% del caudal diario.

**Tabla B.4 – Número de descargas del caudal pico**

| Caudal hidráulico nominal $Q_N$          | Número de descargas del caudal pico |
|--|-------------------------------------|
| $Q_N \leq 0.6\text{ m}^3/\text{d}$       | 1                                   |
| $0.6 < Q_N \leq 1.2\text{ m}^3/\text{d}$ | 2                                   |
| $1.2 < Q_N \leq 1.8\text{ m}^3/\text{d}$ | 3                                   |
| $Q_N > 1.8\text{ m}^3/\text{d}$          | 4                                   |

### B.3.4.4 Corte de corriente/avería en la máquina

**B.3.4.4.1** Cuando corresponda, un ensayo de corte de corriente durante 24 h deberá simularla pérdida de energía eléctrica/avería mecánica de los equipos de la unidad. Durante el corte de corriente, deberá mantenerse la entrada de afluente de acuerdo con el patrón diario de caudal.

**B.3.4.4.2** Este ensayo no deberá realizarse durante el día utilizado para el caudal pico.

**B.3.4.4.3** Cuando exista un equipo de descarga eléctrica alternativo, el ensayo deberá realizarse con este equipo.

### B.3.5 Muestreo del afluente y efluente

**B.3.5.1** El laboratorio deberá recoger y analizar muestras del afluente para determinar su conformidad con las características del afluente (ver apartado B.3.2). Se deberán analizar muestras del efluente para determinar el rendimiento

**B.3.5.2** Las muestras de la entrada y la salida deberán ser compuestas basadas en el caudal de más de 24 h, recogidos de acuerdo con la tabla B.1. Las muestras deberán recogerse regularmente.

## B.4 Análisis de las muestras

**B.4.1** Los parámetros determinantes especificados en el apartado B.2.4 deberán ser analizados de acuerdo con los métodos de la norma NORDOM 436 Agua residuales. Requisito para la prevención y control de la contaminación y en el informe se deberá hacer referencia a los análisis del ensayo.

**B.4.2** Se deberán determinar las concentraciones para cada carga y cada parámetro.

**B.4.3** Para cada parámetro debe calcularse el valor medio de 20 rendimientos obtenidos durante las secuencias nominales (con y sin corte de corriente). La carga diaria orgánica ensayada deberá ser el valor medio de 20 cargas orgánicas diarias medidas durante las secuencias nominales.

**B.4.4** En el informe deberán recogerse los valores individuales para secuencias de carga por debajo de la capacidad (4 rendimientos), sobrecarga (2 rendimientos).

## **B.5 Informe del ensayo**

**B.5.1** El informe deberá contener al menos la información que se especifica a continuación.

**B.5.1.1** Detalles de la unidad ensayada, incluyendo información sobre la carga orgánica diaria nominal y el caudal hidráulico diario nominal.

**B.5.1.2** La información sobre la conformidad de la unidad ensayada con la información proporcionada antes de realizar el ensayo.

**B.5.1.3** Los datos obtenidos durante el ensayo (ver apartado B.2.4), en particular: el valor medio de los rendimientos para la carga nominal y los valores individuales de los rendimientos para cargas no nominales (ver apartado B.4).

**B.5.1.4** Información sobre todo el mantenimiento y reparaciones realizadas durante el período de ensayo, incluyendo detalles de la frecuencia de extracción de lodos, cantidad y volumen extraído.

**B.5.1.5** Información sobre la energía eléctrica absorbida durante el período de ensayo.

**B.5.1.6** Información sobre cualquier problema, físico o medioambiental, ocurrido durante el período de ensayo. En esta sección deberá informarse acerca de las desviaciones sobre las instrucciones de mantenimiento del fabricante.

**B.5.1.7** Información detallando cualquier deterioro físico de la unidad que haya ocurrido durante el período de ensayo; por ejemplo, en su caso, el comportamiento de la unidad ante obstrucciones.

**B.5.1.8** Información relacionada con desviaciones sobre el procedimiento de ensayo.

**B.5.1.9** Normas de escalado utilizadas por el fabricante para evaluar la misma eficiencia del tratamiento y comportamiento estructural de toda la gama de productos.

## Anexo C (normativo)

### Métodos de ensayo para comportamiento estructural

#### C.1 Generalidades

**C.1.1** Este anexo da las indicaciones para ensayar el comportamiento estructural de unidades de tratamiento que se instalan enterradas en el terreno.

**C.1.2** Los resultados de los ensayos deberán asegurar que se garantiza la capacidad de carga para la altura de relleno del trasdós declarada.

**C.1.3** Cuando los ensayos se realicen de acuerdo capítulo C4 (ensayo de vacío), la altura del relleno del trasdós debe ser la mínima entre  $H_1$  o  $H_2$  calculada según la tabla c.1.

**C.1.4** Para determinar el comportamiento estructural de una estación, se deberá utilizar uno o más de los métodos descritos a continuación y mencionados en la tabla C.1.

**Tabla C.1 – Fórmulas para el cálculo de la altura del relleno del trasdós después del ensayo de vacío**

| Carga vertical   | Carga horizontal  |
|--|---|
| $H_1 = \frac{\frac{p \times f}{1.5} - 10 \times H_w - 2.5}{18}$  | $H_2 = \frac{\frac{p \times f}{1.5} - 10 \times H_w - 18 \times K \times H_p}{18 \times K}$   |
| donde<br>$P$ es la presión negativa (kPa);<br>$f$ es el coeficiente;<br>$S_1$ es la superficie horizontal de la estación (m <sup>2</sup> );<br>$H_w$ es la altura del nivel freático medido desde el fondo de la estación (m);<br>$H_1$ es la altura del relleno del trasdós(m). | donde<br>$K$ es el coeficiente (véase 5.1.2.2 de la UNE EN 12566-3);<br>$P$ es la presión negativa (kPa);<br>$f$ es el coeficiente;<br>$S_2$ es la superficie lateral de la estación (m <sup>2</sup> );<br>$H_w$ es la altura del nivel freático medido desde el fondo de la estación (m);<br>$H_p$ es la altura total de la planta (m);<br>$H_2$ es la altura del relleno del trasdós (m). |

#### C.2 Ensayo de carga vertical para estaciones de PE, PP y PDCPD

NOTA Este método de ensayo se aplica solamente en condiciones secas.

##### C.2.1 Muestra

El ensayo se debe realizar en una estación vacía equipada con su(s) tapa(s) sin pozo de registro y/o de mantenimiento.

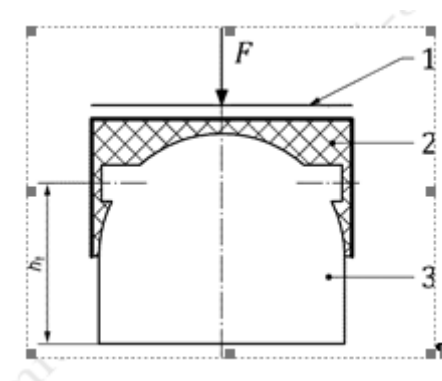
##### C.2.2 Procedimiento

**C.2.2.1** El ensayo se debe realizar a una temperatura de  $(25 \pm 5)$  °C.

**C.2.2.2** La unidad de tratamiento deberá colocarse en sus condiciones normales de funcionamiento sobre un lecho de arena con una granulometría de 0 a 5 mm, contenido de agua aproximadamente menor que el 15%. Se deberá nivelar el lecho hasta un espesor de  $(6 \pm 1)$  cm de arena antes de la instalación del depósito (véase la figura C.1).

**C.2.2.3** La carga vertical se debe distribuir por igual sobre la parte superior de la unidad de tratamiento. Se deberá ajustar una placa de carga al centro de la parte superior de la unidad y se deberá colocar sobre una placa de madera contrachapada blanda de 1 cm de espesor. Si la parte superior de la unidad en contacto con la placa de carga no es plana (por ejemplo, tapas o puntos elevados), se deberán compensar las diferencias de nivel.

**C.2.2.4** La carga se deberá aplicar a una velocidad uniforme y el tiempo de carga máxima no deberá ser menor de 5 min. La tolerancia de la carga deberá ser  $\pm 3\%$ . La carga sobre la fosa se deberá incrementar hasta que colapse. Se debe anotar la variación de  $h_t$ , paso a paso. Se debe anotar la carga máxima  $F$ .



Leyenda

- 1 Carga distribuida
- 2 Espuma de poliuretano
- 3 Depósito
- $h_t$  Distancia entre el fondo de la estación y el eje de la tubería de entrada

**Figura C.1 - Esquema del principio del ensayo de una estación de PE y PP**

### C.2.3 Expresión de los resultados

La carga correspondiente al colapso se debe anotar y expresar en kN y transformar a la altura de relleno del trasdós y nivel del agua en el terreno de acuerdo con la tabla C.1, según corresponda.

## C.3 Ensayo de vacío para estaciones de plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP)

**C.3.1** La unidad de tratamiento deberá diseñarse para soportar una presión externa  $P$ . La unidad de tratamiento deberá ensayarse para la carga externa para la que está diseñada en cualquiera de las condiciones, utilizando la fórmula C.1:

$$p = \frac{L}{f} \quad (C.1)$$

donde

$P$  es la presión externa en kPa;

$L$  es la carga en kN (la mayor de las cargas horizontal o vertical debida al relleno del trasdós y la carga hidrostática, cuando corresponda);

$f$  es el factor a tener en cuenta las propiedades físicas a largo plazo del material GRP utilizando la fórmula C.2.

$$f = \beta \sqrt{\alpha_{construcción}} \quad (C.2)$$

donde

$\alpha$  construcción (comportamiento al deslizamiento a largo plazo) se determina de acuerdo con el ensayo del apartado 7.2 de la Norma EN 978:1997;

$\beta$  (factor de envejecimiento) se determina según el apartado 4.5.6. Norma EN 978:1997;

**C.3.2** Cuando se realice el ensayo según el apartado 6.8 de la Norma EN 976-1:1997, (sin tener en cuenta el apartado 6.8.1) con la presión calculada más arriba (P), la estación debe estar libre de cualquier degradación visual interna o externa. Los resultados deben expresarse en kPa y transformarse a la altura de relleno del trasdós y nivel del agua en el terreno de acuerdo con el apartado C.1.4 de esta norma

## Bibliografía

- [1] OS.090, Plantas de tratamiento de aguas residuales
- [2] Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización
- [3] Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades
- [4] Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. Mejora de la calidad de los efluentes.
- [5] UNE-EN 12566-3: 2017, Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 3: Plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino.
- [6] Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades. capítulo II. tanque imhoff.
- [7] Manual técnico de difusión sistema de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales
- [8] NORDOM 100 (1<sup>ra</sup> Rev.), Sistema internacional de unidades
- [9] EN 976-1:1997, Tanques enterrados de plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV). Tanques cilíndricos horizontales para el almacenamiento sin presión de carburantes petrolíferos líquidos. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para tanques de una sola pared.