

NOM-015-SCT4-1994

**NORMA OFICIAL MEXICANA, SISTEMA DE SEPARADORES DE AGUA E HIDROCARBUROS.
REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Dirección General de Marina Mercante.

PEDRO PABLO ZEPEDA BERMUDEZ, Coordinador General de Puertos y Marina Mercante y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Marítimo y Puertos, con fundamento en los artículos 36 fracciones I, XII y XVI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II; 40 fracciones XIII y XVI; 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 7o. fracciones V y VII, y 60 de la Ley de Navegación; 4o., 6o. fracción XIII y 28 fracción XVI del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

CONSIDERANDO

Que con fecha 11 de noviembre de 1994, en cumplimiento de lo previsto en los artículos 44 y 46 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Dirección General de Marina Mercante presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Marítimo y Puertos, el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana;

Que con fecha 30 de noviembre de 1998, una vez aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Marítimo y Puertos, y en cumplimiento de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al mencionado Comité Consultivo;

Transcurrido el plazo otorgado, no se recibieron comentarios sobre el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana;

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Marítimo y Puertos, he tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT4-1994, Sistema de separadores de agua e hidrocarburos. Requisitos y especificaciones

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Especificaciones
6. Métodos para las pruebas
7. Certificación, inspección y aceptación
8. Vigilancia
9. Bibliografía
10. Concordancia con normas internacionales
11. Vigencia

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes Dependencias, Cámaras, Institutos, Asociaciones y Empresas.

Dependencias:

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL Dirección General de Normas

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES Dirección General de Asuntos Jurídicos Dirección

General de Marina Mercante Dirección General de Tarifas y Transporte Multimodal

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar

SECRETARIA DE MARINA, ARMADA DE MEXICO Dirección General de Construcción y Mantenimiento Navales

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA Dirección General de Infraestructura y Flota Pesqueras

PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR

Cámaras:

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE MARITIMO

Confederaciones:

CONFEDERACION DE CAMARAS INDUSTRIALES

Institutos:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Asociaciones:

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA PORTUARIA
COLEGIO NACIONAL DE PROFESIONALES DE LA PESCA, A.C.

Empresas:

Petróleos Mexicanos Pemex-Refinación; Gerencia de Transportación Marítima

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos y especificaciones que deben cumplir los sistemas separadores de agua e hidrocarburos que se instalen en las embarcaciones.

2. Campo de aplicación

Esta Norma se aplica a los diferentes sistemas separadores de agua e hidrocarburos que se instalen en embarcaciones nacionales.

3. Referencias

NMX-Z-13-1977 Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas.
NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida, Sistema Internacional (SI de Unidades de Medida).

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma se entenderá:

4.1 Sistema

Conjunto de equipos separadores, filtradores, hidrocarbúrometros dispositivos de registro y alarma, bombas, válvulas, manómetros, termómetros y demás elementos que lo componen.

4.2 Equipos separadores de agua e hidrocarburos

Aquel diseñado para separar agua e hidrocarburos.

4.3 Equipo filtrador

Aquel diseñado para retener partículas oleosas.

4.4 Hidrocarbúrometros

Aparato para medir el contenido de hidrocarburos en el efluente o descarga.

4.5 Dispositivo de registro

Aparato que registra continuamente, el contenido de hidrocarburos en partes por millón.

4.6 Dispositivo de alarma

Aparato que indica el exceso de hidrocarburos en el efluente, a través de una señal sonora y visual.

5. Especificaciones

5.1 Sistemas

5.1.1 Deben ser de construcción sólida, tomando en cuenta su lugar de instalación.

5.1.2 Su buen funcionamiento no debe afectarse por los movimientos y vibraciones de la embarcación, los dispositivos eléctricos y electrónicos de alarma y control deben funcionar continua y eficazmente, sometidos a las siguientes condiciones de vibración:

a) de 2 a 13.2 Hz con una amplitud de ± 1 mm, y

b) de 13.2 Hz a 80 Hz con una amplitud de aceleración de ± 0.7 g.

5.1.3 Debe funcionar eficazmente aun con ángulos de escora de hasta 22.5° respecto al plano normal de servicio.

5.1.4 Todos los elementos móviles del equipo expuestos a desgastes o averías deben estar colocados de tal manera que sean de fácil acceso para su mantenimiento.

5.1.5 Debe funcionar automáticamente, y tener medios para accionarlo manualmente en caso de emergencia.

5.1.6 El sistema debe comenzar a operar con un mínimo de atención. En el caso de equipos utilizados para aguas de sentinas de la cámara de máquinas, no será necesario ajustar las válvulas ni otros dispositivos para que el sistema empiece a operar y, si se instala en espacios de máquinas sin dotación permanente, debe ser capaz de funcionar automáticamente sin supervisión por lo menos durante 24 horas de servicio normal.

5.1.7 Debe ser resistente a la corrosión en las condiciones típicas del medio marítimo.

5.2 Separador

5.2.1 Cuando en la alimentación del equipo separador de agua e hidrocarburos, se pase a hidrocarburos solamente o de hidrocarburos y/o agua a aire, el resultado no deberá ser una descarga en el mar de mezclas con un contenido de hidrocarburos de 15 ppm.

5.3 Filtrador

5.3.1 Cuando se esté en las mismas circunstancias mencionadas en el punto 5.2.1, el contenido de hidrocarburos de la descarga no deberá exceder de 15 ppm.

5.4 Hidrocarbúrometros

5.4.1 Debe tener dispositivos de alarmas que indiquen un contenido de 15 ppm. No obstante, se puede utilizar un hidrocarbúrometro para una o varias aplicaciones concretas, como por ejemplo: crudos de petróleo, productos "negros", productos "blancos", aguas de sentina o "alarma de 15 ppm", y la aprobación debe indicar claramente la aplicación o aplicaciones que se autoricen.

5.4.2 No debe tener ni utilizar ninguna sustancia de índole peligrosa, a menos que se tomen medidas adecuadas, que la autoridad competente juzgue aceptables, para eliminar los riesgos que ello pudiera entrañar.

5.4.3 La precisión de los hidrocarbúrometros proyectados para la vigilancia y control de una amplia gama de contenidos de hidrocarburos debe ser tal que las lecturas indiquen el contenido de hidrocarburos de la muestra sometida a prueba con una tolerancia de ± 10 ppm o ± 20 por ciento, si este último valor es mayor. Esta precisión debe mantenerse dentro de los límites indicados pese a la posible presencia de contaminantes distintos del hidrocarburo, tales como aire, arrastrado, herrumbre, barro o arena.

5.4.4 Debe estar diseñado de modo que funcione dentro de los límites que se acaban de señalar cuando la alimentación de energía se aparte en un 10 por ciento del valor, referido a electricidad, aire comprimido, etc., para el cual ha sido proyectado el hidrocarbúrometro.

5.4.5 Es conveniente que el tipo de hidrocarburo no influya en la lectura. Si influye, se debe evitar la necesidad de regular el hidrocarbúrometro a bordo, pero se permiten las alteraciones del calibrado prefijadas de acuerdo con instrucciones establecidas por el fabricante.

5.4.6 En este último caso, se debe disponer de medios que permitan verificar que se ha seleccionado el calibrado correcto para el hidrocarburo de que se trate. La exactitud de las lecturas debe mantenerse siempre dentro de los límites señalados en el punto 5.4.3.

5.4.7 El tiempo de respuesta del hidrocarbúrometro, es decir, el transcurso entre el momento en que se altera la muestra que se le entrega y el momento en que el instrumento refleja la diferencia, no debe exceder de 20 segundos.

5.4.8 El hidrocarbúrometro puede tener varias escalas apropiadas para el uso que se le piense dar.

5.4.9 El hidrocarbúrometro debe llevar un dispositivo de alarma que pueda ser ajustado de modo que, cuando se alcance cualquier valor preseleccionado, entre automáticamente en acción para alertar a la tripulación o accionar las válvulas de control. Este dispositivo debe actuar también automáticamente si el hidrocarbúrometro deja de funcionar.

5.4.10 Se recomienda que haya a bordo un dispositivo adecuado, por medio del cual se verificará todo desajuste que se pueda producir en el instrumento y, confirmar la exactitud y respetabilidad de las lecturas que dé.

5.4.11 Cuando el hidrocarbúrometro lleve instalado un dispositivo de registro gráfico con más de una escala, ese dispositivo debe indicar la escala que se esté utilizando.

5.4.12 La instalación debe quedar dispuesta a bordo de modo que el tiempo total de respuesta entre el momento en que se modifique la mezcla que se esté bombeando y el momento en que el hidrocarbúrometro indique el cambio, sea lo más breve posible y en ningún caso excederá de 40 segundos, a fin de poder actuar para evitar que la concentración de hidrocarburos en la mezcla que se esté descargando llegue a superar el límite admisible.

5.5.13 El dispositivo montado a bordo para la extracción de muestras en el tramo comprendido entre los conductos de descarga y el hidrocarbúrometro debe dar un muestreo realmente representativo de la calidad del efluente. Deben establecerse puntos de muestreo en todas las tuberías de descarga que deban ser vigiladas y controladas en cumplimiento de lo dispuesto en el Convenio MARPOL 73/78 y su protocolo que lo modifica.

6. Métodos para las pruebas

6.1 Equipos separadores de agua e hidrocarburos.

Las características de la mezcla hidrocarburos/agua que haya de ser tratada por el sistema dependerá de:

- La posición de la interfaz hidrocarburos/agua, en relación con el punto de aspiración, en el espacio que se esté bombeando;
- El tipo de bomba que se utilice;
- El tipo y grado de cierre de todas las válvulas de control existentes en el circuito, y
- El tamaño y la configuración general del sistema.

En consecuencia, es conveniente que la instalación de prueba se construya de manera que no sólo contenga los equipos separadores y filtradores, sino también la bomba y las principales válvulas, tuberías, etc. (véase como ejemplo la figura 1a). Las tuberías estarán diseñadas para una velocidad máxima de circulación del líquido de 3 metros por segundo.

6.1.1 Se deben realizar las pruebas con un régimen de alimentación, que iguale la capacidad total para la cual el equipo esté diseñado.

6.1.2 Las pruebas deben llevarse a cabo con dos tipos de hidrocarburos. Para todas ellas se utilizará un aceite combustible cuya densidad relativa sea de aproximadamente 0.94 a 15°C, que tenga una viscosidad no inferior a 220 centistokios (alrededor de 900 segundos Redwood No. 1) a 37.8°C (100°F). Además, se deben realizar pruebas descritas en los puntos 6.1.8 y 6.1.9 con un aceite combustible destilado ligero que tenga una densidad relativa de aproximadamente 0.83 a 15°C.

6.1.3 Si en el equipo existe como parte integrante, una bomba de alimentación montada antes o después del separador, este equipo se prueba con la bomba suministrándole la cantidad necesaria de hidrocarburos y agua a su capacidad

nominal. Si el equipo va a ser alimentado por las bombas de sentinas del buque, se le prueba suministrando la cantidad necesaria de mezcla de hidrocarburos y agua al orificio de admisión de una bomba centrífuga que trabaje como mínimo a 1 000 rpm. Esta bomba debe tener una capacidad de trabajo no inferior a 1.5 veces la capacidad nominal del equipo a la presión de trabajo exigida para la prueba. La variación de la razón hidrocarburos/agua se obtendrá mediante una válvula colocada en las tuberías de aspiración de hidrocarburos y agua adyacentes al punto de aspiración de la bomba. Se vigila y controla el caudal de hidrocarburos y agua o el contenido de hidrocarburos del líquido que entre en el equipo. Si se utiliza una bomba centrífuga, toda entrega a la misma que exceda de su capacidad será eliminada mediante un conducto de derivación hacia el lado de descarga. En todos los casos y a fin de asegurar condiciones uniformes, la disposición de la tubería inmediatamente anterior al equipo será tal que el influente tenga un número de Reynolds no inferior a 10,000, calculado en agua dulce y una velocidad mínima de 1 metro por segundo. La longitud de la tubería de alimentación desde el punto de inyección del hidrocarburo hasta el equipo debe ser como mínimo 20 veces su diámetro. Debe haber cerca del orificio de admisión del equipo un punto de muestreo de la mezcla entrante y una cavidad para un termómetro, y en el conducto de descarga un punto de muestreo de la mezcla saliente y una ventanilla de observación. En las figuras 1a y 1b se muestran en forma esquemática dos instalaciones de prueba posibles, aunque hay que señalar que no es necesario hacer que el agua y los hidrocarburos procedentes del equipo regresen a los tanques de alimentación. Cuando el agua y los hidrocarburos se someten a recirculación durante la prueba, se intercalan otros puntos de muestreo en las tuberías de agua y de hidrocarburos que vayan a la bomba, a fin de verificar la calidad del agua y de los hidrocarburos que se le suministren. Con miras a lograr una aproximación al muestreo isocinético, es decir, aquél en que la muestra entra en el conducto de muestreo a la velocidad del flujo, el dispositivo de muestreo debe ser como el que se ilustra en la figura 2, y si se ha instalado un grifo, se deja correr libremente el líquido durante un minuto como mínimo antes de tomar ninguna muestra. Los puntos de muestreo deben estar en tuberías tendidas verticalmente.

6.1.4 Se realizan las pruebas con agua limpia que a 15°C tenga una densidad relativa a lo sumo 0.085 mayor que la densidad relativa del aceite combustible más pesado de los que se indican en el punto 6.1.2.

6.1.5 Si el funcionamiento del equipo depende esencialmente de la gravedad, el líquido de alimentación del sistema se mantiene a una temperatura de no más de 25°C, y cuando sea necesario se proveerán serpentines de calefacción y de enfriamiento. En otros casos, cuando no se haya precisado una relación de subordinación entre la eficacia de la separación y la temperatura, se efectuarán las pruebas observando una gama de temperaturas que reflejen la gama normal, de entre 10°C y 30°C, de funcionamiento a bordo, o a una temperatura de esta gama a la cual se sepa que es mínima la eficacia de la separación.

6.1.6 En los casos en que el equipo haga necesario que se caliente el agua a una temperatura determinada, y que para mantener ésta se suministre calor, las pruebas deben efectuarse a dicha temperatura.

6.1.7 Para hacer que la prueba del equipo comience con la sección de hidrocarburos totalmente llena y la tubería de alimentación que esté impregnada también de hidrocarburos, se debe llenar el equipo de agua y luego, mientras esté funcionando, alimentarlo solamente con hidrocarburos durante cinco minutos por lo menos.

6.1.8 Hasta llegar a las condiciones de régimen del equipo, conviene alimentarlo con una mezcla cuya composición se sitúe entre 5,000 y 10,000 ppm de hidrocarburos en agua. Se supone que las condiciones de régimen son las establecidas cuando las bombas han hecho pasar por el equipo separador una cantidad de mezcla de hidrocarburos/agua no inferior al doble del volumen del equipo. Luego debe proseguir la prueba durante 30 minutos, en el transcurso de cuyo periodo, a los 10 y a los 20 minutos de iniciado el mismo, se toman muestras para análisis en los puntos de entrada de la mezcla y de salida del agua. Al término de esta prueba se abre un grifo de aire en el lado de aspiración de la bomba y, si es necesario, se cerrarán lentamente y al mismo tiempo las válvulas de hidrocarburos y de agua, y en la descarga de agua se toma una muestra cuando cese el flujo (circunstancia que se puede determinar viendo por la ventanilla de observación).

6.1.9 Se realiza una prueba idéntica a la descrita en el punto 6.1.8., incluida la apertura del grifo de aire, con una mezcla compuesta aproximadamente de un 25 por ciento de hidrocarburos y un 75 por ciento de agua.

6.1.10 Se alimenta el equipo sólo con hidrocarburos durante cinco minutos como mínimo, verificando al propio tiempo por la ventanilla de observación que no se produce ninguna descarga de hidrocarburos. Se alimenta el equipo con hidrocarburos en cantidad suficiente para hacer funcionar la válvula, se continúa la prueba durante cinco minutos utilizando para alimentar el equipo, sólo con hidrocarburos a fin de comprobar hasta que punto es suficiente el sistema de descarga de hidrocarburos.

6.1.11 Se alimenta el equipo con agua durante 15 minutos, y se toman dos muestras durante la operación en el punto de salida de agua, la primera inmediatamente después del cambio de régimen de alimentación.

6.1.12 Se realiza una prueba que dure un mínimo de tres horas para comprobar que el equipo es capaz de funcionar ininterrumpida y automáticamente. Esta prueba, durante la cual deberá quedar demostrada la eficacia de los dispositivos automáticos instalados, debe llevarse a cabo durante un ciclo en el que se pase progresivamente de agua sola a una mezcla de agua y un 25 por ciento de hidrocarburos y se vuelva a agua sola cada 15 minutos. Toda la secuencia de la prueba debe estar programada en forma continua, y al término de ella, mientras se esté alimentando el equipo con un 25 por ciento de hidrocarburos, se toma una muestra del efluente acuoso para analizarlo.

6.1.13 El muestreo se realiza como se indica en la figura 2, de modo que la muestra tomada represente fielmente la calidad del fluido procedente del orificio de salida de agua del equipo.

6.1.14 Los frascos que contengan las muestras se sellan y rotulan en presencia del representante de la autoridad marítima, después se analizan las muestras cuanto antes, dentro de un plazo no mayor de siete días en los laboratorios determinados por la autoridad competente.

6.1.15 El contenido de hidrocarburos de las muestras debe determinarse con el método para determinar el contenido de hidrocarburos.

6.1.16 Cuando en la entrada y en la salida del equipo separador o filtrador estén instalados hidrocarbúrometros precisos y fiables, bastará con tomar una muestra en cada uno de esos puntos durante cada prueba, si las muestras confirman, con una tolerancia de ± 10 por ciento, las lecturas que dé el instrumento en el mismo instante.

6.1.17 En la presentación de los resultados se consignan los siguientes datos, expresados de acuerdo con el Sistema Métrico Internacional de Unidades de Medida (SI):

6.1.17.1 Propiedades del hidrocarburo:

- densidad relativa a 15°C
- viscosidad (en centistokios a 37.8°C)
- punto de inflamación
- cenizas
- contenido de agua (total)

6.1.17.2 Propiedades del agua.

- densidad relativa a 15°C con indicación de toda materia sólida presente;

6.1.17.3 temperatura en el punto de entrada al equipo;

6.1.17.4 método utilizado para el análisis de todas las muestras tomadas y resultados correspondientes, junto con las lecturas del hidrocarbúrometro cuando sea pertinente;

6.1.17.5 diagrama de la instalación de prueba, y

6.1.17.6 diagrama del dispositivo de muestreo.

6.1.18 Prescripciones relativas a la instalación

Para futuras inspecciones a bordo del buque, en una sección vertical de la tubería del efluente acuoso se provee un punto de muestreo situado lo más cerca posible del punto de salida del equipo.

Se toman medidas para no exceder en la práctica, la capacidad igual o inferior a la del equipo, ya sea:

- a) Conectando solamente bombas de una capacidad igual o inferior a la del equipo, o
- b) Restringiendo de modo permanente la descarga destinada al equipo cuando quepa conectar bombas más potentes.

6.1.19 En todo caso, para alimentar el equipo no se debe utilizar una bomba cuya capacidad sea 1.5 veces mayor que la capacidad nominal de éste.

6.1.20 En el equipo debe haber permanentemente una placa en la que se indiquen, las limitaciones relativas al funcionamiento o a la instalación que los fabricantes o la autoridad competente consideren necesarias.

6.2 Normas para las pruebas

6.2.1 En un hidrocarbúrometro proyectado para medir una amplia gama de contenidos de hidrocarburos, las lecturas deben mantenerse dentro de un margen de tolerancia ± 10 ppm o ± 20 por ciento, si este último valor es mayor, respecto del verdadero contenido de hidrocarburos de la muestra que entre en el equipo durante cada prueba, y la realización de pruebas se ajustará a los procedimientos descritos en los puntos 6.2.4 al 6.2.17. En un hidrocarbúrometro proyectado para dar solamente la alarma a 15 ppm, la tolerancia será de ± 5 ppm y la prueba debe realizarse de conformidad con los procedimientos indicados en el punto 6.2.18.

6.2.2 El dispositivo de muestreo debe ser tal, que permita obtener una muestra homogénea típica en todas las condiciones de funcionamiento, y con todos los contenidos de hidrocarburos que se den en condiciones operacionales.

La muestra se extrae del flujo total que circula por el hidrocarbúrometro, pero cuando esto no sea posible se debe utilizar el dispositivo de muestreo ilustrado en la figura 2. Asimismo, se debe prestar especial atención a esta fase del proceso y a la validez de los resultados obtenidos.

6.2.3 Durante las diversas pruebas, debe comprobarse el tiempo de respuesta del hidrocarbúrometro, verificando también si las alarmas funcionan correctamente cuando se exceda un valor de umbral preseleccionado.

6.2.4 En la figura 3 se ilustra esquemáticamente una instalación de prueba para determinar el rendimiento de los hidrocarbúrometros. La precisión del instrumento se determina comparando sus lecturas, con las correspondientes a un flujo conocido de hidrocarburos inyectado en un flujo conocido de agua. Las muestras aleatorias que se tomen deben ser analizadas en un laboratorio siguiendo el método para determinar el contenido de hidrocarburos. Los resultados de los análisis deben utilizarse como referencia, para indicar la variabilidad del muestreo y del equipo de prueba (el régimen del caudal de agua se ajusta de manera, que todo el flujo en que se efectúe la toma intermitente de muestras aleatorias). Se debe procurar de modo especial, se mantenga en el agua que circula por el hidrocarbúrometro un contenido constante de hidrocarburos. Las bombas dosificadoras de hidrocarburos y contaminantes deben ser reguladas, de modo que entreguen

una cantidad casi continua de hidrocarburos. Si a bajas concentraciones la inyección de hidrocarburos se hace intermitente, se puede mezclar previamente los hidrocarburos con agua para obtener, si esto es absolutamente necesario, un flujo continuo. El punto de inyección de hidrocarburos debe estar más arriba e inmediatamente antes del orificio de entrada al hidrocarbúrometro, a fin de reducir al mínimo los atrasos causados por el sistema de muestreo. Cuando se especifique crudo ligero árabe para determinadas pruebas, se le podrá reemplazar por otro crudo análogo, a condición de que en todas las pruebas se utilice el mismo hidrocarburo.

6.2.5 El hidrocarbúrometro debe ser calibrado y puesto a cero de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Luego se le verifica con crudo ligero árabe en las siguientes concentraciones (ppm) 0, 15, 50, 100, etc., hasta llegar al valor máximo de la escala del instrumento, se procede a trazar una curva de calibrado completa, cada prueba debe durar 15 minutos y se toma nota de la lectura, si durante esta prueba resulta necesario renovar la puesta a cero o recalibrar el hidrocarbúrometro, se deja constancia del hecho.

6.2.6 Con el calibrado de la prueba anterior se verifica el hidrocarbúrometro, dadas las concentraciones de 15 ppm y de 100 ppm, y al 90 por ciento de la escala máxima, utilizando los siguientes hidrocarburos:

Tipo de hidrocarburos	Categorías representadas
Mezcla Sahara (Saharan Blend)	Densidad-baja Viscosidad-baja Temperatura de fluidez crítica-muy baja País productor-Argelia Descripción general-base mixta
Crudo ligero árabe (Arabian Light Crude)	Densidad-media Viscosidad-media Temperatura de fluidez crítica-baja País productor-Arabia Saudita Descripción general-base mixta
Crudo mediano nigeriano (Nigerian Medium Crude)	Densidad-alta Viscosidad-media Temperatura de fluidez crítica-baja País productor-Nigeria Descripción general-nafténico
Crudo bachaquero 17	Densidad-muy alta Viscosidad-muy alta Temperatura de fluidez crítica-baja País productor-Venezuela Descripción general-asfáltico
Crudo Minas	Densidad-media Viscosidad-alta Temperatura de fluidez crítica-muy alta País productor-Indonesia Descripción general-parafínico
Combustible residual	Combustible "Bunker C" o fueloil No. 6.

Nota: Si no se pueden obtener los hidrocarburos mencionados, deberán utilizar otros que tengan esas propiedades.

A continuación de cada prueba se debe hacer funcionar el hidrocarbúrometro con agua solamente y se registra en cero. Si es necesario renovar la puesta a cero o calibrar o limpiar el instrumento entre pruebas sucesivas, se deja constancia de este hecho y del tiempo invertido en la calibración o en la limpieza.

6.2.7 Si se considera que el hidrocarbúrometro es adecuado para productos petrolíferos, también se le verifica de manera análoga a la indicada en el punto 6.2.6 con los siguientes productos:

- Gasolina común con tetraetilplomo para automóviles
- Gasolina sin tetraetilplomo para automóviles
- Keroseno
- Diesel oil ligero o fueloil No. 2.

6.2.8 Se debe hacer funcionar el hidrocarburoómetro con agua limpia y se le vuelve a poner a cero. Se conecta la bomba inyectora de hidrocarburos, previamente regulada para 100 ppm de crudo ligero árabe, y se registran los siguientes tiempos de respuesta:

- El transcurrido hasta la primera lectura observable;
- Al leer 63 ppm (tiempo de respuesta);
- Al leer 90 ppm;
- Al leer 100 ppm o hasta que la lectura se establezca en el máximo de la escala.

Regístrese la lectura máxima.

Efectuado este ensayo en escala ascendente, se desconecta la bomba inyectora de hidrocarburos y se registran los tiempos de respuesta siguientes:

- El transcurrido hasta que la lectura máxima descienda en medida observable;
- Al leer 37 ppm (tiempo de respuesta);
- Al leer 10 ppm;
- Al leer cero o hasta que la lectura se establezca en el mínimo de la escala.

Regístrese la lectura mínima.

Se considera "tiempo de respuesta" del hidrocarburoómetro el promedio de los tiempos de respuesta registrados para 63 ppm en escala ascendente y para 37 ppm en escala descendente.

6.2.9 Se deben efectuar dos pruebas para determinar el ensuciamiento producido por los hidrocarburos y el desajuste del calibrado, utilizando en una de ellas una concentración del 10 por ciento de los hidrocarburos y en la otra hidrocarburos sin agua. En ambas pruebas debe emplear crudo ligero árabe.

Para la prueba con el 10 por ciento de hidrocarburos, el hidrocarburoómetro debe trabajar con agua solamente. La bomba muestreadora de alta capacidad, regulada en la concentración del 10 por ciento de hidrocarburos en agua, deberá funcionar durante un minuto y luego se desconectará.

Para la prueba con hidrocarburos sin agua, el hidrocarburoómetro debe trabajar primero con agua solamente. Luego se interrumpe el suministro de agua y se debe dar paso a los hidrocarburos en concentración del 100 por ciento. Transcurrido un minuto, se corta el suministro de hidrocarburos y se reanuda la circulación de agua sola.

Al proyectar el equipo de pruebas se toman las precauciones necesarias para garantizar que los resultados de los ensayos de ensuciamiento no sean falseados por el ensuciamiento de las tuberías de muestreo situadas fuera del hidrocarburoómetro.

Se registran los siguientes tiempos de respuesta correspondientes a ambas pruebas:

- Primera respuesta observable;
- 100 ppm;
- Fuera de escala por encima del valor más elevado;
- Retorno al valor más elevado de la escala;
- Retorno a 100 ppm;
- Lectura del cero o del valor mínimo estable.

Se debe dejar el hidrocarburoómetro libre de hidrocarburos en el menor tiempo posible sometándose a una descarga de agua limpia.

Si después de efectuadas las pruebas de ensuciamiento es necesario desmontar el hidrocarburoómetro o limpiarlo con una descarga de agua para que vuelva a marcar cero, se deja constancia de ello y del tiempo necesario para la limpieza y el recalibrado.

Finalizadas ambas pruebas de ensuciamiento, se introducirá una mezcla de 100 ppm de crudo ligero árabe y se registra cualquier desajuste del calibrado.

6.2.10 Se hace funcionar el hidrocarburoómetro con una muestra de 500 ppm de crudo ligero árabe, y debe agregarse al tanque de agua los contaminantes enumerados a continuación en las concentraciones indicadas. Se registrará cualquier desajuste en la lectura del hidrocarburoómetro.

Agua dulce (si se emplea agua de mar para el programa de pruebas).

Agua muy salada-6% de sal común en agua corriente.

Sólidos insolubles en suspensión - alrededor de 100 ppm de las partículas de polvo utilizadas en la prueba de filtros de aire, según las siguientes especificaciones.

Tamaño de las partículas en micrómetros	Porcentaje del peso total
0-5	39 ± 2
5-10	18 ± 3
10-20	16 ± 3
20-40	18 ± 3
40-80	9 ± 3

6.2.11 Se hace funcionar el hidrocarbúrometro con una muestra de 100 ppm de crudo ligero árabe. Posteriormente, se hace trabajar a diferentes velocidades la bomba desintegradora de alta potencia, se detiene su funcionamiento a fin de dar al instrumento partículas de hidrocarburos de distintos tamaños. Finalmente se registra todo efecto, que estos tamaños de partícula puedan tener en las lecturas del hidrocarbúrometro.

6.2.12 Si el hidrocarbúrometro va a ser utilizado únicamente para la vigilancia y el control del agua de sentinas, se sustituyen los hidrocarburos indicados en los puntos 6.2.6 y 6.2.7 por los hidrocarburos descritos en el punto 6.2.1. Las pruebas indicadas en los puntos 6.2.5, 6.2.6, 6.2.8, 6.2.9, 6.2.10, 6.2.14, 6.2.15, 6.2.16 y 6.2.17 se realizan utilizando aceite combustible pesado. La prueba del punto 6.2.6 se repetirá con aceite combustible destilado ligero. El contenido de hidrocarburos indicados en el punto 6.2.10 será de 80 ppm y los contaminantes serán los allí enumerados; sólo que la proporción de sólidos insolubles en suspensión será de 20 ppm. La gama de temperaturas para esta prueba es la establecida en el punto 6.1.5.

6.2.13 Se hace funcionar el hidrocarbúrometro con una muestra de 100 ppm de crudo ligero árabe y que el agua circule a 10°C y a 65°C. Si entre las especificaciones del fabricante se indica una temperatura máxima inferior a 65°C, se hará funcionar el hidrocarbúrometro a dicha temperatura y se deja constancia de ello. Se registra la temperatura del agua en las lecturas del hidrocarbúrometro.

6.2.14 Se hace funcionar el hidrocarbúrometro con una muestra de 100 ppm de crudo ligero árabe. La presión o el flujo de la muestra se variarán de modo que tengan un valor igual a la mitad del normal, el valor normal y un valor doble que el normal.

Se debe registrar cualquier efecto de estos cambios en las lecturas del hidrocarbúrometro.

Esta prueba puede exigir modificaciones, según se trate de hidrocarbúrometros con reguladores de flujo o de presión, o de hidrocarbúrometros proyectados para descargar en un sumidero a la presión ambiente.

Se hace funcionar el hidrocarbúrometro con una muestra de 100 ppm de crudo ligero árabe. Se desconectan las bombas inyectoras de agua e hidrocarburos y no se realizarán otros cambios. Se deja conectado el hidrocarbúrometro y después de ocho horas se reanuda el suministro de agua e hidrocarburos a razón de 100 ppm. Se anotan las lecturas tomadas antes y después de ese lapso, así como cualquier avería que sufra el equipo. Si este está provisto de una válvula de cierre por insuficiencia de caudal, en este ensayo se verifica si su funcionamiento es correcto.

6.2.15 Se hace funcionar el hidrocarbúrometro con una muestra de 100 ppm de crudo ligero árabe. Se eleva la tensión de la energía eléctrica de modo que alcance el 110 por ciento de su valor nominal durante una hora, y luego, reduciéndola, se hace que alcance el 90 por ciento durante otra hora. Se registra todo posible efecto de esto en el funcionamiento del hidrocarbúrometro.

Si además de electricidad, el hidrocarbúrometro necesita otros servicios, se le prueba al 110 por ciento y, al 90 por ciento de los valores proyectados en tales servicios.

6.2.16 Se calibra el hidrocarbúrometro y se le pone a cero. Luego se hace pasar por él una muestra que contenga 100 ppm de crudo ligero árabe durante ocho horas y se registra cualquier variación indicada en el calibrado. A continuación se hace funcionar el hidrocarbúrometro con agua limpia y se registra toda variación de cero que se haya producido.

6.2.17 Se deja el hidrocarbúrometro parado y sin energía eléctrica durante una semana. Posteriormente, se restablece el suministro eléctrico y se pone en marcha el hidrocarbúrometro siguiendo las instrucciones del fabricante. Tras el periodo de calentamiento y efectuado el calibrado, siguiendo para ambas cosas los procedimientos recomendados, se hace funcionar el equipo una hora, con una muestra que contenga 100 ppm de crudo ligero árabe y, durante otra hora, con agua solamente, estas operaciones se alternarán por espacio de ocho horas. Se registra cualquier variación del cero o cualquier otra variación, finalmente, se anota el tiempo total invertido en la aplicación de los procedimientos de calentamiento y calibrado recomendados por el fabricante.

6.2.18 Si se trata de un hidrocarbúrometro proyectado para dar la alarma sólo con un contenido de hidrocarburos de 15 ppm, se le somete a las pruebas indicadas en los puntos 6.2.5, 6.2.14, 6.2.15, 6.2.16 y 6.2.17; sólo que en todos los casos en que se especifiquen hasta 100 ppm se inyectarán concentraciones de 15 ppm, utilizándose como hidrocarburo aceite combustible destilado ligero. Para estos hidrocarbúrometros no es necesario trazar la curva de calibrado, y como tiempo de respuesta se tomará el que haya de transcurrir para dar la alarma cuando, después de reemplazar el agua limpia por agua oleosa, el contenido de hidrocarburos sea superior a 15 ppm.

6.2.19 Se proporcionan las características técnicas del instrumento, un diagrama esquemático de los dispositivos de instalaciones de prueba y la siguiente información, expresada en unidades del Sistema Métrico Internacional de Unidades de Medida (SI):

- tipos y propiedades de los hidrocarburos utilizados en las pruebas;
- concentración de las muestras de hidrocarburos sometidas a prueba;
- detalles de los contaminantes sometidos a prueba, y
- resultados de las pruebas y análisis de las muestras.

6.3 Método de Determinación del Contenido de Hidrocarburos

6.3.1 Alcance y aplicación

6.3.1.1 El método permite medir casi todas las fracciones ligeras de hidrocarburos, aunque en las extracciones se perderán algunos componentes volátiles.

6.3.1.2 Tiene una amplitud nominal de trabajo que va de 2 a 80 mg/l. Se puede mejorar el nivel interior haciéndolo descender a 0.1 mg/l si se utilizan células de mayor longitud de recorrido. Cabe ampliar el límite superior por lo menos a 1000 mg/l preparando diluciones de la muestra extraída.

6.3.2 Resumen del método

Se acidula la muestra hasta llegar a un nivel bajo de pH y luego se extrae con dos volúmenes de tetracloruro de carbono. El contenido de hidrocarburos se determina comparando las absorbencias que en el infrarrojo tenga la muestra con concentraciones conocidas de un hidrocarburo elegido como referencia. Si se prefiere pueden usarse otros disolventes apropiados que no reaccionen a los rayos infrarrojos.

6.3.3 Extracción y conservación de la muestra

6.3.3.1 Se recoge un litro de muestra en una botella de vidrio que tenga un cuello estrecho y tapa de cierre a presión. A menos que la muestra sea utilizada el mismo día en que fue recogida, se preserva agregándole 5 ml de ácido clorhídrico (HCl).

6.3.3.2 Debido a que inevitablemente se producirán pérdidas de sustancia oleosa en el equipo de muestreo, no será posible obtener una muestra con todos sus componentes. Cada una de las porciones recogidas a determinados intervalos deberá ser analizada por separado para obtener la concentración media en un periodo más amplio.

6.3.4 Aparatos.

6.3.4.1 Embudo separador de 1000 ml, con grifo de cierre de "teflón".

6.3.4.2 Espectrofotómetro para infrarrojos.

6.3.4.3 Células con una longitud de recorrido de 5 mm, a base de cloruro de sodio o cuarzo para infrarrojos con una transmisión mínima de 80 por ciento a 2930 cm^{-1} . Se recomienda una longitud de recorrido de 5 mm como mínimo, para vigilar y controlar los niveles de contaminación habituales. Podrán utilizarse longitudes de recorrido mayores.

6.3.4.4 Papel filtro de porosidad media, de 12.5 cm.

6.3.5 Reactivos.

6.3.5.1 Acido clorhídrico, HCl 1:1. Mézclense cantidades iguales de HCl concentrado y agua destilada.

6.3.5.2 Cloruro sódico, NaCl tipo reactivo.

6.3.5.3 Tetracloruro de carbono, CCl_4 tipo reactivo.

6.3.5.4 Hidrocarburo de referencia: el recogido de la fuente al mismo tiempo que la muestra.

6.3.5.5 Solución valorada de referencia (3mg/ml): pénsese con exactitud 0.30 gramos del hidrocarburo de referencia (punto 6.3.5.4) en un matraz graduado de 100 ml y dilúyanse con tetracloruro de carbono hasta alcanzar el volumen preciso.

6.3.5.6 Normas de calibrado: prepárese una serie de diluciones introduciendo con la pipeta volúmenes de la solución valorada de referencia en matraces graduados de 100 ml y diluyendo con tetracloruro de carbono hasta alcanzar el volumen preciso. Una serie volumétrica conveniente es: 5, 10, 15, 20 y 25 ml de la solución valorada. Calcúlense las concentraciones exactas de las diluciones en mg/100 ml de solución a partir del peso indicado en el punto 6.3.5.5.

6.3.6 Extracción

Si la muestra no fue acidulada en el momento de ser recogida, agréguese en la botella 5 ml de ácido clorhídrico (punto 6.3.5.1). Después de mezclar la muestra, verifíquese el pH tocando el tapón con el papel tornasol para asegurarse de que el pH es 2 o menos. Si es necesario, agregue más ácido.

6.3.6.1 Vertir la muestra en un embudo separador, agregando 5 gramos de cloruro sódico.

6.3.6.2 Agregar 50 ml de tetracloruro de carbono a la botella receptora de las muestras, tapar la botella y agítese vigorosamente para enjuagar su interior y el tapón, pasar el disolvente al embudo separador, agitar durante 2 minutos y extraerlo, dejándolo decantar.

6.3.6.3 Pasar a un matraz graduado de 100 ml la capa de disolvente utilizando un embudo que contenga un papel filtro humedecido en el disolvente.

6.3.6.4 Repetir las acciones de los puntos 6.3.6.3 y 6.3.6.4 con 50 ml más de disolvente, juntar todo el disolvente en el matraz.

6.3.6.5 Enjuagar el embudo separador, su pico y el papel filtro con cantidades pequeñas de tetracloruro de carbono, recoger el líquido resultante en el matraz graduado, reducir el volumen del extracto a 100 ml, tapar el matraz y mezclarlo bien.

6.3.6.6 Filtrar la capa de agua, pasándolo a una probeta graduada de 1000 ml y calcular el volumen de la muestra con una aproximación de 5 ml.

6.3.7 Espectroscopia infrarroja.

6.3.7.1 Preparar el espectrofotómetro para infrarrojos de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.3.7.2 Enjuagar una célula con 2 volúmenes de la solución que se va a medir, enseguida llenarla con dicha solución, colocar una célula gemela que contenga tetracloruro de carbono en el haz de referencia.

6.3.7.3 Explorar las muestras y soluciones de referencia desde 3200 cm-1 hasta 2700 cm-1.

Nota: Para este ensayo se deben usar espectrofotómetros de un solo haz. Seguir las instrucciones del fabricante y mídase la absorbencia directamente a 2930 cm-1 o cercano a este valor.

6.3.7.4 Trazar una línea de base recta debajo de la banda de hidrocarburos como se ilustra en la figura 4. Si la exploración se registra en papel de absorbencia, léase desde la cresta máxima a 2930 cm-1 y restar la absorbencia de la línea de base en ese punto. Si la exploración se registra en papel de transmitencia, la absorbencia neta será:

$$\text{Log}_{10} \frac{\% T \text{ (Línea de base)}}{\% T \text{ (Cresta máxima)}}$$

6.3.7.5 Graficar la curva de calibrado de la absorbencia neta, en función de la relación miligramos/100 ml de hidrocarburos utilizando la respuesta de las soluciones de referencia.

NOTA: La concentración de hidrocarburos puede graficarse como porcentaje de la solución valorada de referencia. Cuando se recurra a este procedimiento, en los cálculos debe utilizarse la concentración de la solución de referencia (punto 6.3.8.2).

6.3.7.6 Si la absorbencia neta de una muestra excede de 0.8 o de la gama lineal del instrumento, conforme a lo determinado por la curva del calibrado, preparar una dilución introduciendo con una pipeta un volumen adecuado del extracto en un matraz graduado y diluyendo para obtener un volumen necesario. Si la absorbencia es inferior a 0.1, podrán obtenerse resultados más exactos utilizando una célula con una longitud de recorrido mayor.

6.3.8 Cálculos.

6.3.8.1 Para calcular la proporción de hidrocarburos en miligramos por cada 100 ml de muestra extraída o diluida, se debe usar la curva del calibrado.

6.3.8.2 Calcular el contenido de hidrocarburos de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Miligramos por litro de hidrocarburos} = \frac{R \times D \times 1000}{V}$$

Donde:

R= miligramos de hidrocarburos en 100 ml de solución (determinado con la curva de calibrado).

D= factor de dilución del extracto, si se utiliza (punto 6.3.7.6)

V= volumen de la muestra en mililitros (punto 6.3.6.6)

6.3.8.3 Redondear los resultados a 2 cifras significativas para niveles inferiores a 100 mg/l.

Nota: Para el control de la calidad debe realizarse un ensayo con reactivo virgen en cada fase del procedimiento.

6.3.8.4 Con la finalidad de comparar las cifras registradas por el hidrocarbурómetro, los resultados deben presentarse en partes por millón (volumen/volumen) dejando el debido margen para la densidad relativa del hidrocarburo.

* Ver figuras en la página siguiente:

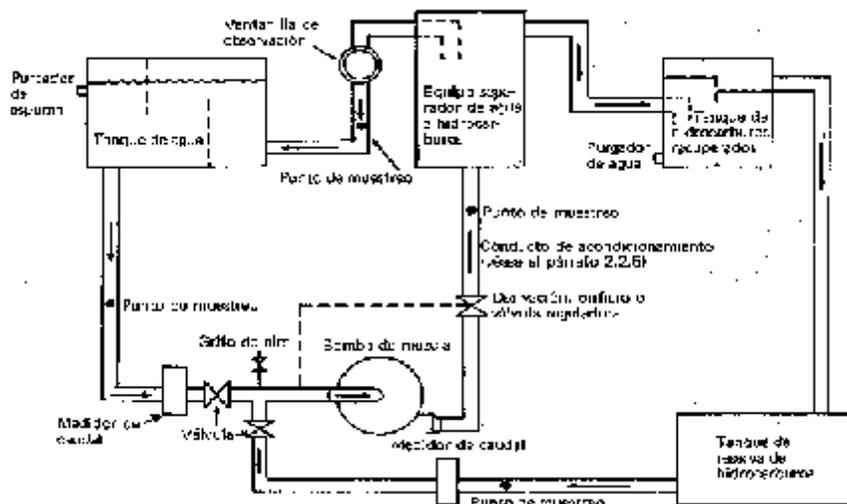


Figura 1a

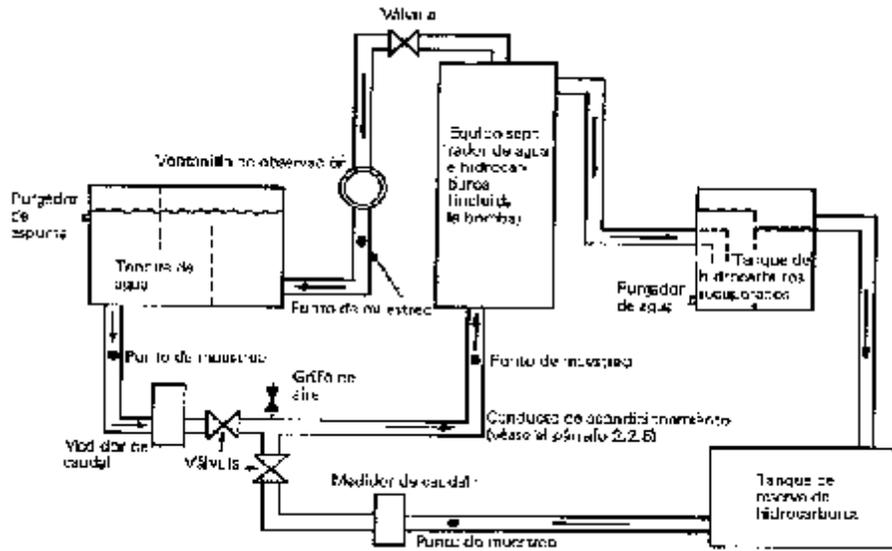
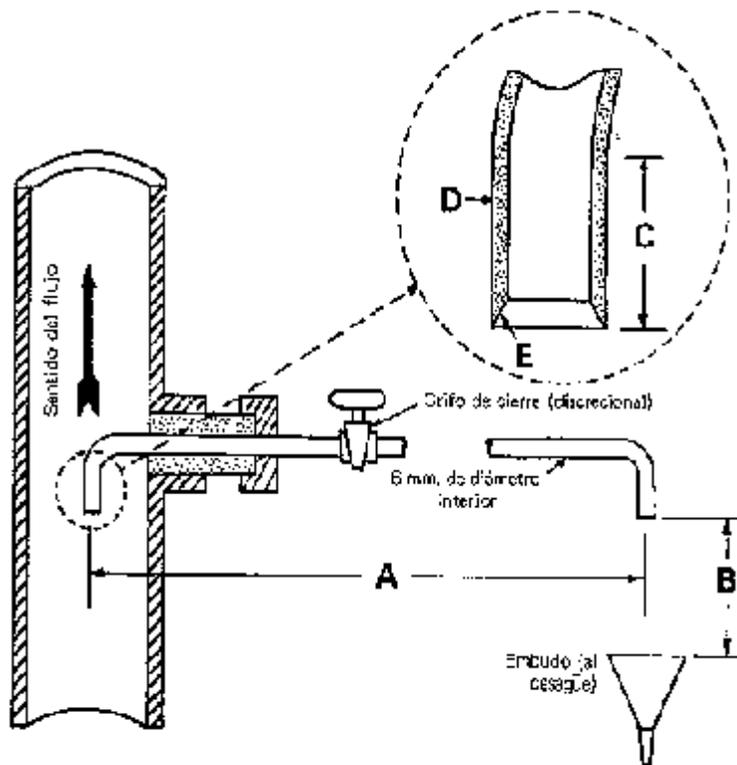


Figura 1b



- A** DISTANCIA A: NO SUPERIOR A 400 MM.
- B** DISTANCIA B: SUFICIENTE PARA COLOCAR LA BOTELLA RECEPTORA DE MUESTRAS
- C** DIMENSION C: TRAMO RECTO NO INFERIOR A 50MM.
- D** DIMENSION D: ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO, NO SUPERIOR A 2MM.
- E** DETALLE E: CORTE BISELADO (30°)

Figura 2

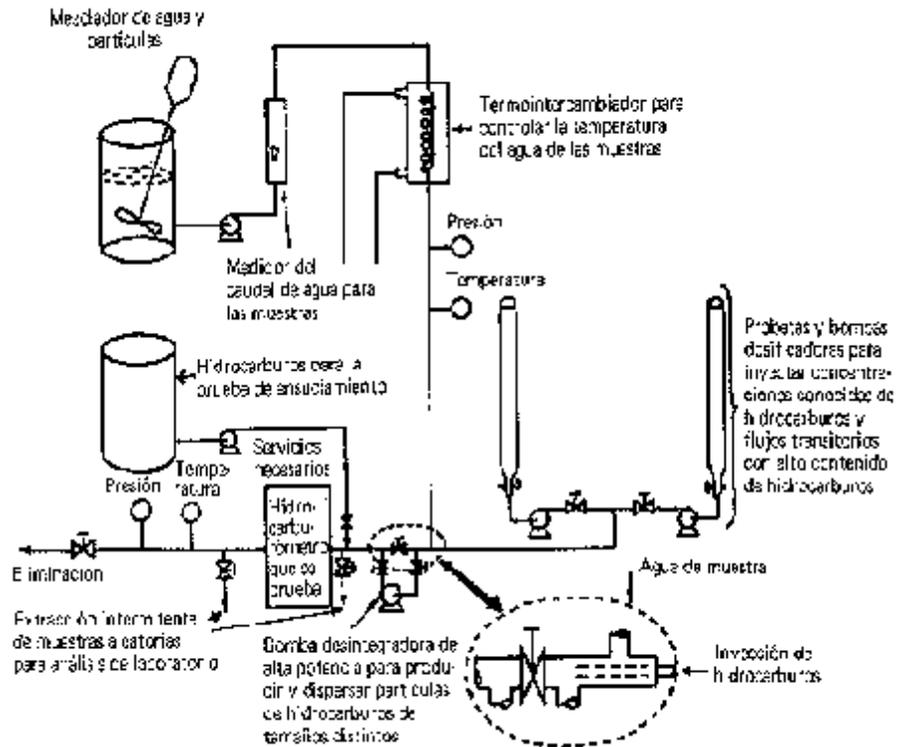


Figura 3

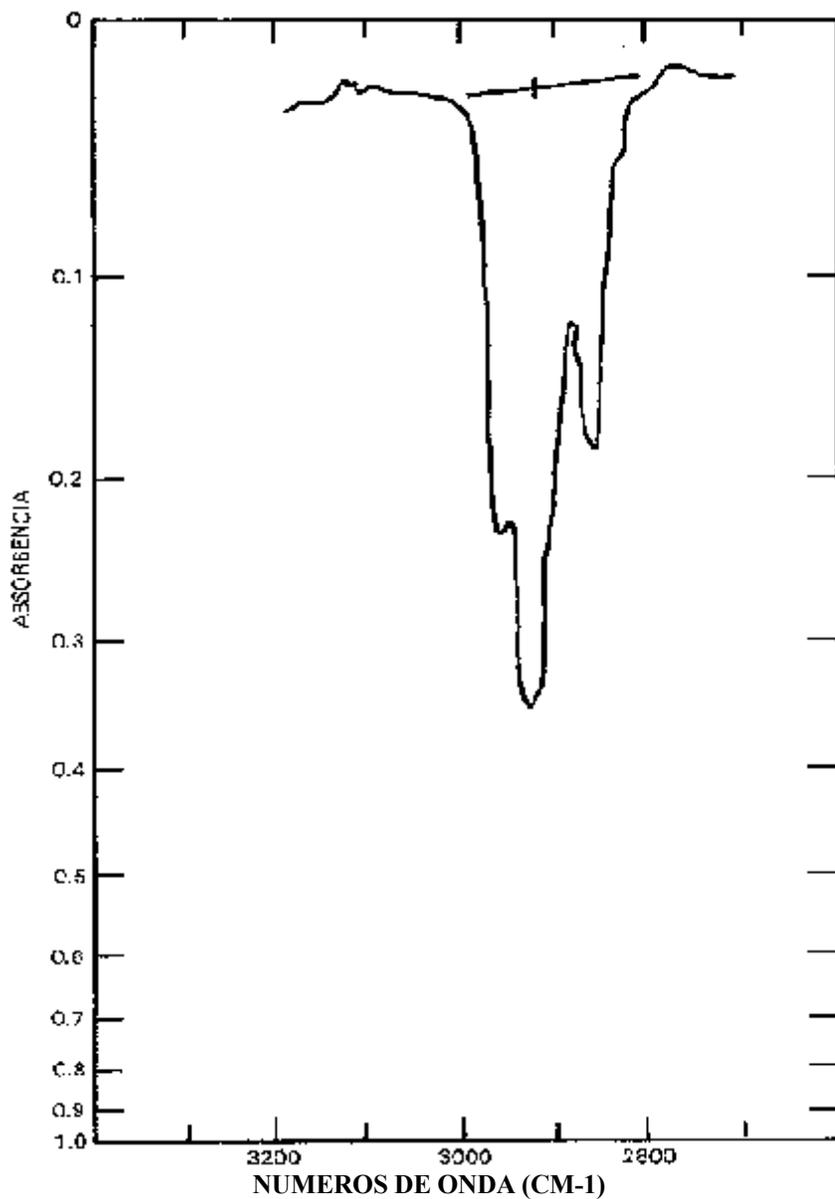


Figura 4
Espectro ilustrativo del trazado de la línea de base

7. Certificación, inspección y aceptación

Estos conceptos se rigen bajo los lineamientos que establece la Dirección General de Marina Mercante.

8. Vigilancia

La dependencia encargada de la vigilancia de la presente Norma será la Secretaría de Comunicaciones y Transportes por conducto de la Dirección General de Marina Mercante.

9. Bibliografía

- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar 1974/78 (SOLAS 74/78) en su forma enmendada.
- Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques 1973 y su protocolo de 1978 que lo modifica (MARPOL 73/78), en su forma enmendada.
- Resolución MEPC.5(XIII) "Especificación para detectores de la interfaz hidrocarburos/agua", del Comité de Protección del Medio Marino de la Organización Marítima Internacional (OMI), aprobada el 13 de junio de 1980.
- Resolución A.393(X) "Recomendación sobre especificaciones internacionales de rendimiento y ensayo para equipos separadores de agua e hidrocarburos y para hidrocarbúrometros" de la Organización Marítima Internacional aprobada el 14 de noviembre de 1977 y sus modificaciones en la Resolución A.586 (14) "Directrices y especificaciones revisadas relativas a los sistemas de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos para los petroleros", aprobada el 20 de noviembre de 1985.
- Ley Federal de Protección al Consumidor.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.
- Ley de Navegación y su Reglamento.

10. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con normas internacionales por no existir éstas a la fecha de su elaboración.

11. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor sesenta días naturales posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

México, D.F., a 16 de diciembre de 1999.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Marítimo y Puertos, **Pedro Pablo Zepeda Bermúdez**.- Rúbrica.