

Proyecto Final de Carrera

Ingeniero Químico

**Ampliación de las instalaciones de un
supermercado:
Construcción de una gasolinera**

ANEXO D: INSTALACIONES MECÁNICAS

Autor: Aida Moya Turbica
Director: Ruth Moya Turbica
Ponente: Dr. Ismael Callejón i Agramunt
Convocatoria: Octubre 2003 (Plan 96)



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



RESUMEN

El anexo de instalación mecánica describe y analiza todas aquellas instalaciones que están relacionadas con el transvase de combustible desde el camión cisterna a los depósitos y de éstos a los vehículos que estén repostando. Estas instalaciones se han separado en cuatro bloques: almacenamiento de combustible, zona de carga-descarga, zona de repostaje y red de tuberías. En ellos se incluyen: los depósitos, los surtidores, los sistemas de recuperación de vapores y venteos, las bocas de carga, la red de tuberías y otros accesorios, el sistema de control de existencias y el sistema de detección de fugas.





ÍNDICE

<u>1. ALMACENAMIENTO DEL COMBUSTIBLE</u>	<u>5</u>
1.1 DEPÓSITOS	5
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS.....	8
1.3 EMPLAZAMIENTO DE LOS TANQUES.....	9
1.4 CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENTIERRAN LOS TANQUES.....	10
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE ENTERRAR LOS TANQUES.....	13
1.6 PRUEBAS DE CONTROL	15
1.7 TAPA DE LOS DEPÓSITOS. BOCA DE HOMBRE	16
1.8 ARQUETA DE LA BOCA DE HOMBRE	17
1.9 DETECCIÓN DE FUGAS	18
1.10 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.....	19
<u>2. ZONA DE REPOSTAJE.....</u>	<u>23</u>
2.1 SURTIDORES	23
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SURTIDORES.....	24
2.3 BOMBA PARA LLEVAR EL COMBUSTIBLE DE LOS TANQUES A LOS APARATOS SURTIDORES.....	25
2.3.1 Características de la bomba sumergida de impulsión.....	28
2.4 ARQUETA DE SURTIDORES	28
<u>3. ZONA DE CARGA-DESCARGA</u>	<u>29</u>
3.1 BOCAS DE CARGA.....	29



3.2 ARQUETAS ANTIDERRAME	29
3.3 DISPOSITIVO ANTIRREBOSE.....	30
3.4 BOCA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES	30
3.5 TOMA DE TIERRA	30
<u>4. RED DE TUBERÍAS</u>	<u>33</u>
4.1 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN	35
4.2 TUBERÍAS DE CARGA-DESCARGA	35
4.3 TUBERÍAS DE VENTILACIÓN.....	36
4.3.1 Recuperación de gases	36
4.3.2 Venteos	37



ANEXO D: INSTALACIONES MECÁNICAS

1. ALMACENAMIENTO DEL COMBUSTIBLE

1.1 DEPÓSITOS

Los depósitos para almacenar combustible pueden ser de dos tipos:

- **De simple pared**, de chapa de acero o de plástico reforzado.
- **De doble pared**, contruidos con dos paredes, quedando entre ellas un espacio estanco.

Al instalar tanques de simple pared, según la ITC MI-IP-04, son obligatorias dos medidas. Los tanques han de ser enterrados dentro de un foso común o cubeto estanco de hormigón armado. De esta manera, si hubiera alguna fuga de combustible, quedaría retenido en el interior del cubeto y no se extendería contaminando el terreno. También es necesaria la colocación de un tubo, llamado tubo buzo, que llega hasta el fondo del foso y que tan sólo con una inspección visual puede saberse si ha habido algún escape de combustible.

Los tanques de doble pared no necesitan estar enterrados dentro de un cubeto porque las posibilidades de fuga se reducen, ya que tendrían que romperse las dos paredes para que se perdiera combustible, pero sí que se les exige un sistema de detección y alarma de fugas. Además, la cámara que queda entre las dos paredes permite detectar inmediatamente si hay un escape. De esta manera, el problema de pérdida de combustible y contaminación de suelos queda solucionado. A pesar de que los tanques de doble pared son más caros, no es así, porque a los de simple pared se les ha de añadir el coste de la construcción del cubeto. Claramente, los depósitos de doble pared presentan más ventajas que los de simple.



Las paredes, interior y exterior, de los depósitos de doble pared se fabrican en varios materiales:

- **De acero al carbono** con recubrimiento en la pared exterior de una capa gruesa de resina de poliuretano, que garantiza una tensión eléctrica de prueba mínima de 15 kV. El recubrimiento exterior del depósito es resistente a la corrosión exterior provocada tanto por los combustibles líquidos como por cualquier otra causa.
- **De polietileno de alta densidad (PEAD)**, material dieléctrico. Posibilita las deformaciones al ser semirrígido. Al ser un compuesto muy estable, evita cualquier tipo de corrosión.
- **De poliéster reforzado con fibra de vidrio**. Resistente a la corrosión externa.

Las dos paredes de los tanques pueden ser del mismo material o una combinación de ellos. Cuando los materiales de las dos paredes son diferentes, normalmente la de dentro es de acero y la exterior de plástico reforzado. En general, el acero es más barato, pero tiene el problema de la corrosión, que debilita las paredes y puede provocar que se agujeree el tanque. Por esto, los tanques con la pared exterior de acero llevan un recubrimiento de algún material resistente a la corrosión del terreno. Además, estos tanques necesitan un equipo de protección catódica, que compense, mediante corrientes, la corrosión que produce el terreno (en el apartado 2.10 se explica con más detalle la corrosión que provoca el terreno y la protección catódica).

En la gasolinera, se instalarán tanques de doble pared porque son más seguros y resistentes a las fugas de combustible y, además, se ahorra la construcción de un cubeto. Dentro de las diferentes posibilidades de tanques de doble pared se han escogido los de acero-polietileno (pared interior de acero y exterior de polietileno) por varias razones. La primera es que son totalmente resistentes a la corrosión y, por tanto, el riesgo de producirse cualquier tipo de fuga se reduce al mínimo. Otra razón es que, al ser la pared exterior de polietileno, no le afecta la corrosión; por tanto no es necesario instalar un equipo de protección catódica. Se ha de tener en cuenta que la protección catódica requiere un mantenimiento continuo.



Se colocarán cuatro tanques, uno para cada producto (gasolina súper, sin plomo 95, sin plomo 98 y gasóleo A), enterrados en posición horizontal en el lugar indicado en los planos.

Para decidir el tamaño de los depósitos, se ha hecho el siguiente estudio:

Una gasolinera para ser rentable ha de vender un mínimo de 3 millones de litros de combustible al año y, excepto casos aislados que llegan a expender 30 ó 40 millones de litros, como pueden ser las gasolineras que hay en la frontera con Francia, por ser más caro el combustible allí, las demás gasolineras no suelen superar los 5 millones de litros de consumo al año.

Suponiendo un consumo de 5.000.000 de l de combustible / año,

$$\frac{5.000.000 \text{ l/año}}{365 \text{ días/año}} = 13.698 \text{ l/día} \quad (2.1)$$

da un consumo de 13.698 l de combustible/día.

Al disponer de cuatro productos diferentes,

$$\frac{13.698 \text{ l/día}}{4 \text{ productos}} = 3.424 \text{ l/día}\cdot\text{producto} \quad (2.2)$$

Contando que el camión venga a suministrar combustible cada semana:

$$3.424 \text{ l/día}\cdot\text{producto} * 7 \text{ días} = 23.972 \text{ l/semana}\cdot\text{producto} \quad (2.3)$$

También se ha de tener en cuenta que:

- El consumo no es el mismo todas las semanas.
- Habrá algún producto más demandado que los otros.



- El camión-cisterna irá a descargar combustible con la frecuencia necesaria para que el depósito no se quede vacío (puede ser cada semana, como cada tres días o, si hiciera falta, cada día).
- El camión-cisterna tiene una capacidad de 30.000 l.
- Si el nivel de combustible en el depósito es muy bajo, la bomba tendrá problemas para aspirar el combustible, cavitará y se descebará. Además, al aspirar, se recogerán las impurezas y los residuos que reposan en el fondo del tanque, con el peligro de obstruirse los filtros. Por tanto, el depósito no debe alcanzar un nivel inferior a 5.000 litros de combustible.
- Los depósitos con capacidad de 50.000 l o más, por ser muy grandes, requieren de un transporte especial.

En consecuencia, si el tanque es de 30.000 l, para que quepa la carga entera de un camión cisterna habría de estar completamente vacío. El más apropiado sería el de 40.000 litros. No hace falta sobredimensionar los depósitos porque el camión-cisterna sólo transporta 30.000 l y, en caso de necesidad, el camión vendría a suministrar combustible más frecuentemente.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS

Capacidad nominal	Peso en vacío	Diámetro	Longitud total	Espesor envolvente		Espesor depósito interior	
				Virola	Fondo	Virola	Fondo
40 000 l	4 050 kg	2 500 mm	8 590 mm	3 mm	6 mm	6 mm	6 mm

Tabla 2.1. Principales características de los depósitos



El fondo del depósito vendrá reforzado, en la vertical del orificio de medida de nivel con varilla, con un disco de acero de como mínimo 20 cm de diámetro y del mismo espesor que la virola, soldado a la pared del depósito.

En la generatriz superior del tanque, se montarán dos orejetas de izado, de forma simétrica en relación con el centro de gravedad del depósito. Estas orejetas serán recortadas de una chapa de calidad igual a la de los depósitos. Estarán diseñadas para no transmitir esfuerzos anómalos a las virolas de la envolvente cilíndrica y estarán soldadas en todo su contorno, a más de 50 mm de cualquier soldadura, según la ITC MI-IP-04.

Para que no se produzcan diferencias de potencial y no pueda saltar alguna chispa, es preciso que los depósitos estén conectados a tierra. Para la puesta a tierra, se instalará una orejeta en chapa de acero de 5 mm de espesor como mínimo, soldada a los cuellos de las tapas del tanque para la conexión, mediante tornillo o soldadura, de la línea de tierra. La unión se protegerá y aislará mediante pastas epoxídicas y cintas aislantes o similares.

1.3 EMPLAZAMIENTO DE LOS TANQUES

En los planos, queda reflejado el lugar donde van colocados los depósitos. Su ubicación se ha escogido bajo el criterio de mínima distancia a la zona de repostaje de vehículos y a la zona de descarga del camión-cisterna, pero teniendo en cuenta lo especificado en la instrucción técnica complementaria MI-IP-04, que obliga a que:

- la distancia desde cualquier parte del tanque a los límites de la propiedad no sea inferior a medio metro;
- la distancia mínima entre el límite de las zonas clasificadas de superficie a los límites de la propiedad sea de dos metros.

Los tanques se han dispuesto dejando un espacio libre de 1 metro entre ellos.



1.4 CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENTIERRAN LOS TANQUES.

La profundidad a la que se entierran los depósitos será función de la distancia a las bocas de carga, ya que la tubería de descarga, que une cada tanque con su respectiva boca de carga, debe tener una pendiente de aproximadamente el 5%. La ITC MI-IP-04 marca una pendiente mínima del 1% para las tuberías de descarga, pero con esta inclinación tardaría mucho en realizarse el llenado de los tanques. Por tanto, es más aconsejable enterrar las tuberías de descarga con una pendiente en torno al 5%.

Otro factor que se ha de tener en cuenta, es la altura máxima de aspiración/impulsión, es decir, la diferencia de cota entre el punto más bajo del tanque y la base del surtidor. Dependiendo del tipo de bomba que se instale, la altura máxima de la tubería de impulsión/aspiración varía. Por una parte, si la bomba es de impulsión la altura máxima de impulsión del combustible es de 6,5 m. En cambio, en las bombas de aspiración es, como máximo, de 4,5 m. Pero al aumentar la longitud de tubería, contando las pérdidas en los codos y accesorios, esta altura de aspiración máxima disminuye.

- **Cálculo de la altura máxima de aspiración**

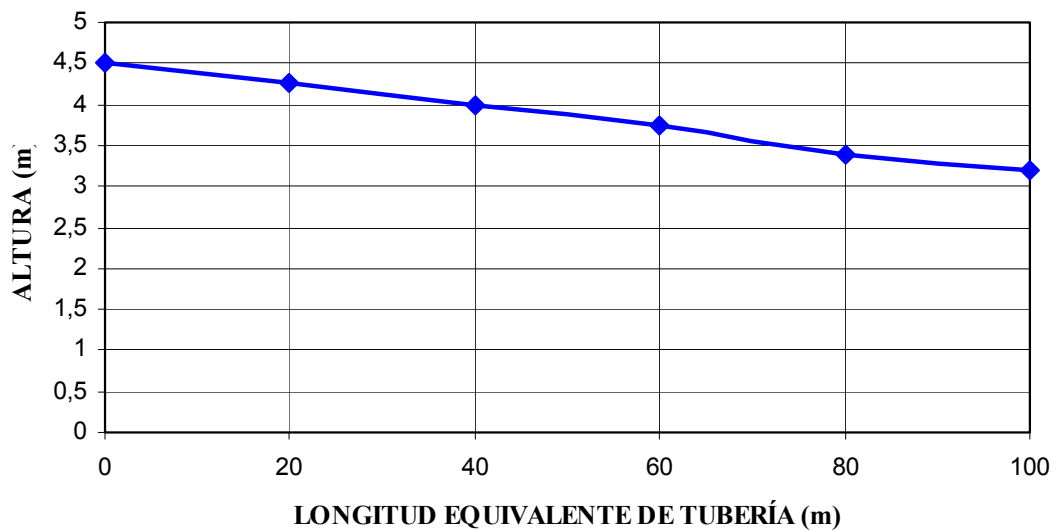
Para calcular la altura máxima, se han de conocer cuáles van a ser las pérdidas de carga desde la boca del tanque al surtidor. Las pérdidas de carga debidas a la longitud de la tubería y a los accesorios intermedios para tuberías de 1,5" y 2" de diámetro se muestran en la tabla siguiente. Una vez conocida cuál es la longitud equivalente, ya se puede saber cuál va ser la altura máxima de aspiración a través de los gráficos.



Relación de pérdidas de carga equivalente a longitud de tubería (en m):

Pérdidas de carga	Diámetro tubería	
	1" ½	2"
Válvula de pie	15	20
Válvula antirretorno en codo	8	10
Curva 90 °	2	2,5
Reducción 2" a 1" ½	1,5	3,5
Filtro y válvula en bomba	6	6
Distancia entre la boca del tanque y el surtidor	13	13
LONGITUD EQUIVALENTE DE LA TUBERÍA	45,5	55

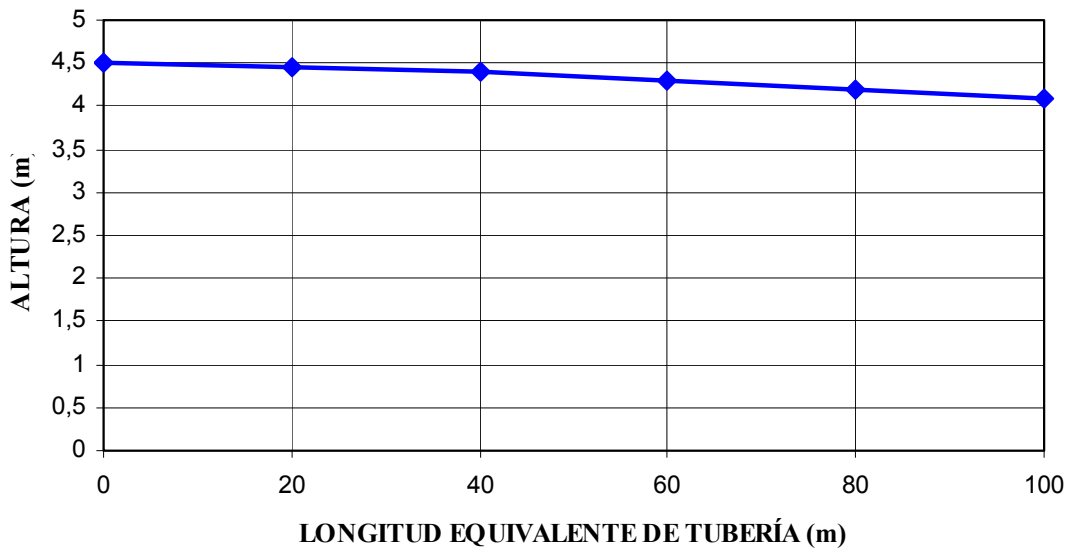
Tabla 2.3

Altura de aspiración para tuberías de 1,5" con un caudal de 50 l/min

Gráfica 2.1.



Altura de aspiración para tuberías de 2" con un caudal de 50 l/min



Gráfica 2.2.

La longitud equivalente total de la tubería de aspiración es de 45,5 m para un diámetro de 1" $\frac{1}{2}$ y de 55 m para un diámetro de 2". Entrando en los gráficos estos datos, se obtiene la altura máxima de aspiración para la tubería de 1" $\frac{1}{2}$, 3,8 m, y la de la tubería de 2", 4,3 m.

La distancia entre las bocas de carga y la tapa del tanque más alejado es de 13 m. Contando una pendiente del 5%, la tubería baja 0,65 m. A esto se le han de añadir los tramos verticales de la tubería, 0,2 m en las bocas de carga y 0,5 m hasta la tapa del tanque, y el diámetro de los depósitos, 2,5 m. En total, la diferencia de cota entre la base del pavimento y el punto más bajo del depósito es de 3,85 m.

La profundidad a la que se entierran los tanques es mayor que la altura máxima de aspiración si se pone tubería de $\varnothing 1\frac{1}{2}$ ". Pero con la tubería de $\varnothing 2$ ", la profundidad a la que se entierran los tanques está dentro de los límites de funcionamiento de la bomba de aspiración.

Aunque la profundidad a la que se entierran los tanques está dentro de los límites de funcionamiento de la bomba de aspiración, los márgenes son muy estrechos y podría



tener dificultades al aspirar la bomba. Por tanto hay dos soluciones, o poner bomba de impulsión y no modificar el lugar donde se entierran los tanques, o colocar bombas de aspiración y buscar un nuevo emplazamiento para enterrar los tanques en que la altura de aspiración disminuya.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE ENTERRAR LOS TANQUES

Es muy importante que los tanques estén bien sujetos, porque, si no, con cualquier movimiento se romperían las arquetas de obra civil y las tuberías que pasan por la tapa del tanque. Especialmente, ha de procurarse que los tanques no se desplacen hacia arriba cuando están medio vacíos y, sobre todo, si existe nivel freático en el terreno. Esta fuerza de empuje ha de compensarse anclando los depósitos a un peso que los mantenga en su sitio.

- ***Cálculo de la losa:***

Empuje de los depósitos vacíos:

$$40 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 4 \text{ tanques} = 160\,000 \text{ kg} \quad (2.4)$$

Peso de los tanques:

$$4 \cdot 4\,050 \text{ kg} = 16\,200 \text{ kg} \quad (2.5)$$

Peso de la losa del pavimento que hay por encima de los tanques:

$$14 \text{ m} \cdot 9,6 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 64\,512 \text{ kg} \quad (2.6)$$

Peso que ha de tener la losa:

$$160.000 \text{ kg} - 16\,200 \text{ kg} - 64\,512 \text{ kg} = 79\,288 \text{ kg} \quad (2.7)$$



Sabiendo que la densidad del hormigón es de $2\,400\text{ kg/m}^3$,

$$\frac{79\,288\text{ kg}}{2\,400\text{ kg/m}^3} = 33,04\text{ m}^3 \quad (2.8)$$

La losa ha de tener un volumen de $33,04\text{ m}^3$. Imponiendo que la losa sobresalga $0,5\text{ m}$ alrededor de los depósitos y estando éstos separados entre sí 1 m , el largo será de 14 m y el ancho de $9,6\text{ m}$. Entonces, el grosor mínimo de la losa será de:

$$\frac{33,04\text{ m}^3}{14\text{ m} \cdot 9,6\text{ m}} = 0,25\text{ m} \quad (2.9)$$

El espesor de la losa tendría que ser, como mínimo, de 25 cm . Para asegurar el no desplazamiento de los tanques se construirá una losa de 30 cm de espesor.

Para hacer el cálculo, no se ha aplicado ningún factor de seguridad porque los tanques están cubiertos por 50 cm de arena y 25 cm más de la zorra artificial y natural, que no se han tenido en cuenta en el cálculo.

Esta losa ha de soportar esfuerzos a tracción, a compresión e, incluso, a flexión. Si se realiza de hormigón, soportará las fuerzas de compresión, pero no las otras. Para conseguir que la losa resista cualquier fuerza que le transmitan los tanques y no se rompa, se ha de armar.

A la losa de hormigón armado, se anclarán los cuatro tanques separados entre sí 1 m . Esta losa sobresaldrá 50 cm alrededor de los tanques y tendrá unas medidas de 14 m de largo, $9,6\text{ m}$ de ancho y 30 cm de espesor. Estará armada en la cara superior e inferior.

Una vez realizada la losa de hormigón, se cubrirá con una capa de arena de río lavada de 50 cm , sobre la que se situarán los tanques perfectamente horizontales y sin ninguna pendiente. Cada uno de los tanques irá amarrado a la losa con tres pletinas de



acero, y se colocará un filtro sintético o de algún material análogo que impida que las pletinas dañen el revestimiento del depósito.

Colocados los depósitos sobre la capa de arena, se verterá más arena alrededor de ellos y en otros 50 cm por encima hasta la subbase del pavimento, una vez pasadas las tuberías y colocadas las arquetas de los accesos a los tanques. Asimismo se procurará realizar el vertido de forma equilibrada para evitar que el tanque, por la fuerza del impacto de la arena, pueda moverse o girar. A la hora de compactar, no se emplearán medios pesados porque pueden dañarse los depósitos y las tuberías.

1.6 PRUEBAS DE CONTROL

El fabricante de los tanques certificará la realización de las pruebas y exámenes que la ITC MI-IP-04 exige.

- *Prueba en lugar de emplazamiento:* Antes de colocar los depósitos en su sitio, se someterán a un control para comprobar que no han sufrido ningún desperfecto durante el transporte y la descarga.
- *Primera prueba de presión:* Los tanques se probarán a 0,75 bar durante un mínimo de dos horas.
- *Prueba de estanqueidad:* Una vez colocados los depósitos en su sitio, se realizará una prueba de estanqueidad hidráulica o neumática. El acceso al tanque estará tapado y también las tubuladuras por donde se introducen las tuberías. El depósito se someterá a una presión superior a 20 kPa (0,2 kg/cm²) y no superior a 34 kPa (0,35 kg/cm²).
- *Prueba de presión de la cámara:* La cámara entre paredes de los tanques se someterá a una presión de 0,95 bar absoluta (0,05 bar de vacío).



1.7 TAPA DE LOS DEPÓSITOS. BOCA DE HOMBRE

Por la tapa de acceso a los depósitos, denominada boca de hombre, se introducen las tuberías en los tanques. Todas las conexiones a realizar en la arqueta de la boca de hombre han de ser desmontables y permitir el desmonte de cualquier elemento de forma independiente de los demás dentro de la propia boca de hombre sin tener que desmontar la tapa.

Como la longitud del depósito es menor de 10 m, sólo es necesario la colocación de una boca de hombre de diámetro mínimo de 500 mm, situada en el centro del tanque.

La boca de hombre para bombas de aspiración tendría las siguientes conexiones:

- Tubería de carga o llenado.
- Dos tuberías de aspiración.
- Tubería de recuperación de vapores fase I y venteo.
- Tubería de recuperación de vapores en fase II
- Conexión para medición manual.
- Conexión para medición electrónica.
- Conexión con tapón metálico para tubería de aspiración.

La boca de hombre para bombas de impulsión tendría las siguientes conexiones:

- Tubería de carga o llenado.
- Tubería de recuperación de vapores fase I y venteo.
- Tubería de recuperación de vapores en fase II
- Conexión para medición manual.



- Conexión para medición electrónica.
- Conexión a la bomba sumergida en el tanque, que llevará conectada la tubería de impulsión.

El espesor de la tapa del tanque será de 12 mm, y su diámetro, de 600 mm. Todos los elementos necesarios para su sujeción y las tapas serán de acero inoxidable. La tapa del depósito lleva juntas que aseguran una perfecta estanqueidad y son resistentes a los hidrocarburos y a los aditivos que contienen éstos.

1.8 ARQUETA DE LA BOCA DE HOMBRE

Sobre la tapa del tanque se instala la arqueta de la boca de hombre para poder acceder hasta la tapa del tanque en caso de presentarse alguna eventualidad en las tuberías y accesorios instalados o, incluso, poder llegar al interior del depósito para proceder a su limpieza. En esta arqueta, se encuentra alojada la tubería que permite la medición directa mediante varilla del volumen de combustible que queda en el depósito.

La arqueta se monta sobre un soporte metálico que está soldado al tanque. El tipo de soporte se ajustará a la arqueta que se vaya a colocar. La arqueta tendrá una anchura libre mínima de 1 m.

Los tipos de arquetas posibles son:

- **Obra civil:** arqueta cuadrada construida a base de ladrillo macizo. Se apoya sobre una pequeña zapata perimetral de hormigón y en la arena que rodea el tanque.
- **Metálica:** arqueta cuadrada con dos tapas. Se atornilla al soporte que hay sobre el tanque alrededor de la boca de hombre.
- **De plástico reforzado:** la base de la arqueta puede ser cuadrada o redonda y la parte superior es circular con una tapa del mismo material. Estas arquetas se construyen de polietileno y de poliéster reforzado con fibra de vidrio.



La arqueta de plástico tiene la ventaja de ser completamente hermética e impide el paso de agua. Si en el terreno hay presencia de nivel freático, se recomienda poner las arquetas de plástico reforzado.

La tapa será resistente al tráfico pesado y se elevará unos 2 cm por encima del nivel del pavimento para evitar que recoja aguas pluviales.

1.9 DETECCIÓN DE FUGAS

A pesar de que los tanques de doble pared son muy seguros, es preciso instalar un sistema de detección de fugas.

Sistemas de detección de fugas para tanques de doble pared:

- **Sistema de detección de fugas por líquido eléctricamente conductor situado entre las dos paredes del depósito.**

Se controla el nivel de líquido intersticial con un electrodo inmerso en él. Se detecta inmediatamente una fuga, pero tiene el inconveniente de que transmite electricidad a los tanques.

- **Sistema de detección de fugas por vacío.**

Se controla el vacío que hay en la cámara intersticial. No transmite electricidad a los tanques y permite inspeccionar la cámara intersticial sin tener que bajar a las arquetas.

- **Sistema de detección de fugas por vacío con regeneración.**

Idéntico al anterior, pero con un microprocesador que diferencia entre una pérdida de vacío ocasional o una fuga.

- **Sistema de detección de fugas y control de existencias.**



Este equipo, además de detectar las posibles fugas de combustible, controla todo tipo de información sobre el combustible almacenado, como pueden ser existencias de cada producto, densidades, nivel de agua, consumo por hora, datos sobre las últimas operaciones de carga, prueba para detección de fugas, informes de gestión, etc.

Las mediciones se basan en el principio hidrostático (medición de vacío o presión) con unos sensores en el interior del tanque y en la cámara intermedia, con la ventaja de no transmitir electricidad a los tanques. También se puede visualizar la cámara intersticial sin tener que bajar a las arquetas.

Todos estos sistemas tienen un equipo, situado en un lugar a la vista del personal de la gasolinera, que daría señales luminosas y acústicas en caso de detectar algún escape de combustible.

Queda descartada la instalación del primer sistema de detección de fugas por transmitir electricidad a los tanques. Se elige el último equipo para instalarlo en la gasolinera por ser el más completo.

1.10 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

La presencia de picaduras o corrosiones generalizadas en elementos metálicos enterrados, y en especial en el acero, constituyen un riesgo de paro, averías y reparaciones. Los depósitos llevan una capa de protección contra la corrosión. Este tipo de protección se denomina protección pasiva. Pero este tipo de protección no es suficiente porque cualquier defecto en este aislamiento conduce a un proceso muy local, pero muy virulento, generando picaduras con velocidades de penetración muy rápidas. Además, durante el transporte y la instalación de los tanques, es muy fácil que se produzcan deterioros en la capa de protección. También se ha de tener en cuenta que esta capa, por sí sola, tiene eficacia durante, aproximadamente, 10 años. Por tanto, si se quiere alargar la vida de los tanques, debe montarse una protección activa.



Se recomienda especialmente la protección activa si el terreno cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Resistividad del terreno menor de 10.000 Σcm .
- Si el pH del terreno es inferior o igual a 4,5.
- Si existen corrientes vagabundas o erráticas (proximidad de líneas de ferrocarril o subestaciones).

Entendiendo una corrosión como una reacción electroquímica de oxidación-reducción y, por tanto, de intercambio de electrones entre el metal y el medio que lo envuelve u otro metal, la protección activa está basada en la aportación de electrones al metal, con el fin de desplazar las reacciones de oxidación en sentido contrario. En definitiva, se trata de situar el potencial natural del metal respecto al medio agresor (diferencia de potencial con respecto a una pila de referencia), hasta un nivel en que la oxidación quede anulada. Para todos los metales, existen umbrales de potencial natural en los que las reacciones predominantes son las de reducción o donde los productos de oxidación formados actúan a modo de protecciones pasivas, y, por tanto, no existe corrosión.

Uno de los sistemas activos más empleados para la protección de los depósitos enterrados y otros elementos de acero, como pueden ser las tuberías, es el de protección catódica. Según la norma UNE 109.502-IN, los tanques de pared simple irán provistos de un sistema de protección catódica; dicha protección es recomendable en caso de tanques de doble pared, cuando la pared externa sea metálica. Este sistema se basa en la inyección de una densidad de corriente suficiente para llegar a proteger contra la corrosión toda la superficie metálica en contacto con el medio conductor a través de la generación de reacciones catódicas de protección. Existen dos sistemas de protección catódica:

- **Por ánodos de sacrificio:** Se protege el acero en detrimento de la destrucción de otro metal más anódico que él. Por ejemplo, con ánodos de magnesio o zinc.



- **Por corriente impresa:** Se obtiene la corriente de protección necesaria de una fuente externa de corriente continua. Unos equipos electrónicos de control pueden inyectar permanentemente la corriente necesaria aun con variaciones electroquímicas del medio o con otras afecciones externas.

Las dos soluciones son buenas para proteger los tanques, pero es más adecuado el sistema por corriente impresa porque, al poder regular la corriente en función de las necesidades, hace disminuir los efectos secundarios de las protecciones activas, como puede ser el desprendimiento del hidrógeno del acero, que genera problemas de abombamiento, rotura y fragilización.

Como los tanques que se instalarán son de doble pared, siendo la exterior de polietileno, no es necesario ningún tipo de protección contra la corrosión.





2. ZONA DE REPOSTAJE

2.1 SURTIDORES

Los aparatos surtidores se pueden clasificar en función de la situación del cabezal electrónico, del caudal y del número de productos que suministran.

➤ *Según situación del cabezal electrónico:*

- Montado sobre su cuerpo
- Elevado y adosado a la columna de manguera

➤ *Según caudal:*

- Normal, entre 40 y 60 l/min. Utilizado para suministrar combustibles a turismos y vehículos ligeros.
- Medio, entre 60 y 90 l/min. Utilizado para el suministro de gasóleos a vehículos pesados.
- Gran caudal, más de 90 l/min.

➤ *Según el número de productos que suministra:*

- Monoproducto: suministra un único producto.
- Multiproducto: suministra dos o más productos y dispone de dos o más mangueras, pero sólo pueden utilizarse una manguera y un producto en cada operación.

Se instalarán dos aparatos surtidores con ocho mangueras cada uno, dos para cada producto, de manera que a cada lado del surtidor se pueda escoger cualquiera de los cuatro tipos de combustible (súper, sin plomo 95, sin plomo 98 y gasóleo) que se suministran en



la gasolinera. Se ha de tener en cuenta que solamente podrá funcionar a la vez una única manguera de cada lado del surtidor. Por lo tanto, podrán estar repostando a la vez sólo cuatro vehículos. Estos dos surtidores estarán destinados al uso, principalmente, de turismos y vehículos ligeros, por lo que tendrán un caudal normal, entre 40 y 60 l/min.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SURTIDORES

Modelo	Quantium 500 de la casa <i>Koppens Ibérica</i>
Nº de mangueras	8
Caudal	45 l/min
Rango de temperatura	-25°C a +55°C
Productos	Gasolina súper, SP95, SP98, gasóleo A
Ancho	520 mm
Largo	1950 mm
Alto	1784 mm

Tabla 3.1. Principales características de los surtidores

Además, disponen de indicadores acústicos del producto, de control del tiempo máximo de suministro y de bandejas antiderrame para recoger el combustible que se pierde y que no se derrame alrededor del surtidor, y están preparados para instalar la recuperación de vapores.

Según la instrucción técnica complementaria MI-IP04, los aparatos surtidores llevarán incorporados, como mínimo, los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo de parada de la bomba si un minuto después de levantado el boquerel no hay demanda de caudal.
- Sistema de puesta a cero en el computador.
- Dispositivo de disparo en el boquerel cuando el nivel es alto en el tanque del vehículo del usuario.



- En los aparatos surtidores con computador electrónico, dispositivo de corte del suministro en caso de fallo del computador, del transmisor de impulsos o de los indicadores de precio y volumen.
- Puesta a tierra de todos los componentes.
- La resistencia entre los extremos de la manguera será inferior a $1\text{ M}\Omega$.
- Dispositivo antirrotura del boquerel.

También se colocará una válvula de impacto en cada tubería de combustible. En el caso de que mientras se estuviera repostando algo chocara muy fuerte contra el surtidor y hiciera que éste se desplazara de su sitio, el surtidor no podría enviar ninguna señal a la bomba de impulsión para que dejara de suministrar combustible. Consecuentemente, éste se derramaría y contaminaría el suelo de la gasolinera, lo que podría provocar algún accidente. Entonces, la función de la válvula de impacto consiste en que, si por alguna razón la tubería de combustible se desencajara de la manguera (donde está colocado el gatillo para suministrar combustible), automáticamente esta válvula se cerraría e impediría el paso de carburante.

2.3 BOMBA PARA LLEVAR EL COMBUSTIBLE DE LOS TANQUES A LOS APARATOS SURTIDORES

Para hacer llegar el combustible a los surtidores, es necesaria la ayuda de una bomba. Según la situación de la bomba, se pueden distinguir dos tipos:

- **Sumergida.** Es una bomba de impulsión situada en el fondo del depósito que impulsa el combustible hasta el surtidor. Se instala una bomba por tanque y las tuberías de impulsión de todos los surtidores tienen una única conexión en la tapa del depósito, la misma en la que está conectada la bomba.
- **Aspiración.** Se encuentra en el surtidor. Se coloca una bomba por producto, con la potencia suficiente para dar servicio a la vez a dos mangueras del surtidor.



El principal problema que presentan las bombas de aspiración es la cavitación, que consiste en la vaporización de la gasolina en la propia bomba. Los factores que determinan este efecto son:

- Largos recorridos de las tuberías.
- La alta temperatura de la gasolina hace que tenga más facilidad para volatilizarse.
- A mayor octanaje de la gasolina, más facilidad para que se vaporice.
- Las gasolinas sin plomo tienen mayor presión de vaporización, por tanto, se volatilizan antes que las con plomo.

La instalación con bombas sumergidas o de impulsión tiene las siguientes ventajas respecto la de bombas de aspiración:

- No cavitan.
- Permiten una altura de impulsión de hasta 6,5 m; en cambio las bombas de aspiración es, como máximo, de 4,5 m.
- Menos tramos de tubería.
- Menor coste de mantenimiento.
- Menos ruido, porque están enterradas.
- Tan sólo es necesaria una bomba por tanque, en cambio se precisan cuatro bombas de aspiración por aparato surtidor.

Se instalará una bomba sumergida de impulsión en cada tanque, por las ventajas que presentan éstas sobre a las de aspiración. Además, el valor de la altura de aspiración, que antes se ha calculado, está muy próximo al límite máximo de las bombas de aspiración. Consecuentemente, para evitar los posibles problemas de cavitación, es más conveniente la instalación de bombas sumergidas.



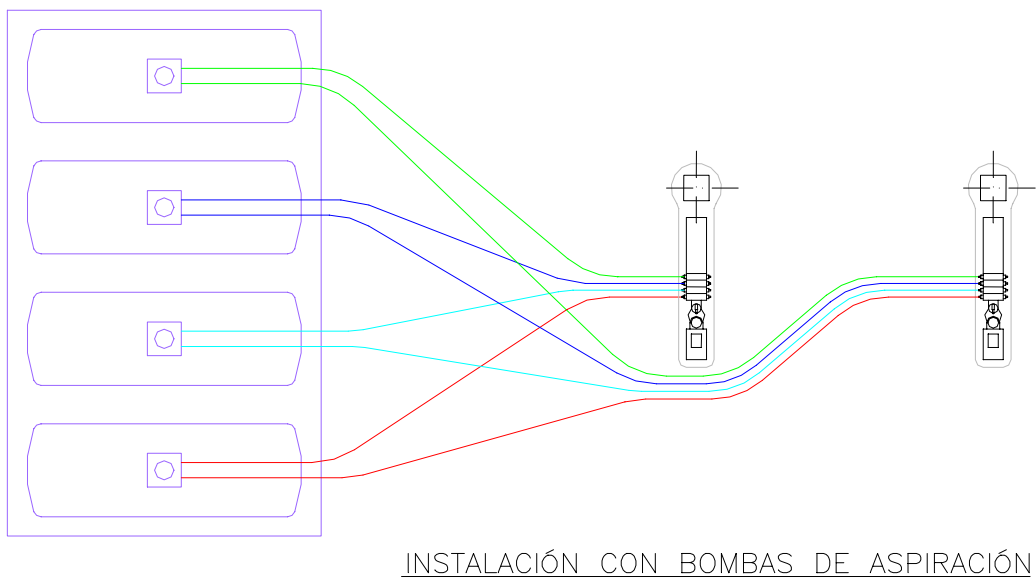
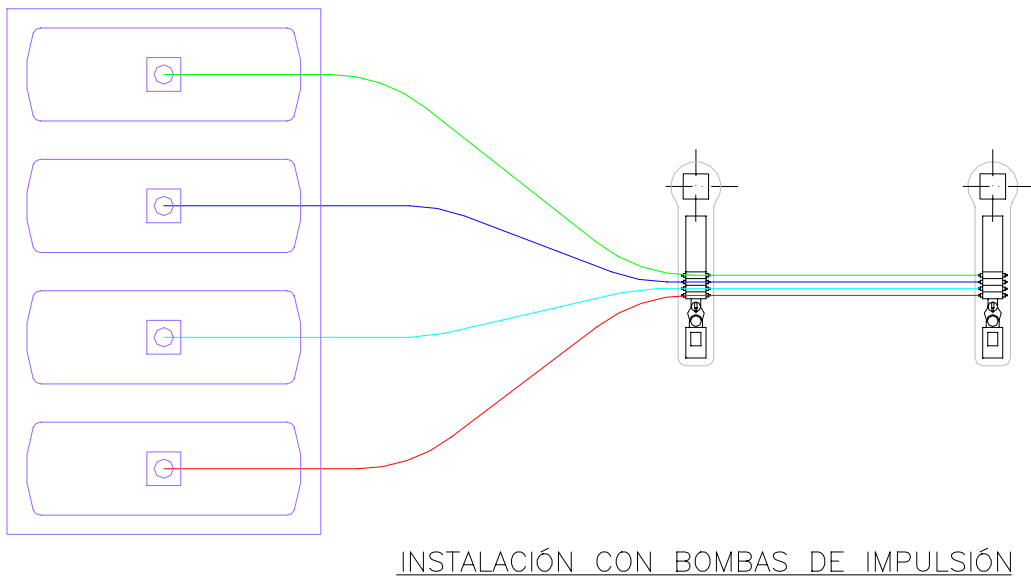


Figura 3.1.



2.3.1 Características de la bomba sumergida de impulsión

Modelo	P150-S17-3 de la casa <i>Koppens Ibérica</i>
Caudal	250 l/min
Presión	4 bar
Peso	45 kg
Consumo eléctrico	1,1 kW-380 V-3 fases-3,8 A nominal
Temperatura de trabajo	-45° C a +70°C
Temperatura combustible	-25°C a +25°C

Tabla 3.1. Principales características de la bomba de impulsión

2.4 ARQUETA DE SURTIDORES

Al igual que las arquetas de las bocas de hombre, pueden ser de obra civil, metálicas o de plástico reforzado. Por las mismas razones que antes (quedan más herméticas e impiden la entrada de fluidos), se colocarán arquetas de surtidores de plástico reforzado. Estas arquetas se fabrican en diferentes tamaños para que sean compatibles con cualquier tipo o marca de surtidor.



3. ZONA DE CARGA-DESCARGA

La zona de carga-descarga ha de tener fácil acceso, tanto de entrada como de salida, para que el camión-cisterna no tenga que hacer muchas maniobras. Además ha de situarse de manera que, mientras el camión esté descargando, no entorpezca la circulación de la gasolinera ni la de los clientes del supermercado.

En la zona de descarga, están colocadas las bocas de carga, una para cada tanque, la boca de recuperación de vapores, común a todos los tanques, y la toma de tierra.

3.1 BOCAS DE CARGA

Los acoplamientos de las bocas de carga deben ser compatibles con la manguera del camión cisterna. Este acoplamiento debe permitir realizar el proceso de descarga de manera estanca, segura y con un sistema que impida el desacople fortuito durante la transferencia de líquido.

La boca de carga será de 3", con un acoplamiento de cierre rápido para conexión a manguera de descarga.

Las arquetas de las bocas de hombre serán antiderrame y estarán enterradas bajo la acera.

3.2 ARQUETAS ANTIDERRAME

La arqueta antiderrame sirve para recoger los escasos vertidos de combustible que puedan producirse al desacoplar la manguera del camión cisterna de la boca de carga que va alojada en su interior.



Lleva incorporada una válvula de drenaje para introducir en la tubería de carga el combustible recogido en el fondo de la arqueta. Dicha válvula lleva un filtro para evitar la entrada de materias sólidas en la tubería.

3.3 DISPOSITIVO ANTIRREBOSE

La misión del dispositivo antirrebose es evitar el sobrellenado del depósito de carburante cuando se está efectuando la descarga del camión cisterna. Cuando se alcanza el nivel de líquido en el tanque correspondiente al 95% de su capacidad total, el mecanismo de la válvula se acciona mediante un sistema flotador. Esta operación se advierte desde el exterior y es en este momento cuando se debe cerrar la llave de vaciado del camión cisterna. El depósito queda lleno un 98% de su capacidad total para poder admitir el combustible que en esos momentos se encuentra entre el camión cisterna y el dispositivo antirrebose.

3.4 BOCA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

En los depósitos, a medida que se van vaciando, se van acumulando gases. Para poder cargar el combustible, los gases han de poder salir. Para no expulsarlos a la atmósfera, ya que son vapores hidrocarburoados, el camión cisterna lleva un depósito que los recoge. Así, mientras el camión-cisterna enchufa una manguera a la boca de carga y llena el depósito, enchufa otra manguera a la boca de recuperación de vapores y recoge los gases. La boca de recuperación de vapores es común para todos los tanques.

3.5 TOMA DE TIERRA

El camión-cisterna puede tener acumulada electricidad estática. Durante la descarga de combustible, esta electricidad puede provocar que salte alguna chispa y ocasionar un incendio. Para que esto no ocurra, se instalará junto a las bocas de carga una



conexión a la toma de tierra. Así, cuando el camión-cisterna llegue a descargar, se conecta a tierra mediante unas pinzas y, de esta forma, la posible electricidad que pueda haber acumulado al circular se conducirá a tierra.





4. RED DE TUBERÍAS

La red de tuberías se utiliza para transportar el combustible, tanto desde la zona de carga hasta los depósitos (tuberías de carga), como desde los depósitos hasta los surtidores (tuberías de impulsión), y, también, para la recuperación de los gases (tuberías de ventilación).

El material de las tuberías puede ser:

- **Acero al carbono:** Son tuberías rígidas. La unión entre dos tramos ha de hacerse mediante codos y soldaduras. Además, las tuberías se han de proteger contra la corrosión del terreno mediante una capa de imprimación antioxidante y un revestimiento con cintas aislantes especiales autoadhesivas e inalterables a los hidrocarburos que aseguren una tensión de perforación mínima de 15 kV.
- **Plástico reforzado:** No necesita ningún recubrimiento especial porque su capa exterior protege adecuadamente contra las agresiones de terreno. Los extremos de los tubos son machihembrados y se unen mediante electrofusión.
- **Plástico flexible:** Estas tuberías han de estar enterradas dentro de otras tuberías de contenimiento mecánico de mayor diámetro. Las uniones se realizan mediante racores estancos, situados en arquetas inspeccionables. Dada la propia naturaleza del material, no necesita una protección adicional.

Pero hay que tener en cuenta que las tuberías de plástico reforzado también son flexibles y puede diseñarse un recorrido de tuberías curvo. La principal diferencia entre las de plástico reforzado y las flexibles es que las primeras están recubiertas con otro material más resistente que absorbe todos los esfuerzos mecánicos que el terreno o el líquido que circula por el interior puedan transmitir. En cambio, las de plástico flexible están revestidas por una capa que las protege de la corrosión, pero que no las hace más resistentes. Por ello, es necesario que vayan enterradas en el interior de otra tubería que aguante los esfuerzos.



El trazado de las tuberías de acero ha de ser a base de tramos rectos unidos por codos. En cambio, con tuberías de plástico, se puede hacer un recorrido de tuberías curvo y sin necesidad de poner tantos codos. También, tienen la ventaja de no necesitar ninguna protección pasiva adicional. Las tuberías de plástico flexible necesitan tener otra tubería exterior más fuerte para aguantar los esfuerzos mecánicos y, además, las uniones han de ser dentro de una arqueta registrable y mediante racores. En cambio, la unión en las tuberías de plástico reforzado es más sencilla porque se hace por electrofusión, un sistema que puede realizarse en el exterior.

Para el sistema de impulsión, se utilizarán tuberías flexibles de doble pared, y para el sistema de carga, ventilación y recuperación de vapores, tuberías de polietileno, que en su interior irán recubiertas por una lámina impermeable resistente a los hidrocarburos.

▫ **Enterramiento de las tuberías**

Según la ITC MI-IP-04:

- cualquier tubería deberá tener una pendiente continua de, al menos, 1 por 100, de manera que no pueda formarse ninguna retención de líquido en un lugar inaccesible;
- se colocarán sobre una cama de material granular exento de aristas o elementos agresivos de 10 cm de espesor, como mínimo, protegiéndose las mismas con 20 cm de espesor del mismo material;
- la separación entre tubos deberá ser de, al menos, la longitud equivalente al diámetro de los tubos.

▫ **Controles y pruebas**

Se realizará una prueba de resistencia y estanqueidad de las tuberías antes de rellenarse las zanjas para poder comprobar visualmente su correcta instalación. La prueba consistirá en someter las tuberías a una presión de 2 bar durante 1 hora.



Las tuberías de impulsión, en la instalación con bomba, se someterán a una prueba de resistencia y estanqueidad de 1,5 veces la presión máxima de trabajo de la bomba durante 1 hora. Durante la prueba, se comprobará la ausencia de fugas en las uniones, soldaduras, juntas y racores mediante la aplicación de productos especiales destinados a este fin.

Antes de enterrar las tuberías, se controlará que las protecciones mecánicas de las mismas tienen continuidad y que no se aprecian desperfectos visuales.

Se comprobará que las tuberías están instaladas con pendiente continua hacia el tanque.

4.1 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN

La red de impulsión es el tramo de tubería por donde circula el combustible desde los depósitos hasta el surtidor.

El sistema presurizado de tuberías de impulsión será flexible, de doble pared, con una pendiente del 1% hacia los depósitos y con sistema de monitores para detección de fugas. Consistirá en una tubería flexible interior contenida en una tubería flexible exterior, con la totalidad de las conexiones ubicadas en arquetas de registro fácilmente inspeccionables.

4.2 TUBERÍAS DE CARGA-DESCARGA

Las tuberías de carga son aquellas que unen las bocas de carga con los depósitos enterrados. El llenado de éstos se realizará por gravedad. Las tuberías tendrán una pendiente hacia los depósitos del 5%, aunque, según la instrucción técnica complementaria MI-IP04, el mínimo sólo sea del 1%. De esta forma, se asegura que la descarga del combustible se realiza de una manera más ágil y rápida.



En el extremo de las tuberías de carga, se colocarán accesorios de $\varnothing 110$ mm normalizados para carga, dotados con dispositivo de seguridad que impida la comunicación con el exterior.

Según la instrucción complementaria MI-IP04, la tubería de carga entrará en el tanque hasta 15 cm del fondo, terminará, preferentemente, cortada en pico de flauta y su diámetro no podrá ser inferior al del acoplamiento de descarga.

4.3 TUBERÍAS DE VENTILACIÓN

4.3.1 Recuperación de gases

Esta red tiene por objeto la recuperación, para evitar su emisión a la atmósfera, de los gases que se desprenden de los depósitos de gasolina súper y gasolina sin plomo durante su llenado, y los gases que proceden de los depósitos de los vehículos durante el proceso de repostaje. Consecuentemente, se pueden distinguir dos fases:

- **FASE I:** Es la recuperación de vapores producidos en las operaciones de descarga del camión-cisterna. Consiste en conducir, para su traslado a las plantas donde posteriormente se tratará, el aire saturado de vapor contenido en los tanques y desplazado por la introducción de combustible en ellos durante el llenado al camión cisterna.

Desde cada tanque de gasolina, saldrá una tubería de 2". Todas se unirán en la válvula de recuperación de la boca de recuperación de vapores.

- **FASE II:** Es la recuperación de vapores producidos en las operaciones de repostaje de vehículos. Consiste en conducir los vapores, contenidos en el depósito del vehículo durante su llenado, a uno de los tanques de gasolina.

La instalación de la recuperación de vapores en fase II consiste en unir mediante una tubería de 2" cada surtidor a un tanque de gasolina, normalmente al que



queda más cerca. De esta manera, los gases de los depósitos de los coches se recogen en un tanque de gasolina, que más adelante recogerá el camión-cisterna mediante el sistema de la fase I.

Cuando el camión cisterna conecta la manguera de recuperación de vapor al acoplamiento, éste tiene una válvula de deslizamiento que cierra la tubería de ventilación, con lo que los vapores del depósito no pueden ser enviados a la atmósfera, sino, necesariamente, al camión-cisterna.

La recuperación de vapores se aplicará sólo a las gasolinas ya que el gasóleo, por su escaso índice de contaminación, no la requiere.

A la hora de hacer la instalación de las tuberías, especialmente las de recuperación de vapores, se ha prever que en el futuro el contenido de los tanques puede cambiar. Por esto, tanto las tuberías de recuperación de vapores en fase I como en fase II se instalarán en el tanque de gasóleo, pero no se conectarán.

4.3.2 Venteos

Los venteos se encargan de expulsar a la atmósfera los gases que se acumulan en el depósito de gasóleo y en los tanques de gasolina súper y sin plomo y que, por alguna razón, no pueden ser recogidos por el camión-cisterna.

Algunas de estas causas son:

- El camión-cisterna no disponga de depósito para recoger los vapores. Entonces, para poder descargar el combustible, es necesario que los gases salgan por otro sitio.
- En el tanque se acumulan muchos gases y la presión aumenta. Para evitar cualquier problema, lo mejor es expulsar los gases a la atmósfera.

Los gases que desprende el gasóleo no pueden recogerse junto con los de la gasolina. Los gases de gasóleo son menos inflamables que los de la gasolina y pueden ser



expulsados a la atmósfera, teniendo cuidado en que no molesten a los edificios vecinos y que no entren en contacto con alguna fuente inflamable que ocasione alguna explosión.

Por consiguiente, el venteo de la gasolina súper y sin plomo sólo se utilizará cuando la recuperación de vapores en fase I no funcione. Pero, en el caso del gasóleo, el venteo es el único medio para expulsar los gases.

Del depósito de gasóleo, saldrá una tubería hasta un venteo por donde se expulsarán los gases a la atmósfera. Junto a este venteo, habrá otro al que llegan las tuberías de ventilación de los depósitos de gasolina súper y sin plomo. Los venteos tendrán protegida la salida de los gases con una rejilla apagallamas y un hilado anti-pájaros. Tendrán una altura mínima del suelo de 3,5 m y se situarán en un lugar en el que los vapores expulsados no puedan penetrar en locales y viviendas vecinos ni entrar en contacto con fuentes que pudiesen provocar su inflamación. Además, el venteo de gasolina llevará, en la parte superior, una válvula de cierre que se abrirá cuando la presión sea superior a 50 mbar o el vacío inferior a 5 mbar.

