

PRÁCTICA EXC.011 AUTOBUSES GNC



Figura 0.- Cilindros de gas instalados en un autobús GNC.

DESTINATARIOS

Conductores, bomberos, bomberos-conductores, cabos y sargentos.

LUGAR DE REALIZACIÓN

Cocheras provisionales de Transportes de Murcia (Infante) y patio maniobras (Espinardo).
Dirección Cocheras: Carril de la Cierva nº70, Santo Ángel (acceso por Ctra Santa Catalina-Km 2,5).

DURACIÓN ESTIMADA

60 minutos.

DISTRIBUCIÓN DE GRUPOS

Infante: Grupo 1 (Primera y Media). Grupo 2 (Segunda, personal de escala y otros en vehículo BUP).
Espinardo: Todo el personal.

IMPLICACIONES OPERATIVAS.

Durante las visitas, en parque Infante deben permanecer operativas una primera salida, autoescala y cuba.

OBJETIVOS GENERALES.

- Conocer la red de transporte de viajeros de gas natural comprimido (en adelante GNC) de Murcia.
- Conocer las características principales de los autobuses de GNC.
- Conocer los principales riesgos asociados a estos vehículos en caso de emergencia.
- Conocer las medidas a adoptar en caso de emergencia donde esté involucrado un autobús de GNC.
- Inspeccionar in situ los autobuses de GNC.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Una vez finalizada la práctica, el personal deberá de ser capaz de:

- Identificar y localizar las partes, componentes y elementos principales que constituyen un autobús de GNC.
- Conocer el comportamiento ante el fuego de este tipo de autobuses.
- Intervenir de forma segura ante emergencias en autobuses de GNC.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

El crecimiento mundial de vehículos propulsados por gas natural ha experimentado un crecimiento anual medio de un 34% desde el año 2000, alcanzando 7 millones de vehículos en 2007. En Europa, en el año 2010 se censaron 1.400.000 vehículos. En España existen, en la actualidad, unos 1.800 vehículos propulsados por gas natural comprimido.

El uso de gas natural en el transporte urbano aporta considerables beneficios medioambientales con respecto al uso de combustibles tradicionales, como por ejemplo la reducción de las emisiones de CO_2 (dióxido de carbono-principal gas de efecto invernadero), la nula emisión de partículas sólidas y de SO_2 (dióxido de azufre-gas irritante y tóxico que es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico), así como la reducción importante de emisiones de NO_x (óxidos de nitrógeno-causante de problemas respiratorios para la salud) y de CO (monóxido de carbono). Con esta reducción de emisiones se mejora la calidad del ambiente urbano y se atenúa el efecto invernadero.

Sin embargo, desde el punto de vista de la intervención de bomberos, constituyen un riesgo potencial, ya que para su propulsión almacenan gas natural en cilindros a 200 bares de presión.

Principales características de un autobús de GNC

► Depósitos de combustible (GNC). En los autobuses urbanos de Murcia tenemos 2 situaciones claramente diferenciadas:

-Autobús: Va dotado con 5 cilindros de 320 L de capacidad cada uno cargados a 200 bar. Van ubicados sobre la parte superior.



Figura 1. Disposición de las botellas de gas en el techo.

-Microbús: Va dotado con 3 cilindros de 124 L (34+42+48) de capacidad total cargados a 200 bar. Ubicados en la parte inferior. En el microbús son de color negro.

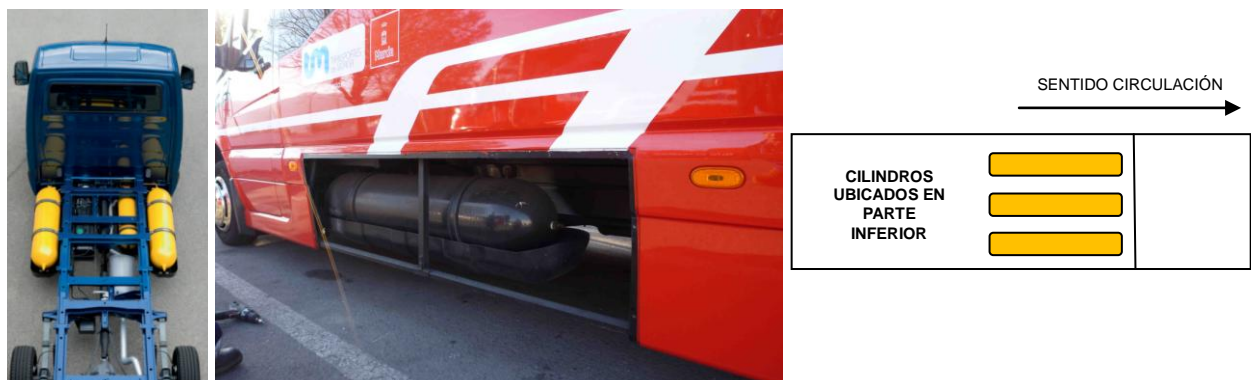


Figura 2. Disposición de las botellas de gas en el techo.

Se alimentan desde las gasolineras de GNC, llenándose los cilindros en paralelo (todos progresivamente), a través de la unidad de repostado. Alimentan al motor de combustión a través de electroválvulas, con flujo en paralelo (todos los cilindros se vacían progresivamente), de forma que ante el fallo de una electroválvula o del propio cilindro se garantiza el flujo de gas.

► Valvulería.

Los depósitos de gas a presión cuentan con válvulas de técnica inteligente (electromagnéticas), que protegen el interior contra todo tipo de riesgos. Las válvulas de seguridad están cerradas automáticamente si no reciben corriente eléctrica. Una válvula de retención impide que puedan producirse fugas de gas al repostar. Antes de arrancar el motor se comprueba automáticamente la hermeticidad del sistema. En caso de choque con activación del sensor del airbag se cierran automáticamente las válvulas. Si se corta una conducción de gas, o si se desprende una válvula de seguridad, un limitador de flujo descarga de forma controlada el gas del interior.

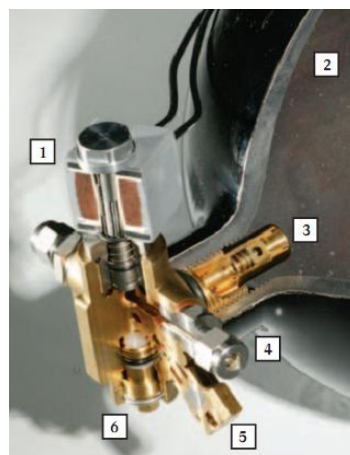
En el cuello de los cilindros están integrados los siguientes elementos:

-Válvula automática. Cuando se "conecta el encendido" se aplica corriente, durante aprox. 10 segundos, a la válvula de activación eléctrica. De esta manera se establece una conexión directa entre el cilindro de gas y la tubería. Cuando existe un equilibrio de presiones entre el cilindro de gas, la tubería de alimentación y la línea piloto, se abren neumáticamente todas las válvulas de los cilindros de gas. Después de transcurrir 10 segundos se deja sin corriente la válvula de activación eléctrica y cierra la conexión directa entre el cilindro de gas y la tubería. Con ello sólo queda activa todavía, en todas las válvula de los cilindros de gas, la conexión abierta neumáticamente entre el cilindro de gas y la tubería.

La electroválvula corta el paso de gas cuando se corta el contacto, se acciona la parada de emergencia, se desconecta el interruptor general de alimentación y cuando se desconectan las baterías.



Figura 3. Vista de la valvulería en el cilindro (autobús). En rojo electroválvula. Válvula de exceso de flujo (tapón negro).



- 1 Válvula de cierre electromagnética
- 2 Bombona de acero de alta resistencia
- 3 Limitador de flujo
- 4 Rácor
- 5 Fusible
- 6 Válvula de cierre mecánica

Figura 4. Detalle de valvulería de microbús. A diferencia del autobús, lleva incorporado el fusible en el cuello del cilindro.

-Termofusible. Los termofusibles impiden en caso de incendio un aumento desmesurado de la presión en el sistema de almacenamiento, descargando el gas de forma controlada. El termofusible de plomo-estaño se funde a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. También actúan en caso de exceso de presión, saltando.



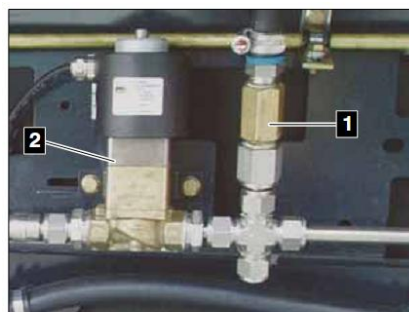
Figura 5. Vista del termofusible (izquierda)

-Limitador de flujo. La salida de gas hacia el motor dispone de un sistema automático que en caso de exceso de caudal (por ejemplo por una fuga en el circuito lado motor) corta directamente el paso de gas, evitando de esta forma la formación de una nube de gas natural, con el consiguiente riesgo de explosión. El sistema de seguridad cierra las válvulas en los depósitos a presión mediante la llamada línea piloto. Las roturas o grandes fugas en la tubería de alta presión que van hasta el regulador de presión son detectadas directamente durante la marcha y se cierran las válvulas que hay en los depósitos a presión (válvulas de diafragma interior). Para la función de protección el sistema de seguridad multifunción utiliza la presión propia del gas natural almacenado. Sin fugas o roturas de tuberías todas las válvulas permanecen siempre abiertas después de que se las activó por primera vez.

-Válvula de paso manual. Permite su cierre de forma manual. En los autobuses son de color amarillo. En los microbuses no están accesibles directamente. Hay que desmontar la carcasa protectora que llevan los cilindros. Suelen utilizarse para labores de mantenimiento, pero en caso de emergencia o funcionamiento anormal pueden ser útiles para cortar una fuga.

-Válvula de seguridad y válvula electromagnética de paso de baja presión.

Después del regulador de presión de gas hay una válvula de seguridad, que abre a 10 bar de sobrepresión y que deriva el gas al exterior por un tubo flexible/tubería a través del techo del vehículo. De esta manera se evita que, en caso que el regulador de presión de gas trabaje mal, se produzcan daños en la parte de baja presión del sistema de gas.



Válvula de seguridad y válvula electromagnética de paso de baja presión
1 Válvula de seguridad
2 Válvula electromagnética de paso de baja presión

Figura 6. Válvula de seguridad en el circuito de baja presión.

► Motor.

El módulo de regulación de presión situado en el compartimento del motor se encarga de reducir la presión de alimentación del gas natural, de los 200 bares del depósito a la presión de inyección de 6 bares. A la salida del regulador de presión, el gas fluye a presión continua al colector o rail, que alimenta a las válvulas de inyección de los cilindros. La mezcla inflamable se forma al inyectar el combustible en el tubo de admisión.

Una vez que el aire aspirado ha pasado por el filtro de aire y alcanzado el conducto de admisión, el medidor de la masa de aire mide la masa de aire y su temperatura. El aire aspirado fluye a través de la mariposa de gases, controlada electrónicamente, hacia el mezclador de gas, donde mediante las válvulas de insuflación se alimenta gas natural y se genera una mezcla de aire-gas natural. Desde allí se suministra la mezcla combustible a través de la rampa distribuidora de aire aspirado a cada uno de los cilindros del motor. El autobús es propulsado exclusivamente por GNC, mientras que el microbús es un híbrido de GNC/gasolina.



Figura 7. Esquema de funcionamiento del motor de gas natural comprimido (autobús). En rojo la válvula de entrada de gas.

► Unidad de repostado.

En función del modelo (autobús o microbús), la unidad de repostado tiene distintos elementos:



Figura 8. Unidad de repostado del microbús (izquierda) y autobús (derecha).

En el caso del autobús, existen dos válvulas manuales que se aprecian en la figura de la derecha, una de las cuales permite el paso a los cilindros de almacenamiento (flecha izquierda) y la otra permite el paso de gas al motor (flecha derecha). También hay un botón amarillo de interrupción de límite de carga. Completan la unidad un manómetro y la conexión rápida para el surtidor de la estación de servicio. Una vez que se ha alcanzado la presión máxima de llenado de 200 bar el surtidor desconecta automáticamente. Cuando las temperaturas exteriores son altas, así como por el calentamiento del gas natural durante el repostado, puede ser que al finalizar el proceso de repostado se muestren brevemente en el indicador del manómetro del autobús valores indicativos > 200 bar, y por el mismo motivo cuando las temperaturas exteriores son frías puede indicar una presión < 200 bar.

Esquema general:

Los componentes fundamentales de la propulsión por gas natural son, como se ha visto, el sistema de almacenamiento (colocado sobre el techo-autobús o bajo el chasis-microbús), la unidad de repostado detrás de la tapa del depósito de combustible y naturalmente los componentes específicos para el gas natural ubicados en el vano motor. A continuación se muestra un esquema general del sistema:

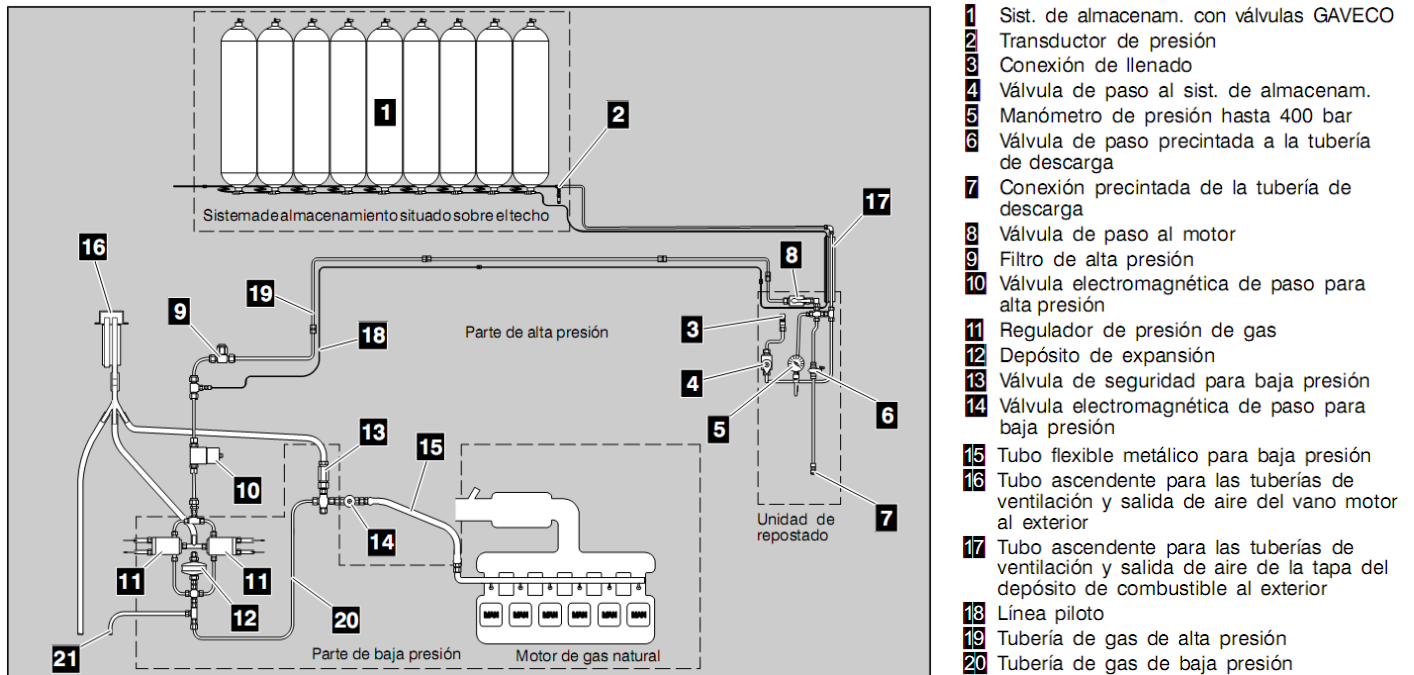


Figura 9. Esquema de funcionamiento del autobús de gas natural.

DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO.

Se produce un incendio en un autobús de GNC en entorno urbano. Se requiere la presencia de bomberos.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRÁCTICA.

En la práctica se realizarán las siguientes operaciones:

- Identificar los siguientes elementos de los autobuses de GNC.
 - Ubicación de botellas, válvulas de corte manual y termofusible.
 - Unidad de repostado.
 - Ubicación de baterías.
- Proceder a realizar la apertura de los portones donde van ubicados los cilindros y los compartimentos de baterías.

MATERIAL NECESARIO.

No aplica.

DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL.

No aplica.

NIVEL DE PROTECCIÓN.

No aplica. En caso de intervención nivel I+ERA.

ANÁLISIS DE RIESGOS.

- Gas altamente inflamable a alta presión que puede formar una gran variedad de mezclas explosivas fácilmente con el aire. En caso de incendio, puede producir gases tóxicos incluyendo monóxido de carbono y dióxido de carbono.
- Proyección de fragmentos.
- Posibilidad de producirse dardos de fuego (jet fires) tanto en la acometida de gas natural, en la estación de regulación, recinto del compresor y surtidores.
- Formación de nubes de gas natural con el consiguiente riesgo de explosión.

MEDIDAS DE SEGURIDAD.

- Cortar el suministro de gas.
- Eliminar todas las posibles fuentes de ignición, incluido el suministro eléctrico.
- Extinguir o mitigar cualquier incendio que esté afectando al almacenamiento de gas natural a presión, rociándolos con agua desde un lugar seguro.
- Si el incendio se extingue antes de que la fuga sea sellada, el gas puede encenderse explosivamente sin aviso y causar daño extensivo, heridas o la muerte. En este caso, aumentar la dispersión del gas para prevenir la formación de mezclas inflamables o explosivas mediante pulverización de agua.

ADVERTENCIAS.

No aplica.

MANTENIMIENTO.

No aplica.

LECTURA RECOMENDADA.

Antes de realizar esta práctica, se recomienda la lectura de la bibliografía asociada. Dicha información se encuentra disponible en la plataforma de teleformación y en los manuales de prácticas.

ANEXO I. UBICACIÓN DE BATERÍAS

► Autobús.



Figura 10. Ubicación de baterías, desconector de baterías, desconexión de sistema eléctrico e interruptor de arranque.

► Microbús.



Figura 11. Ubicación de baterías.

ANEXO II

INFORMACIÓN SOBRE LA RED DE AUTOBUSES GNC

Autobuses GNC

Unidades:	8
Fabricante:	MAN NL 313 GNC. Carrocería CASTROSUA
Capacidad ocupantes:	58(sin minusválido)/ 52 (con minusválido). Conductor incluido.
Longitud:	10,20 m
Motor:	Combustión de gas natural.
Cilindros GNC (Tipo 3):	5 (Alma metálica revestida de composite)
Capacidad/Peso cilindros:	320 L / 99.4 Kg
Presión almacenamiento:	200 bar
Gas almacenado:	320.000 L=320 m ³



Microbuses GNC:

Unidades:	16
Fabricante:	MERCEDES SPRINTER 516 NGT MONOVALENT. CARBUS
Capacidad ocupantes:	23 (sin minusválido)/19 (con minusválido). Conductor incluido.
Longitud:	7,50 m
Motor:	Hibrido (Gasolina/Gas Natural)
Cilindros GNC:	3 (Alma metálica revestida de composite)
Capacidad cilindros:	34+42+48 (total 124 L)
Presión almacenamiento:	200 bar
Gas almacenado:	24,8 m ³



Itinerarios, horarios y frecuencias:

- 17 horas diarias-365 días del año. Lunes a Domingo. Casco urbano de Murcia.
- Desde las 6.30h de la mañana a las 23.30h de la noche con frecuencias de 10 minutos en las franjas consideradas como hora punta (7.30 a 9.30; 13.30 a 15.30 y de 18.30 a 21 horas).

ANEXO III UBICACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE GAS

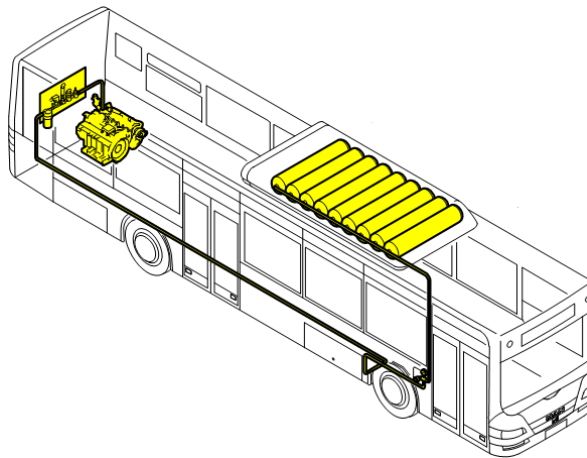


Figura 12. Distribución de circuito de gas en el autobús.



Figura 13. Distribución de circuito de gas en el microbús.

ANEXO IV OPERATIVA EN CASO DE ACCIDENTE DE TRÁFICO

- 1) Evaluar los riesgos presentes y tomar las medidas preventivas necesarias.
- 2) Estabilizar el vehículo.
- 3) Apagar el autobús y realizar la desconexión de baterías, siempre y cuando se hayan efectuado todas las operaciones que faciliten el rescate y requieran corriente (apertura de puertas, ventanillas, etc). Además se debe tener presente que el asiento neumático del conductor del autobús cae cuando se corta la corriente, pudiendo causar lesiones al mismo.
- 4) Comprobar el efectivo corte de gas desde los cilindros. En caso de no tener la absoluta certeza, proceder al cierre manual de las válvulas.
- 5) En caso de tener que excarcelar, descarnar las zonas que vayan a ser cortadas, de forma que no se seccionen conducciones o elementos del circuito de gas. Tener en cuenta el ANEXO III.

ANEXO V OPERATIVA EN CASO DE FUGA DE GAS NO INCENCIADA

Esta situación se producirá en caso de que los sistemas previstos para cortar las fugas fallen, por distintos motivos.

- 1) En primer lugar se deberá contactar con el conductor, si es posible, y averiguar las medidas de seguridad que se han adoptado, en su caso.
- 2) Apagar el vehículo retirando el contacto.
- 3) Eliminar o aislar cualquier fuente de ignición próxima a la zona de intervención. Paralizar todas las operaciones que se estén realizando en el entorno próximo.
- 4) Proceder a la evacuación de personas que se encuentren a menos de 50 metros de la zona.
- 5) Proceder al corte de suministro de gas, previa instalación de una línea de $\varnothing 25\text{mm}$ en prevención, monitorizando la zona por medio de detectores de gas y prever su evolución en función de la dirección del viento. Existen distintas opciones en función de donde se encuentre ubicado el problema.

-En general realizar la desconexión de baterías, de modo que hacemos actuar las electroválvulas, cerrando el paso de gas desde los cilindros. Así dejamos aislados los depósitos.

-En el caso de problemas para efectuar el corte de baterías o desconexión del vehículo, podemos cerrar la llave de paso de gas al motor (que va situada en la unidad de repostado). Este corte solamente cierra el circuito desde esa llave hasta el motor, por lo que las válvulas de los depósitos quedan abiertas.



Figura 14. Llave de cierre de paso de gas al motor.

-En caso de que los sistemas anteriores no surtan efecto, y siempre que las circunstancias lo permitan, podemos recurrir al cierre manual de las válvulas.

- 6) Intentar dispersar la nube de gas inflamable creando una barrera de agua pulverizada. Si hay viento actuar perpendicularmente al mismo.

ANEXO VI OPERATIVA EN CASO DE FUGA DE GAS INCENDIADA

En caso de incendio, el principal peligro se encuentra en la exposición al fuego de los depósitos de gas natural comprimido, que se encuentran cargados a 200 bares de presión.

Si esto ocurre, se producirá la fusión del termofusible, permitiendo el escape libre de gas natural a alta presión, que rápidamente se inflamará, formando un gran dardo de fuego, que en principio está configurado para salir formando un ángulo de 45° sobre horizontal, evitando el contacto con los pasajeros. A continuación se muestran unas imágenes del incendio de un autobús de GNC en Holanda, donde puede observarse el comportamiento esperado en caso de incendio de este tipo de autobuses.



Figura 15. Secuencia de un incendio en un autobús de GNC con dardo de fuego.

De lo anterior se deduce que tenemos 2 situaciones claramente diferenciadas:

- 1) El incendio no afecta a los cilindros.
 - a) Proceder al corte de gas por los distintos métodos comentados en el Anexo III.
 - b) Una vez completada la etapa a), extinguir el incendio.
 - c) En caso de no ser posible el corte de gas, el incendio sólo se extinguirá si es imprescindible para cortar la fuga de gas, y siempre y cuando se tenga la certeza de que este corte va a ser posible.
- 2) El incendio está afectando a la zona donde están ubicados los cilindros.
 - a) Evacuar a la población a un radio de 50 metros del autobús.
 - b) Instalar dos equipos, uno a cada lado del autobús, protegidos por una instalación de $\varnothing 45\text{mm}$.
 - c) Controlar los incendios secundarios y otros daños derivados del dardo de fuego.
 - d) Dejar que el dardo de fuego se consuma.
 - e) Una vez que el dardo de fuego se haya consumido proceder a su extinción.