

## ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

EJEMPLOS DE PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION IN SITU PARA LA VERIFICACION  
DE LA DESTRUCCION DE LOS ARSENALES DE ARMAS QUIMICAS

## INDICE

|                                                                                                       | <u>Página</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| I. Introducción .....                                                                                 | 2             |
| II. Descripción general del Sistema de Eliminación de<br>Municiones de Agentes Químicos (CAMDS) ..... | 2             |
| III. Incineración de armas químicas .....                                                             | 3             |
| A. Incineración <u>in situ</u> .....                                                                  | 6             |
| B. Incineración por el método de inyección .....                                                      | 7             |
| IV. Ejemplos de procedimientos de inspección <u>in situ</u> .....                                     | 9             |
| A. Incineración <u>in situ</u> en el CAMDS .....                                                      | 10            |
| B. Incineración por el método de la inyección .....                                                   | 12            |
| C. Inspectores .....                                                                                  | 14            |
| V. Garantías de la validez de los datos empleados para la<br>verificación .....                       | 14            |
| A. Equipo de seguridad .....                                                                          | 15            |
| B. Seguridad de los datos .....                                                                       | 15            |
| C. Otras consideraciones sobre la seguridad de los datos .                                            | 16            |

## GRAFICOS

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Emplazamiento del CAMDS .....                                                         | 4  |
| 2. Diagrama esquemático de corriente de incineración <u>in situ</u> .                    | 6  |
| 3. Diagrama esquemático de corriente de incineración por el<br>método de inyección ..... | 8  |
| 4. Supervisión de la incineración <u>in situ</u> en el CAMDS' .....                      | 11 |
| 5. Supervisión de incineración por el método de inyección en<br>el CAMDS' .....          | 13 |

## EJEMPLOS DE PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION IN SITU PARA LA VERIFICACION DE LA DESTRUCCION DE LOS ARSENALES DE ARMAS QUIMICAS

### I. Introducción

En varios documentos de trabajo se ha tratado en términos generales de los procedimientos para la destrucción de las armas químicas y para la verificación de la destrucción. Un documento reciente de los Estados Unidos (CD/CW/CTC/28, de 11 de enero de 1983) contiene las opiniones de los Estados Unidos sobre los procedimientos generales de verificación.

Sin embargo, el rumbo seguido por las negociaciones ha demostrado que no basta con un debate sobre los conceptos y los principios generales para lograr un enfoque común de la verificación de la destrucción de los arsenales. Es necesario comprender cómo se llevarían efectivamente a la práctica los criterios propuestos.

El objetivo del presente documento es facilitar nuevas negociaciones mediante el suministro de ejemplos en términos concretos de la forma en que se aplicaría el enfoque estadounidense de la verificación de la destrucción de los arsenales. A modo de ejemplo, hemos escogido una instalación de destrucción concreta que ya está funcionando en los Estados Unidos. El Sistema de Eliminación de Municiones de Agentes Químicos (CAMDS). En el documento se esbozan las posibles medidas de verificación respecto de esta instalación.

Los procedimientos específicos que aquí se esbozan son preliminares, meros ejemplos, y corresponden a una instalación específica. Aunque los conceptos y los principios generales serían aplicables a cualquier instalación, en los procedimientos reales se deben tener en cuenta tanto las características de una instalación como las de los objetos que se destruyen. O sea, que los procedimientos empleados en otra instalación podrían ser algo diferentes.

### II. Descripción general del Sistema de Eliminación de Municiones de Agentes Químicos (CAMDS)

El Sistema de Eliminación de Municiones de Agentes Químicos (CAMDS) es una instalación prototipo de dimensiones industriales para la destrucción de armas químicas y de contenedores de almacenamiento cargados con agente mostaza o con los agentes neurotóxicos GB o VX. La instalación se halla en los terrenos de la base militar de Tooele, a unos 72 kilómetros por carretera al sudoeste de Salt Lake City, Utah.

El CAMDS, que se empezó a utilizar para destruir sustancias tóxicas en septiembre de 1979, se utiliza con fines de desarrollo y demostración de la tecnología de desmilitarización de las municiones químicas tóxicas y de obtención de datos técnicos a partir de los cuales puedan proyectarse y construirse otras instalaciones similares.

Actualmente sus actividades consisten en la terminación de un conjunto de datos técnicos para su empleo en la proyección y la construcción de la primera instalación estadounidense de eliminación en gran escala de armas químicas, que se ubicará en el atolón Johnston, del océano Pacífico. Esta instalación proyectada, que podría iniciar sus operaciones a fines del decenio de 1980, tendría una capacidad de destrucción entre el doble y el quíntuple que el CAMDS.

El CAMDS se proyectó con objeto de destruir el agente mostaza por incineración, el GB por reacción con una solución de hidróxido de sodio, y el VX mediante el tratamiento con cloro. Sin embargo, la experiencia obtenida hasta la fecha en el CAMDS sugiere que la incineración es el mejor método respecto de los tres agentes. Los explosivos y propulsores se destruyen por medios térmicos. Los componentes inertes y las partes metálicas se desmilitarizan por medios mecánicos y se descontaminan mediante un tratamiento al calor. Habida cuenta de la peligrosidad de los materiales de que se trata, toda la instalación está muy automatizada y está proyectada con objeto de que los objetos que se destruyen se puedan manipular a distancia.

La figura 1 es un diagrama de la instalación CAMDS.

### III. Incineración de armas químicas

La incineración tiene varias ventajas respecto de otros métodos de destrucción del agente mostaza, el GB y el VX. Si se emplea un método común de destrucción se pueden reducir considerablemente los costos al eliminar la necesidad de diferentes equipos de tratamiento. Además, la incineración produce menos desechos salados que eliminar que los procedimientos de tratamiento químico. Desde el punto de vista del control de los armamentos, la incineración es preferible, pues destruye el vínculo característico carbonofosforado de los agentes neurotóxicos, con lo cual se asegura que el producto salado no se pueda reciclar.

El agente químico se puede incinerar sin necesidad de extraerlo primero de una munición o un contenedor granelero. Este método, llamado de incineración in situ es el que se utiliza en el CAMDS para destruir el agente mostaza. En principio, el GB y el VX también se podrían destruir por este método.

De lo contrario, se puede extraer el agente químico de una munición o de un contenedor y después inyectarlo en un incinerador. El componente metálico pasaría por el incinerador o a un horno de partes metálicas separado. Ese método permite un mayor control del proceso de incineración, y se está investigando en el CAMDS para la destrucción del GB y el VX. Un procedimiento parecido es el que se utilizó para destruir agente mostaza en el Rocky Mountain Arsenal (véase el documento CCD/436).

Como los dos procedimientos de incineración plantean tareas de verificación algo diferentes, a continuación se los describe detalladamente por separado. En la sección IV se esbozan ejemplos de procedimientos de verificación basados en la experiencia obtenida por los Estados Unidos en el CAMDS.

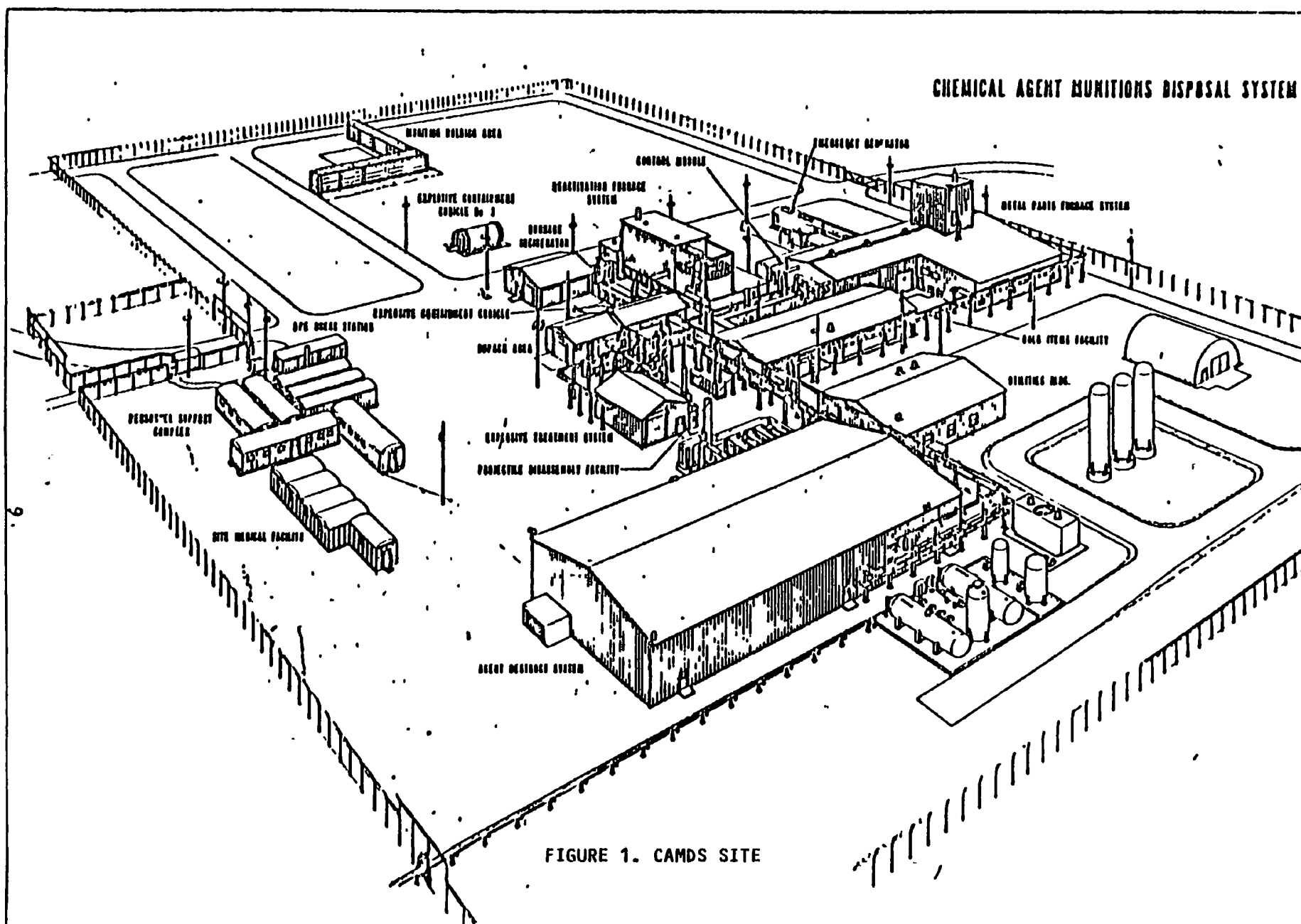


FIGURE 1. CAMDS SITE

A. Incineración in situ

En el gráfico 2 figura un diagrama esquemático para la destrucción de las armas químicas mediante la incineración in situ. Como ya se ha indicado la secuencia de actividades varía algo según que las partidas incineradas estén almacenadas a granel (como los contenedores "de tonelada", contenedores para el transporte comercial de sustancias químicas con una capacidad aproximada de una tonelada de materiales), en municiones que contengan explosivos, o en municiones sin componentes explosivos.

Las municiones de todos los tipos y los contenedores de granel se trasladan en una camioneta especial desde una zona de almacenamiento cercana a otra de depósito, reforzada, en el emplazamiento del CAMDS. Esta zona de depósito tiene una capacidad que equivale aproximadamente a los materiales que se pueden destruir en un día de operaciones.

En caso necesario, las municiones se trasladan en un vehículo especial de transporte desde la zona de depósito de municiones al edificio de extracción del CAMDS. En ese edificio las municiones se extraen de sus contenedores de transporte y almacenamiento y se preparan para el proceso de desmilitarización. La zona de extracción del CAMDS tiene varios sectores diferentes para la manipulación de los contenedores a granel y los diferentes tipos de munición (es decir, cohetes de 115 mm, minas, proyectiles de 105 mm con carga de ignición —es decir, proyectiles que contienen una carga explosiva para que la munición estable por ignición—, proyectiles de 105 mm sin carga de ignición, proyectiles de 155 mm con carga de ignición, proyectiles de 155 mm y de 8 pulgadas sin carga de ignición, cartuchos de mortero de 4,2 pulgadas).

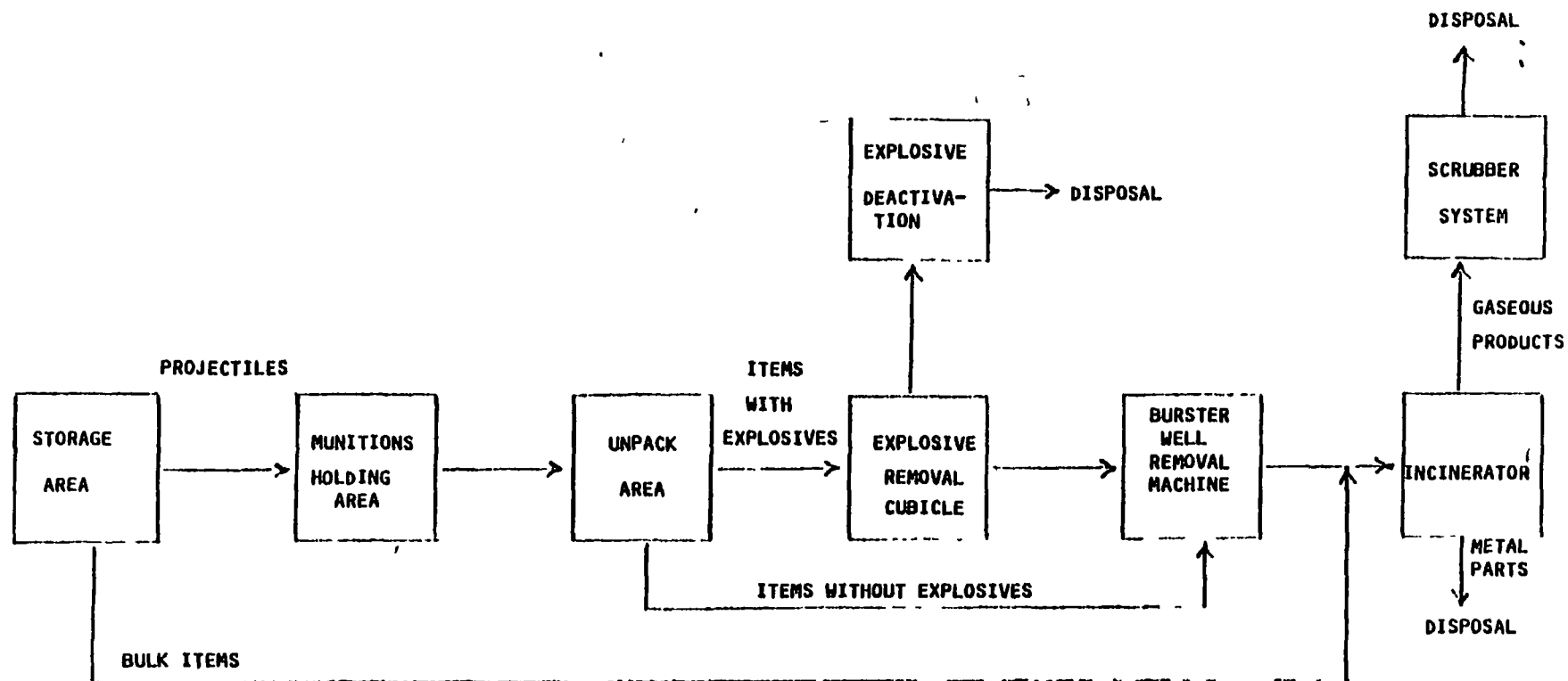
Desde la zona de extracción se trasladan todas las municiones que contienen explosivos al cubículo de contención de explosivos, donde se extraen los componentes explosivos (por ejemplo, propulsor, detonador, carga de ignición). Esos componentes se destruyen por incineración en un horno de desactivación. Después, las municiones se trasladan en una cinta sin fin a la instalación de desmontaje de los proyectiles. Las municiones sin explosivos se envían directamente a esa instalación desde la zona de extracción, sin pasar por el cubículo de contención de explosivos.

En la instalación de desmontaje de proyectiles se trata a todas las municiones con un mecanismo que extrae el cierre del cono de los proyectiles sin carga de ignición y arranca el receptáculo de la carga de ignición de todas las municiones ("máquina extractora del receptáculo de la carga de ignición"). También se puede utilizar para extraer el GB y el VX de los proyectiles.

En la incineración in situ, los proyectiles que llegan de la instalación de desmontaje de proyectiles se cargan en una "bandeja de huevos" (esa bandeja tiene una capacidad de entre 48 y 75 unidades, según el tipo de éstas). La bandeja cargada de proyectiles se traslada al horno de partes metálicas en una carretilla de carga. Las partidas a granel, que llegan directamente de la zona de depósito de municiones, también se colocan en una plataforma con ruedas ("carreta de carga") para su traslado al horno.

FIGURE 2.

SCHEMATIC FLOW DIAGRAM FOR  
IN SITU INCINERATION



El sistema de tratamiento del horno de partes metálicas comprende un horno de plaza giratoria, un quemador primario de humos, un quemador auxiliar de humos y equipo para eliminar los productos de destrucción de los gases de salida. El horno contiene tres cámaras: una cámara de punzonado, una cámara de volatilización controlada del agente y una última cámara de quemado para la incineración de los agentes que queden en las partes metálicas.

En la cámara de punzonado se hacen agujeros en un contenedor de tonelada para que el vapor agente pueda salir durante el proceso de volatilización. Los demás objetos y proyectiles grandes se manipulan sin punzonado. La cámara de punzonado en este caso sirve sólo de vestíbulo.

En la cámara de volatilización el objeto se calienta a temperaturas de 600 a 900 grados Fahrenheit para vaporizar el agente. Se mantiene una atmósfera con baja tensión de oxígeno para evitar la combustión en esta fase. Cuando el perfil de temperatura/corriente de aire indica que ha terminado la vaporización, se lleva la carreta de carga a la cámara de quemado. En esta cámara se mantienen las partes metálicas a 1.000 grados Fahrenheit, o más, durante un período de una a cuatro horas para terminar de destruir las pequeñas cantidades que puedan quedar del agente o los productos degradados.

La carreta de descarga saca del órgano las partes metálicas hechas chatarra y destoxificadas y las traslada a la cámara de enfriado. Cuando la chatarra está fría y se certifica que ya carece de agentes, se carga en camiones que utilizan una grúa manejada a distancia y un elevador (aunque las vainas de los cohetes de 115 milímetros se destruyen en una sierra o en cizallas durante el proceso, la mayor parte de las piezas metálicas salen básicamente intactas).

Los humos de los agentes de la cámara de punzonado y la cámara de volatilización se incineran en el quemador primario de humos. Esa cámara funciona con una temperatura de combustión del gas de 1.450 a 1.600 grados Fahrenheit, con un tiempo mínimo de permanencia de medio segundo.

Los humos de la cámara de quemado, así como los gases de combustión del quemador primario de humos pasan por el quemador auxiliar de humos. Este quemador actúa a una temperatura de combustión del gas de 1.600 grados Fahrenheit; el tiempo mínimo de permanencia es de medio segundo.

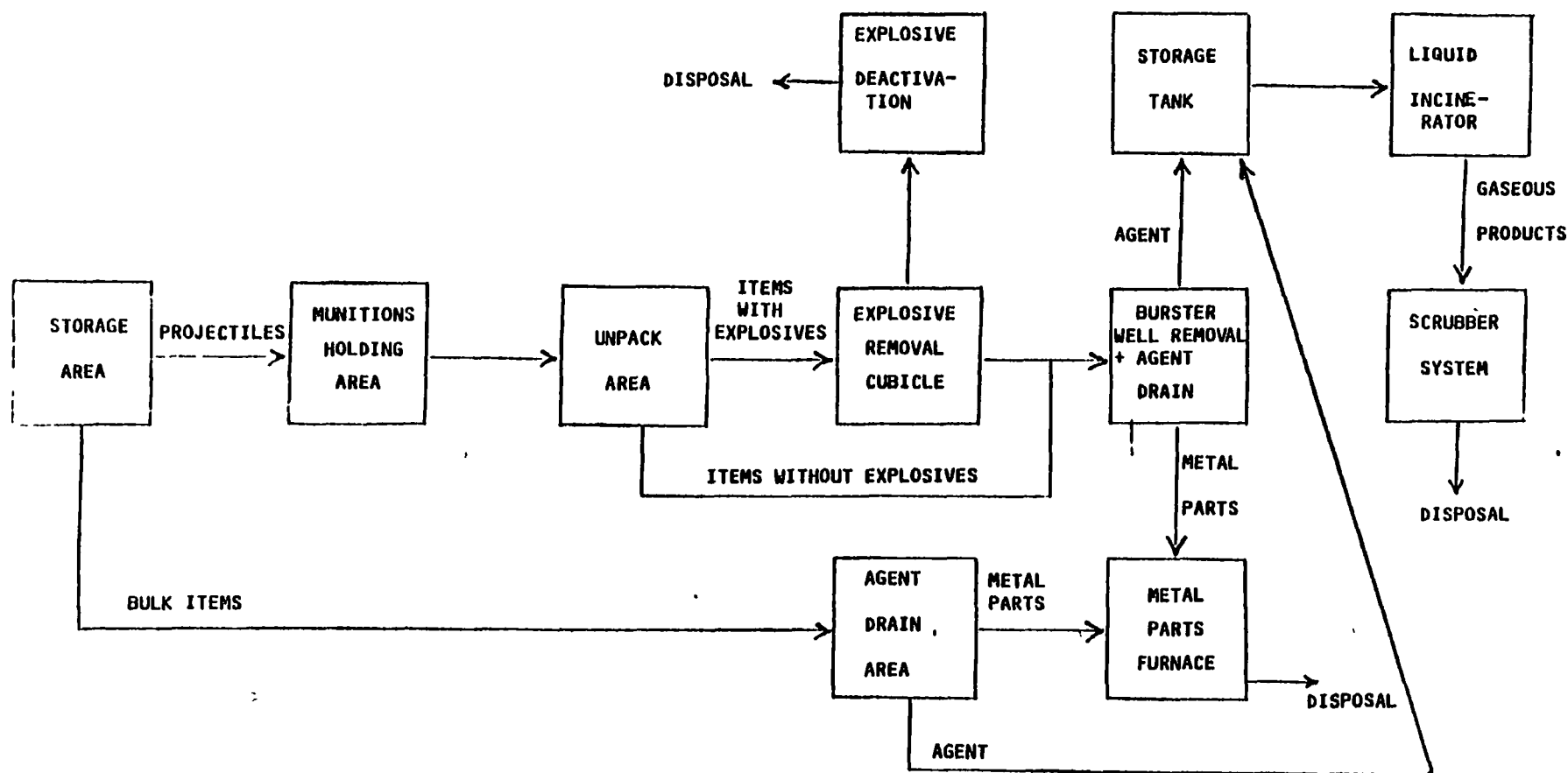
Los gases de combustión del quemador auxiliar de humos se tratan mediante un sistema de depuración que elimina los productos de la destrucción del agente y que más adelante se liberan en la atmósfera. La solución depuradora se deja evaporar hasta que queda seca, lo cual deja un residuo salino que se almacena en barriles para su futura eliminación.

#### B. Incineración por el método de inyección

Actualmente se están realizando en el CAMDS pruebas de este método para la destrucción de agentes GB y VX. Difiere del método in situ porque las partes metálicas y el agente se incineran por separado. En el gráfico 3 se da un diagrama esquemático.

FIG. 3.

SCHEMATIC FLOW DIAGRAM FOR INJECTION METHOD INCINERATION





El sistema de tratamiento del horno de partes metálicas comprende un horno de plaza giratoria, un quemador primario de humos, un quemador auxiliar de humos y equipo para eliminar los productos de destrucción de los gases de salida. El horno contiene tres cámaras: una cámara de punzonado, una cámara de volatilización controlada del agente y una última cámara de quemado para la incineración de los agentes que queden en las partes metálicas.

En la cámara de punzonado se hacen agujeros en un contenedor de tonelada para que el vapor agente pueda salir durante el proceso de volatilización. Los demás objetos y proyectiles grandes se manipulan sin punzonado. La cámara de punzonado en este caso sirve sólo de vestíbulo.

En la cámara de volatilización el objeto se calienta a temperaturas de 600 a 900 grados Fahrenheit para vaporizar el agente. Se mantiene una atmósfera con baja tensión de oxígeno para evitar la combustión en esta fase. Cuando el perfil de temperatura/corriente de aire indica que ha terminado la vaporización, se lleva la carreta de carga a la cámara de quemado. En esta cámara se mantienen las partes metálicas a 1.000 grados Fahrenheit, o más, durante un período de una a cuatro horas para terminar de destruir las pequeñas cantidades que puedan quedar del agente o los productos degradados.

La carreta de descarga saca del órgano las partes metálicas hechas chatarra y destoxificadas y las traslada a la cámara de enfriado. Cuando la chatarra está fría y se certifica que ya carece de agentes, se carga en camiones que utilizan una grúa manejada a distancia y un elevador (aunque las vainas de los cohetes de 115 milímetros se destruyen en una sierra o en cizallas durante el proceso, la mayor parte de las piezas metálicas salen básicamente intactas).

Los humos de los agentes de la cámara de punzonado y la cámara de volatilización se incineran en el quemador primario de humos. Esa cámara funciona con una temperatura de combustión del gas de 1.450 a 1.600 grados Fahrenheit, con un tiempo mínimo de permanencia de medio segundo.

Los humos de la cámara de quemado, así como los gases de combustión del quemador primario de humos pasan por el quemador auxiliar de humos. Este quemador actúa a una temperatura de combustión del gas de 1.600 grados Fahrenheit; el tiempo mínimo de permanencia es de medio segundo.

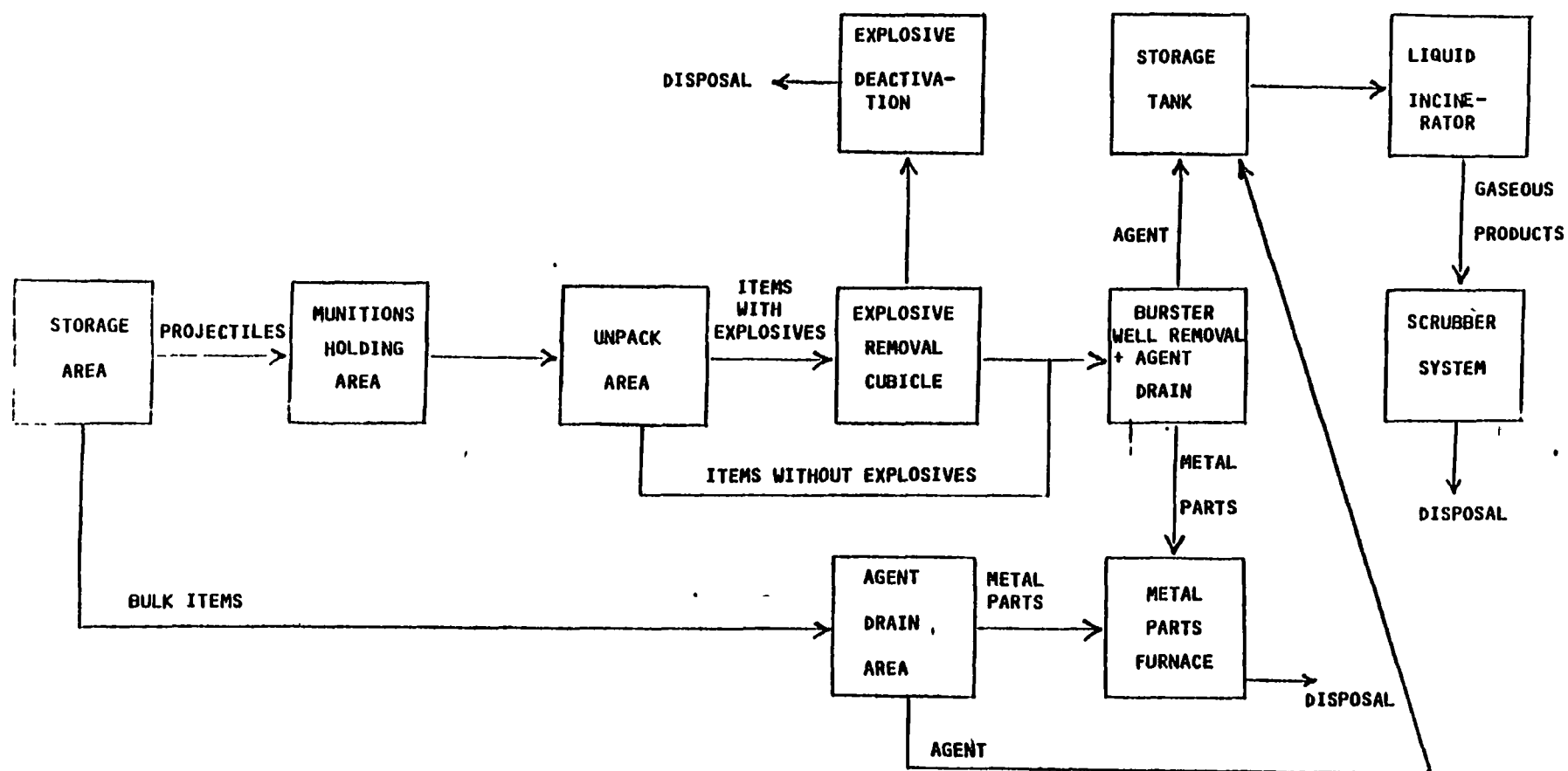
Los gases de combustión del quemador auxiliar de humos se tratan mediante un sistema de depuración que elimina los productos de la destrucción del agente y que más adelante se liberan en la atmósfera. La solución depuradora se deja evaporar hasta que queda seca, lo cual deja un residuo salino que se almacena en barriles para su futura eliminación.

#### B. Incineración por el método de inyección

Actualmente se están realizando en el CAMDS pruebas de este método para la destrucción de agentes GB y VX. Difiere del método in situ porque las partes metálicas y el agente se incineran por separado. En el gráfico 3 se da un diagrama esquemático.

FIG. 3.

SCHEMATIC FLOW DIAGRAM FOR INJECTION METHOD INCINERATION



El tratamiento de los proyectiles es el mismo que se realiza por el método in situ hasta el momento en que la instalación de desmontaje de proyectiles se extrae el receptáculo de la carga de ignición. En ese momento se extrae el agente mediante una sonda de succión que se introduce en el proyectil. Se saca el agente a un tanque de depósito del agente, mientras que las partes metálicas se tratan en el sistema de horno para partes metálicas.

Los objetos grandes que llegan de la zona de depósito de municiones se llevan a la zona de la instalación para piezas grandes de la instalación de desmontaje de proyectiles. Después se procesan las partes metálicas en el sistema del horno para partes metálicas, mientras se lleva al agente por una tubería a un tanque de depósito del agente.

El agente del tanque de depósito se inyecta en un horno, mediante una sonda, y se deposita en una superficie metálica caliente. El agente se vaporiza instantáneamente y pasa por un quemador de humos y un sistema de depuración muy parecidos a los de la incineración in situ (para las pruebas del CAMDS se utiliza el horno de partes metálicas. Sin embargo, en la instalación de destrucción del atolón de Johnston que está en proyecto, existirá un incinerador separado de líquidos).

#### IV. Ejemplos de procedimientos de inspección in situ

En debates anteriores se ha llegado al acuerdo de que los procedimientos para la destrucción de existencias declaradas deberían estar ideados para:

- confirmar la identidad y la cantidad de los materiales destruidos, y
- confirmar que los materiales se han destruido efectivamente. A este respecto, sería importante confirmar que en el proceso se destruyeron los materiales totalmente y que no se ha desviado nada en lugar de destruirlo.

A continuación se comentan procedimientos concretos de supervisión e inspección in situ que podrían utilizarse en la instalación del CAMDS a fin de llevar a cabo esas tareas de verificación. Aunque esos procedimientos se han ideado para una instalación concreta, incorporan varios principios generales que son aplicables a cualquier proceso de destrucción de los agentes químicos:

- para que la verificación sea efectiva es necesario que se combinen la inspección y la supervisión humanas con los sensores;
- antes de que se inicien las operaciones de destrucción es necesario que personal internacional de verificación realice un estudio técnico detallado de la instalación, que comprenda la inspección in situ;
- la inspección debe ser continua durante los períodos en que están en marcha las operaciones de destrucción;

- los inspectores deben ser personas competentes en la materia y disponer de conocimientos amplios y al día de los planes y el funcionamiento de la instalación de destrucción;
- debe permitirse a los inspectores que confirmen la validez de todos los datos utilizados con fines de verificación;
- a fin de establecer confianza, los datos utilizados para la verificación deben guardar la relación más estrecha posible con la actividad efectiva de destrucción;
- los procedimientos de supervisión e inspección deben estar ideados de modo que, con un mínimo de interferencia en el funcionamiento de la instalación de destrucción, sirvan para llevar a cabo una verificación efectiva;
- en la medida en que lo permitan las necesidades de la verificación, en los procedimientos de supervisión e inspección deben utilizarse los datos generados durante las operaciones cotidianas de la instalación;
- en la medida en que lo permitan las necesidades de la verificación, deben utilizarse procedimientos comunes para los diferentes procesos de destrucción en la misma instalación;
- es importante que exista una estrecha cooperación entre el personal internacional de verificación y el personal operacional del Estado huésped, a fin de lograr una verificación internacional efectiva.

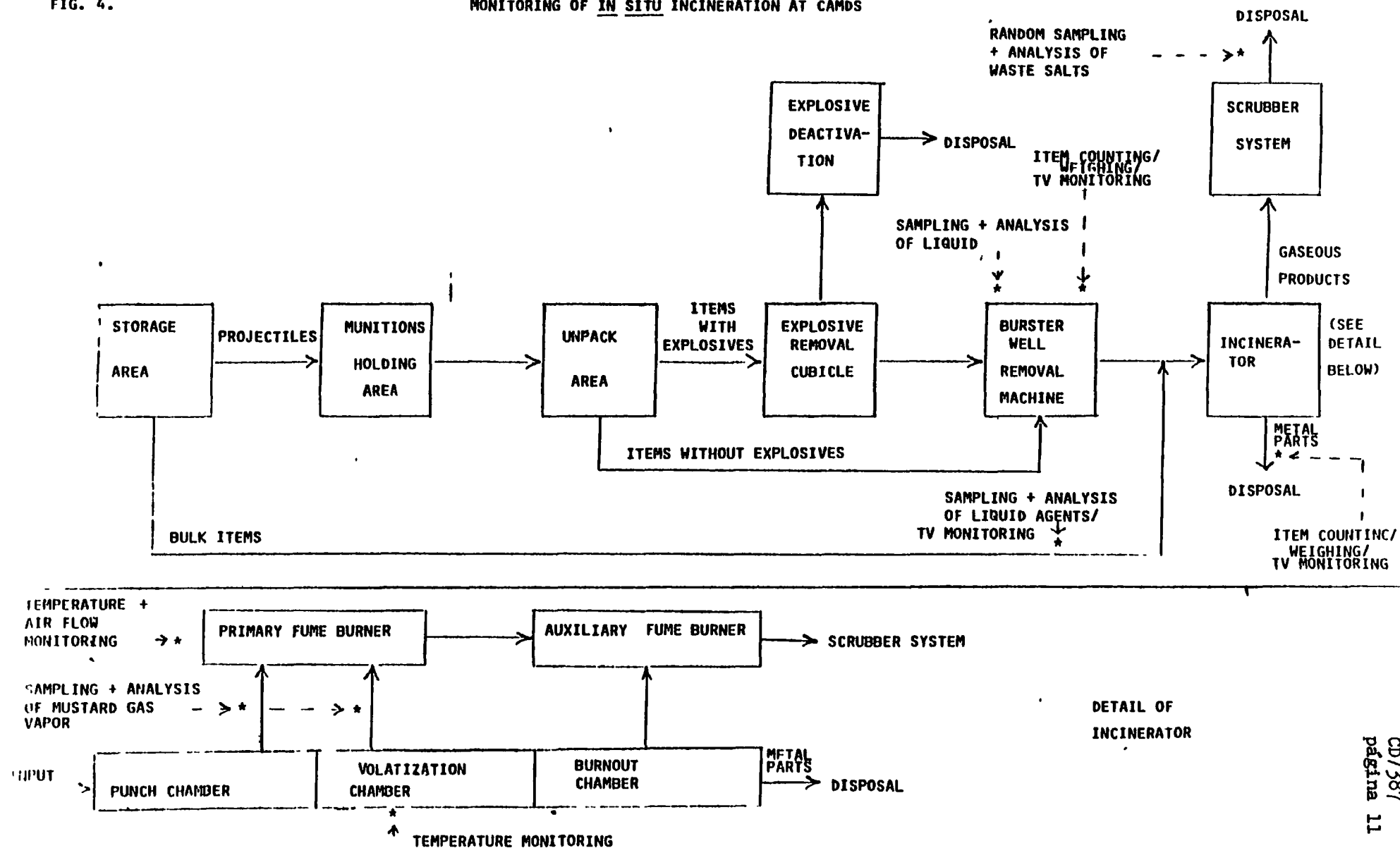
#### A. Incineración in situ en el CAMDS

En el gráfico 4 se esbozan los procedimientos de verificación comentados infra.

La identidad y la pureza del material que se destruye podrían confirmarse respecto de todos los agentes líquidos, comprendidos el GB y VX, mediante la toma de una muestra inmediatamente antes de que el objeto entre en el sistema de horno de partes metálicas y un análisis automático de la muestra con un cromatógrafo de gases de doble columna en línea. En el CAMDS podrían tomarse muestras de las municiones mediante la sonda automática de extracción que ya lleva incorporada la máquina utilizada para extraer los receptáculos de carga de ignición y los proyectiles. Para los objetos grandes haría falta modificar levemente la secuencia de las operaciones. En lugar de transportar el objeto directamente de la zona de depósito de municiones al horno para partes metálicas, pasaría primero a la zona equipada para secar objetos grandes. Podría obtenerse una muestra mediante el empleo de líneas de secado. Esa muestra se analizaría automáticamente con un cromatógrafo de gases de doble columna en línea. Para el agente mostaza haría falta un procedimiento diferente de muestreo, dado que el agente puro se mantiene en estado sólido hasta los 15 grados Celsius aproximadamente. Una posibilidad sería tomar una muestra del agente volatilizado y analizarla cuando entre en el quemador primario de humos. (Ese procedimiento no sería adecuado para los agentes neurotóxicos, pues en esa fase ya se descomponen.)

FIG. 4.

MONITORING OF IN SITU INCINERATION AT CAMDS



Como en un período dado sólo se procesarían un agente y un tipo de objetos, es probable que se pudiera utilizar el mismo cromatógrafo de gases para todos los análisis, aunque quizá hubiera que llevarlo de una parte de la instalación a otra, según lo que se estuviera destruyendo. (Actualmente no hay instalado ningún sistema analítico de ese tipo.)

La mejor forma de determinar la cantidad de material destruido sería pesar los objetos (bandejas cargadas de proyectiles o contenedores de granel) inmediatamente antes y después del paso por el horno para partes metálicas. El objeto que pesar debería colocarse en un soporte que contuviera una célula piezoeléctrica precisa. La diferencia entre los pesos medidos debería confrontarse con el valor previsto del contenido calculado del objeto. El número de objetos debe medirse en contadores mecánicos o electrónicos de objetos, así como por observación visual en los mismos puntos en los que se determina el peso (aunque ya existe la capacidad de contar el número de objetos, la capacidad actual de peso no es sino parcial y aproximada).

La confirmación de la destrucción efectiva de agentes debe basarse en la confirmación de que: a) las condiciones en la fase de destrucción son suficientes para destruir totalmente el material, y b) no hay posibilidades de desviación. Además, los materiales de desecho deben ser objeto de un muestreo y un análisis aleatorios a fin de asegurar que la destrucción es total.

En el CAMDS los parámetros clave de la fase de destrucción de agentes que deben medirse son el perfil de temperatura-tiempo de la cámara de volatilización, la temperatura del quemador primario de humos y la velocidad de la corriente de aire por el quemador primario de humo (es decir, el tiempo de permanencia del agente). Las temperaturas deben medirse por pilas termoelectricas, y las tasas de corriente por placas de orificios. Ya se emplean esos instrumentos para la supervisión del proceso. La inexistencia de posibilidades de desviación podría confirmarse mediante la realización de una inspección técnica de la instalación antes de que se inicien las operaciones de destrucción, la vigilancia por televisión y directa de las zonas claves del proceso, especialmente durante los períodos de inactividad y mantenimiento, y mediante nuevas inspecciones periódicas.

Los datos de cada sensor, comprendidas las cámaras de televisión, se transmitirían a una estación central de supervisión ubicada en la sala de control, y se registrarían con objeto de establecer un archivo permanente.

A fin de asegurar que no se pueden volver a emplear las partes metálicas, como las vainas de los proyectiles, éstas deben destruirse mediante punzonado, aserrado o trituración. Sería fácil obtener confirmación mediante la observación visual de la chatarra metálica que va saliendo de la fase de destrucción.

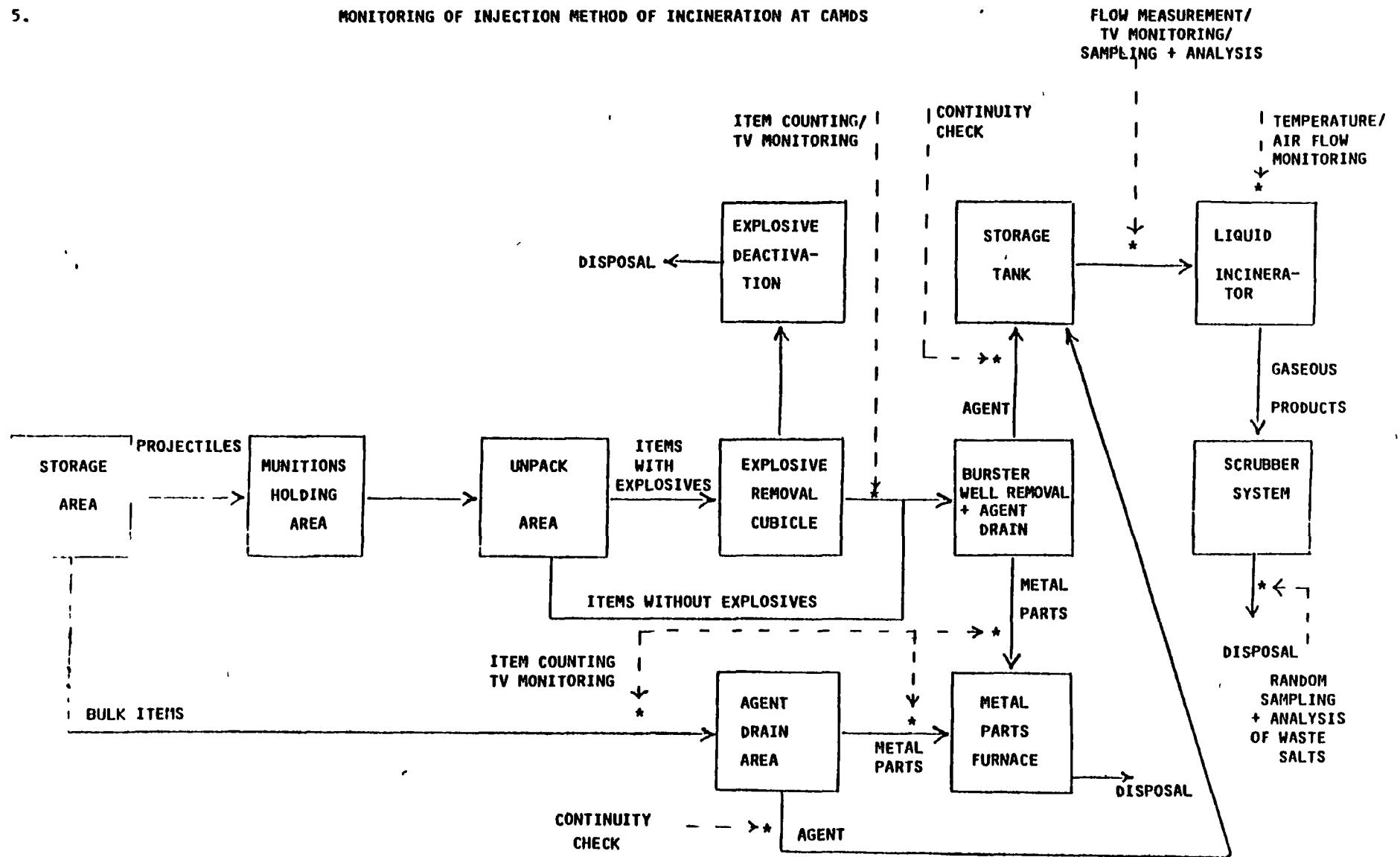
#### B. Incineración por el método de la inyección

En el gráfico 5 figura un esbozo de los procedimientos de verificación que se comentan infra.

En este proceso debería confirmarse la identidad y la pureza del material que se destruye mediante la toma de una muestra cerca de la entrada del incinerador de líquidos y el análisis de la muestra con un cromatógrafo de doble columna en línea (actualmente no hay instalado ningún sistema de ese tipo).

FIG. 5.

MONITORING OF INJECTION METHOD OF INCINERATION AT CAMDS



La cantidad del agente que se destruye se determinaría mediante el empleo de un medidor preciso de corrientes cerca de la entrada del incinerador de líquidos. Sin embargo, no se sabe con seguridad si es posible un grado suficiente de precisión. En caso negativo, sería necesario pesar los objetos, mediante el empleo de células piezoeléctricas, antes y después de su secado y establecer, mediante la inspección, que no existen posibilidades de desviación. Se incorporaría un sistema para detectar toda tentativa de perturbar la línea de secado de agentes ("comprobación de continuidad").

Los métodos de confirmación de que la destrucción es efectiva serían similares a los del proceso in situ; se utilizarían pilas termoeléctricas para medir el perfil de tiempo-temperatura del incinerador, y la velocidad de la corriente por el incinerador se determinaría mediante una placa de orificios. La destrucción de las partes metálicas se supervisaría visualmente.

En la sección V infra se comentan las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los datos, comprendido el empleo de sistemas de vigilancia por televisión en los puntos clave.

#### C. Inspectores

El objeto de los procedimientos de verificación descritos supra es establecer un equilibrio óptimo entre la supervisión con sensores y la inspección por personal de verificación. Hasta cierto punto, el empleo de sensores puede reducir el trabajo de inspección. Sin embargo, la presencia constante de inspectores durante los períodos de operaciones de destrucción es indispensable para la realización de determinadas tareas técnicas, en especial la vigilancia visual y la garantía de que el equipo automático de muestreo y análisis funciona bien.

Las funciones descritas supra exigirían que durante cada turno de operaciones estuvieran presentes como mínimo dos inspectores a fin de supervisar los datos de los sensores y de llevar a cabo la vigilancia visual, y de uno por lo menos durante cada turno de mantenimiento. En los turnos de inactividad, bastaría con sensores que podrían ser cámaras cinematográficas activadas por cualquier movimiento en su campo de visión, o cámaras de televisión.

El CAMDS tiene un turno de operaciones de 10 horas y un turno de mantenimiento de otras 10 horas, seguidos por un turno de inactividad de 4 horas. Así, para el CAMDS bastaría con que hubiera un mínimo de tres inspectores de servicio presentes. A fin de tener en cuenta las posibilidades de ausencias por enfermedad u otros motivos, habría que asignar a la instalación un número algo mayor.

Todos los inspectores deberían tener una formación técnica, estar familiarizados con las operaciones de destrucción de armas químicas y recibir una formación especial para trabajar como inspectores.

#### V. Garantías de la validez de los datos empleados para la verificación

Si se pretende que los Estados tengan confianza en que se han destruido los arsenales declarados, también deben tener confianza en que los datos empleados para la verificación son válidos. A fin de garantizar la validez de los datos, los



inspectores de servicio en el CAMDS tendrían que estar en condiciones de inspeccionar la instalación antes de que en ésta se iniciaran las operaciones de destrucción, y de participar en todos los calibrados de las columnas termoeléctricas, las células piezoeléctricas, los medidores de corrientes, los cromatógrafos de gases y cualesquiera otros sensores, además de observar de cerca su instalación y su funcionamiento cotidiano (haría falta volver a calibrar los instrumentos y a inspeccionar el equipo del proceso cada vez que éste haya estado inactivo durante un período apreciable de tiempo). Además, en los sistemas de sensores deben incorporarse salvaguardias a fin de impedir toda tentativa de perturbar los propios sensores o modificar los datos transmitidos por ellos.

#### A. Equipo de seguridad

La seguridad del propio equipo de supervisión quedaría garantizada por la introducción en cada objeto de un sistema de detección de las perturbaciones. De hecho, algunos componentes clave, como los circuitos generadores de señales, estarían encerrados en una caja que protegería al sensor contra toda interferencia mecánica o electrónica. Las tentativas de mover la caja pondrían en marcha unos microinterruptores que activarían alarmas para alertar a los inspectores; si se hiciera una tentativa de cortar un segmento de los contenedores de protección sin perturbar los microinterruptores, esa perturbación se detectaría, durante la inspección visual del equipo. La perturbación de los microinterruptores haría, además, que la información utilizada para "autenticar" los datos quedara borrada (de la autenticación se trata infra).

También podría intentarse perturbar los sensores mediante radiaciones electromagnéticas. La protección contra esas tentativas consistiría en establecer un blindaje adecuado dentro del sistema de detección de las perturbaciones.

La situación del contenedor de protección de cada sensor, así como la situación operacional del equipo, estarían supervisadas electrónicamente por inspectores desde la sala de control del CAMDS.

#### B. Seguridad de los datos

El volumen de los datos generados por los diversos sensores y transmitidos al centro de supervisión de los inspectores en la sala de control del CAMDS sería reducido. Las mediciones se harían con escasa frecuencia (por ejemplo, sólo una vez cada varios minutos). Por lo tanto, bastaría con un sistema de transmisión de datos relativamente sencillo. Podrían utilizarse frecuencias de radio o enlaces de transmisión por cable.

A fin de garantizar la integridad de los datos durante la transmisión, los datos se convertirían de la forma analógica a digital siempre que fuera necesario y se adoptaría un sistema de "autenticación". Los datos no irían cifrados pero a cada grupo de puntos de datos transmitidos se añadiría un identificador único. Esa "etiqueta" de identificación estaría generada por el sistema de supervisión. Toda tentativa de modificar los datos durante la transmisión se detectaría en la estación central de supervisión, dado que provocaría una diferencia entre la "etiqueta" prevista y la recibida (aunque en este caso no hace falta cifrar, la cifra constituye un método valioso de garantizar la integridad de los datos, que puede resultar útil en circunstancias distintas de las descritas en el presente documento).

La disponibilidad de microprocesadoras baratas significa que por lo general esos procedimientos de autenticación de datos pueden realizarse sin aumentar mucho el costo del sistema de supervisión. En el interior del recinto de indicación de perturbaciones de cada sensor habría una microprocesadora que controlaría la función de acopio de datos del sensor, el procedimiento de autenticación y las comunicaciones entre cada sensor y la estación central de supervisión.

Sin embargo, por lo que respecta a las cámaras de televisión, el volumen de datos es muy grande en comparación con el producido por otros sensores. El costo de autenticar las imágenes de televisión sería muy elevado. Una solución menos cara de la garantía de la integridad de los datos consistiría en colocar la cámara de televisión dentro de una caja detectora de perturbaciones. Ello aseguraría que la cámara y su campo de visión estarían exentos de perturbaciones. Bastaría con una protección adecuada del cable coaxial entre la caja de la cámara y la grabadora video de la estación central de supervisión, junto con un circuito sensor sencillo que detectara las tentativas de intervenir el cable, para detectar cualquier tentativa de injerencia en la transmisión de datos.

La seguridad de la estación central de supervisión quedaría completa si los mecanismos de lectura y registro de datos se cerraran en contenedores indicadores de perturbación para los momentos en que los inspectores no están presentes personalmente.

#### C. Otras consideraciones sobre la seguridad de los datos

No siempre se puede asegurar la integridad de los datos de los sensores con la mera garantía de la integridad de cada sensor y de los datos transmitidos. Por ejemplo, podrían manipularse mecánicamente las células piezoeléctricas y los contadores de objetos a fin de producir datos falsos. Cabría hacer que la determinación de un peso fuera demasiado alta o demasiado baja si se ejerciera una fuerza mecánica sobre una célula piezoeléctrica en el momento en que se estaba pesando un objeto. Por eso es necesaria la vigilancia visual del equipo de pesar y de contar, mediante el empleo de televisión en circuito cerrado.

La protección contra el suministro de datos falsos a un solo sensor en un momento dado se lograría mediante la coordinación del funcionamiento de más de un sensor. Por ejemplo, un proyectil en una cinta de transmisión activaría un contador de objetos; a su vez, las señales del contador harían que se activara el sistema de vigilancia por televisión en los puntos clave, al mismo tiempo que alertaría a otros supervisores del proceso a lo largo de la ruta que habría de recorrer el proyectil. Como se sabría qué actividades y valores de datos cabría esperar durante el proceso de destrucción del proyectil, los sensores correspondientes a esas actividades darían lectura dentro de una gama y de un plazo conocidos.

Todo sensor que no registrara la información apropiada dentro del plazo normal, causaría una alerta en el sistema de supervisión. Las reacciones a esas alertas forman parte de los procedimientos operacionales de los inspectores. Esas reacciones se determinarían mediante la clasificación de las diversas alertas posibles por niveles de importancia. A su vez, la importancia de cada alerta guardaría relación con los efectos que ejerce en el sistema de verificación.

También cabría impedir una supervisión efectiva si un sensor clave deja de funcionar bien. Por lo tanto, el sistema general de acopio de datos para la supervisión de la destrucción de arsenales químicos debe proyectarse con un exceso de sensores o un exceso de cobertura, o ambas cosas. El exceso de cobertura significa que la información acerca de cualquier fase del proceso puede obtenerse en el sensor correspondiente o puede deducirse a partir de la información acopiada por los sensores en otras fases del proceso; el exceso de sensores significa que cada sensor está duplicado. La duplicación de sensores es viable respecto de objetos baratos como los sensores de temperatura o los medidores de corriente. Sin embargo, no resulta práctica respecto de objetos grandes como los sistemas de televisión y los cromatógrafos de gases. El enfoque preferible, en el cual se basan los procedimientos descritos en el presente documento, debe tener un exceso de cobertura, siempre que sea viable, de modo que ninguna fase concreta de la supervisión tenga carácter crítico. En consecuencia, para el desarrollo del sistema de supervisión hacen falta dos elementos principales: que haya sensores seguros y fiables y que el sistema esté bien proyectado.

-----