**Conferencia de las Partes del Año 2005
encargada del examen del Tratado
sobre la no proliferación de las armas
nucleares**

18 de abril de 2005
Español
Original: inglés

Nueva York, 2 a 27 de mayo de 2005

**Verificación del desarme nuclear: informe final sobre
los estudios de verificación de las ojivas nucleares y
sus componentes**

**Documento de trabajo presentado por el Reino Unido
de Gran Bretaña e Irlanda del Norte**

Resumen

El Reino Unido anunció en la Conferencia de las Partes del Año 2000 encargada del examen del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares que estaba iniciando un programa de investigación para estudiar las tecnologías que podrían utilizarse en la verificación de cualquier otro nuevo acuerdo encaminado a controlar, reducir y, a la larga, eliminar los arsenales de armas nucleares. En las reuniones siguientes del Comité Preparatorio el Reino Unido ha informado acerca de la marcha de diversos aspectos del programa culminando con este informe final. En este documento se presenta una reseña consolidada de las principales conclusiones del programa quinquenal, junto con observaciones y comentarios acerca de las cuestiones que se han de enfrentar al ocuparse del problema de vigilar el complejo de las armas nucleares. Se dan nuevos detalles acerca de estudios de las diversas tecnologías y procedimientos examinados y se presenta una conclusión acerca de la forma en que podría enfrentarse la cuestión de la verificación de una instalación genérica. Esta última etapa del programa quinquenal ha servido para validar las conclusiones de los informes anteriores y, se espera, sentar las bases de la continuación futura de los trabajos. El Reino Unido seguirá vigilando y evaluando el progreso tecnológico en esta esfera.

I. Introducción

1. En la Conferencia de las Partes del Año 2000 encargada del examen del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares el Reino Unido anunció¹ que ejecutaría un programa para examinar las tecnologías que podrían utilizarse en la verificación multilateral de cualquier órgano o acuerdo encaminado a reducir y, en definitiva, eliminar los arsenales de armas nucleares. En el programa reseñado se incluyen:

a) Autenticación de las ojivas y sus componentes, es decir, verificación de que toda declaración de que determinado elemento es una ojiva nuclear o un componente de una ojiva nuclear es cierta;

b) Desmantelamiento de las ojivas y sus componentes;

c) Eliminación del material fisionable resultante para garantizar irreversiblemente que ya no pueda usarse en armas nucleares u otros artefactos explosivos, y

d) Vigilancia de los complejos de armas nucleares.

2. Durante el programa se decidió que el tema de la disposición ya se había cubierto en medida suficiente con las salvaguardias convencionales, por lo cual el estudio se centraría principalmente en las otras tres actividades.

3. El Reino Unido se comprometió a presentar un informe final sobre este programa de trabajo a la Conferencia de las Partes del Año 2005 con actualizaciones periódicas acerca de la marcha de los trabajos, según correspondiera, en las reuniones intermedias del Comité Preparatorio.

4. En la reunión del Comité Preparatorio de 2003 se presentó un documento de trabajo del Reino Unido² centrado principalmente en los criterios técnicos que posiblemente se podrían aplicar a la autenticación de las ojivas nucleares y sus componentes. Durante el programa quinquenal se han hecho mediciones radiométricas bien establecidas de evaluación no destructiva de las ojivas nucleares del Reino Unido y sus componentes fisionables. Entre ellos se han incluido la espectrometría pasiva de rayos gama, el recuento de la coincidencia activa y pasiva de neutrones y mediciones de la multiplicidad de neutrones. Además se ha utilizado la termografía³ para estudiar la emisión de calor de las ojivas nucleares y sus componentes.

5. En la reunión del Comité Preparatorio de 2004 el documento que presentó el Reino Unido⁴ se concentró principalmente en la cuestión relacionada con el desmantelamiento de las ojivas nucleares y sus componentes. En esa etapa se siguieron las ojivas nucleares desde su recepción hasta su desglose en sus componentes, obteniéndose datos ambientales y la evaluación no destructiva en cada etapa. Se hicieron mediciones cuando las ojivas nucleares se hallaban en diversos niveles de contención y blindaje. Se hicieron observaciones de los aspectos de planificación y operacionales relacionados con esas actividades. Se hicieron estudios además de la interacción de un equipo de inspección con las instalaciones (y su personal) en que se hicieron las mediciones. Esas observaciones constituyen una base valiosa de conocimientos relacionados con las mediciones de verificación y los protocolos de inspección en el sitio mismo.

6. Este documento es la culminación del programa de investigación anunciado en 2000, y cumple el compromiso del Reino Unido de informar acerca de las conclusiones consolidadas de ese programa de trabajo. En particular, se centra en las cuestiones relacionadas con la vigilancia del complejo de armas nucleares.

II. El complejo de armas nucleares

7. Si bien reconocemos la dificultad de definir un complejo de armas nucleares y comprendemos que toda definición está abierta a discusión, a los efectos del presente documento se define como:

a) Un sitio en que se realiza una o más actividades científicas o industriales necesarias para producir/desarmar una ojiva/mecanismo nuclear; más

b) Cualquier otra ubicación en que se realiza una actividad no sujeta a salvaguardia (y cuya función principal es servir la producción, el almacenamiento o el desarme de una ojiva/mecanismo nuclear).

(Obsérvese que esto excluye las actividades relacionadas con el ciclo de combustible nuclear que se pueden tratar mediante acuerdos convencionales de salvaguardias.)

8. Los complejos de armas nucleares, incluso en la forma definida en el presente documento, variarán en todo el mundo en cuanto a tamaño, distribución geográfica y complejidad. Será necesario tomarlo en cuenta en cualquier posible régimen futuro de verificación. No obstante, tendrán ciertas características en común, como la tecnología de producción y las emisiones ambientales.

Tecnología de producción

9. Las tecnologías utilizadas en la producción de una ojiva nuclear son fundamentalmente las mismas que se encuentran en muchos medios industriales. Se tratan los materiales de manera semejante a otras líneas de producción no nucleares, con la diferencia de que se requieren procedimientos de protección, seguridad y regulación.

Emisiones

10. Los procesos de producción de los complejos de armas generan en cierto grado efluentes y emisiones que pueden ser sólidos, líquidos, gaseosos y en forma de partícula. A ese respecto el complejo de armas no es diferente de una instalación más convencional, salvo en el alto grado de emisiones y la vigilancia y control de efluentes que se suelen imponer.

11. Cada etapa de un proceso de producción de ojivas tiene sus efluentes y firmas determinados. Algunas emisiones son características de un complejo de armas nucleares e incluyen las de materiales fisionables y algunos elementos determinados. Se pueden acumular pruebas de verificación a partir de las mediciones de esos materiales, con el apoyo de la medición de otras emisiones (que tienen la potencialidad de estar relacionadas con las ojivas).

III. Vigilancia del complejo de armas nucleares

12. Aunque no todos los acuerdos de control de armas nucleares se refieren a complejos de armas (por ejemplo, el Tratado entre los Estados Unidos de América y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas sobre la reducción y la limitación de las armas estratégicas ofensivas (START I) se basa en la limitación del número de ojivas nucleares estratégicas desplegadas y sus sistemas vectores) nos referimos en este caso a los objetivos principales de verificación de un complejo de armas nucleares en un hipotético acuerdo futuro sobre armas nucleares. A este respecto el objetivo de la verificación sería dar confirmación independiente, entre otras cosas, del tamaño y la disposición del arsenal de ojivas declarado, las tasas de producción/desmantelamiento de ojivas y componentes precursores, además de inventarios y movimientos de material fisionable.

13. Se podría servir ese objetivo mediante la instalación de sistemas de verificación en el interior de las instalaciones (vigilancia de instalaciones) o mediante la vigilancia del interfaz entre las instalaciones y el mundo externo (por ejemplo, utilización de energía, movimiento de personal, emisiones de las instalaciones —vigilancia del entorno) para determinar si están funcionando y si se ciñen a las actividades declaradas.

14. La selección del sistema dependería de su carácter intrusivo⁵, así como de las cuestiones relativas a la fiabilidad, exactitud y costo, que podrían tolerarse. El trabajo del programa quinquenal del Reino Unido se ha centrado en la investigación de técnicas de medición de emisiones que pueden utilizarse para determinar las plantas que están funcionando y operaciones concretas de los procesos. Se reconoce que las técnicas de mayor valor serán las que sean flexibles por cuanto las instalaciones difieren de un Estado parte a otro y tienen la potencialidad de uso múltiple.

Vigilancia de instalaciones

15. Existen diversas posibilidades para vigilar las actividades dentro de una instalación. Pueden ser tecnologías con carácter intrusivo, como hacer muestreo dentro de tuberías, sacar muestras para análisis radioquímicos posteriores o hacer mediciones radiométricas y otro tipo de mediciones directas de los efluentes de la instalación. También pueden no tener carácter intrusivo, como las muestras de aire del exterior de la instalación. Se examinaron nuevas medidas complementarias, como el uso de pórticos con detección de radiactividad en los caminos de acceso y la vigilancia a distancia (por computadores externos o vínculos de vídeo con bodegas de una instalación) en el documento presentado por el Reino Unido a la reunión del Comité Preparatorio de 2004.

16. En el complejo de armas nucleares del Reino Unido ya se utilizan diversas técnicas de vigilancia, no para verificación sino para cumplir los requisitos legislativos del Reino Unido. Entre esas técnicas se incluyen:

a) Aire: Vigilancia de descargas después de la filtración con probetas insertadas en los sistemas de ventilación dentro del complejo;

b) Agua: Se recogen efluentes en tanques de recolección, que a continuación se tratan y de los cuales se extraen muestras antes de su descarga final del complejo;

c) Desechos sólidos: Se sacan muestras de todo desecho y se segregan para determinar la corriente correcta de desecho para su eliminación o almacenamiento a largo plazo.

Técnicas de vigilancia del entorno

17. Se han estudiado las emisiones del complejo de armas nucleares del Reino Unido en el programa quinquenal de investigación sobre la verificación. En el estudio se examinaron las mediciones existentes, tomadas a los efectos de la vigilancia regulatoria. Se llegó a la conclusión de que, si bien las técnicas eran apropiadas para velar por el cumplimiento de las reglamentaciones, para que reunieran los requisitos más estrictos de verificación era necesaria mayor sensibilidad, así como una mayor capacidad para detectar isótopos y especies químicas concretos.

18. Algunos sectores del complejo de armas nucleares del Reino Unido utilizan muestreadores de aire de gran volumen, que utilizan un filtro para recolectar y vigilar emisiones de partículas. Se envían las partículas para análisis mediante espectroscopía alfa, beta y gamma, junto con técnicas de espectroscopía de masa. Se utiliza la cromatografía de gases para analizar otros efluentes, como los compuestos orgánicos. Se analizan y procesan químicamente además muestras líquidas y sólidas, así como muestras de flora y fauna.

19. En otra esfera de estudio del Reino Unido se han examinado posibles técnicas nuevas para diferenciar entre emisiones de operaciones recientes del complejo de armas nucleares y material remanente de operaciones anteriores. Esto reviste interés en cuanto a la verificación en razón de la posibilidad de falsas alarmas al determinar si se han hecho actividades que no corresponden a las fechas operacionales de un tratado convenido.

Otras posibles técnicas de vigilancia del entorno y a distancia

20. Hay muy diversas técnicas de vigilancia a distancia además de la supervisión regulatoria normal, es decir, los sistemas de formación de imágenes hiperspectrales y la imagen satelital, que se están evaluando en el programa de verificación de investigaciones del Reino Unido por su capacidad para demostrar actividades en las instalaciones o en sus alrededores que contravienen las operaciones declaradas. Se encuentra en marcha la actividad preliminar en colaboración con instituciones académicas respecto de diversas técnicas nuevas de verificación posibles, como las que se examinan a continuación.

21. Imágenes satelitales de alta resolución: Con las imágenes satelitales comerciales de alta resolución se procuran obtener pruebas de las actividades pertinentes sobre el terreno y se están evaluando en relación con sitios nucleares por su valor para el proceso de verificación. La labor es complementaria del uso de las salvaguardias del OIEA de imágenes satelitales, y seguirán examinándose los sitios de armas nucleares del Reino Unido, a partir de lo cual se podrán desarrollar modelos de interpretación para su aplicación a otros sitios. A continuación podrán estimarse las firmas. No obstante, como se indicó anteriormente, cada Estado parte debe tener un método diferente para establecer y mantener sus complejos de armas nucleares.

Se proyecta ampliar la labor de manera de incluir las imágenes del radar de antena sintética⁶ para mejorar esos modelos.

22. Imágenes hiperespectrales: Estos sistemas adquieren datos de una variedad de longitudes de onda en las regiones visibles infrarrojas (térmicas) de corto y largo plazo del espectro electromagnético. Se han hecho estudios teóricos sobre la detección de pequeñas humaredas emitidas de las chimeneas de una instalación industrial. Una humareda de gas más tibia que el aire que la rodea emitirá pasivamente características luminosas de sus constituyentes químicos. Se ha hecho en el Reino Unido un estudio comparado de posibles configuraciones de sistemas de imágenes hiperespectrales para la detección e identificación de gases. Se han desarrollado contactos dentro de la comunidad de investigación hiperespectral del Reino Unido para definir todavía más los requisitos y estudiar opciones técnicas de aplicaciones a los efectos de la verificación.

23. Estrés de especies vegetales: Esta es una medida de la variación del contenido de clorofila de las plantas vivas como reacción ante los contaminantes. Las emisiones de instalaciones industriales pueden inducir estrés previsual en las especies vegetales en el medio que las rodea. Se han utilizado los sistemas de imagen hiperespectral como herramienta para vigilar el estrés inducido en las especies vegetales que acumulan biológicamente en forma natural algunas especies químicas. El examen de las imágenes satelitales de alta resolución multiespectrales visibles/casi infrarrojas en busca de indicaciones de estrés de las especies vegetales en el medio ambiente está en marcha. Como instrumento de verificación sería necesario tener la capacidad para detectar cambios muy pequeños y, desde luego, poder dar cuenta de los efectos del estrés básico de las especies vegetales como consecuencia de acontecimientos naturales no relacionados.

24. Espectroscopía gama aerotransportada: La labor hecha en otros países y en el Centro reactor de investigaciones de las universidades escocesas ha revelado que es posible detectar la contaminación material y de los suelos procedente de las actividades de tratamiento industrial nuclear utilizando la espectroscopía gama aerotransportada desde una plataforma a escasa altura. Se está examinando esta técnica dentro del programa de investigación de la verificación del Reino Unido por la utilidad que presta en cuanto a la verificación, calculando las probabilidades de detección y de falsa alarma en diversas situaciones.

25. Recursos y percibles: Se está considerando la posibilidad de utilizar la vigilancia de recursos mediante la observación del consumo de electricidad, agua y combustible en apoyo de la verificación. Podría ser posible hacer mediciones de artículos determinados de equipo de manufactura (por ejemplo, un horno de inducción) para detectar la frecuencia y la duración del uso o vigilar la adquisición de ciertos productos químicos comunes en actividades de producción y terminación, como los compuestos orgánicos clorinados volátiles.

IV. Tecnologías de inspección y conexas

26. El sentido común dice que la vigilancia del complejo de armas por sí sola puede no bastar para confiar en que se logrará el objetivo de la verificación. Además del muestreo ambiental y de la vigilancia a distancia, se reconoce el valor que tienen las inspecciones de rutina y por denuncia para inspirar confianza. En el documento de trabajo que el Reino Unido presentó a la reunión del Comité Preparatorio

de 2004 se examinaron algunos de los problemas, vulnerabilidades y aspectos prácticos de la realización de esas inspecciones con fines de verificación. Se han examinado algunas de las tecnologías que podrían utilizar los inspectores en apoyo de la verificación al entrar en instalaciones como parte de un hipotético régimen futuro de verificación por su valor permanente y sus limitaciones a medida que evoluciona la tecnología. El equilibrio entre credibilidad y exactitud de la información producida, la proliferación potencial y los riesgos de seguridad nacional constituye una cuestión central de la evaluación. Es aplicable a técnicas como la espectroscopía de rayos gama, las imágenes gama pasivas y el análisis de multiplicidad de neutrones. En particular el avance de los equipos en baterías de detección rápida de neutrones y técnicas activas de ensayo de tiempo de vuelo han centrado recientemente la tensión, así como diversos análisis posteriores a la adquisición de datos y metodologías de modelación que se están desarrollando a escala internacional.

Técnicas alternativas de mediciones de evaluación no destructiva

27. Se están estudiando diversas técnicas de evaluación no destructiva en el programa de verificación del Reino Unido como candidatas a instrumentos de verificación. Entre ellas se incluyen:

a) Autoradiografía pasiva: Mediante la digitalización de placas de imágenes de fósforo (tipo gama y tipo neutrón) conjuntamente con el uso de una colimadora de orificio pequeño, para registrar imágenes de objeto de interés, utilizando sus propias emisiones radiactivas. Se trata de revalidar una técnica sencilla capaz de verificar el contenido de montajes contenedorizados sin divulgar información delicada en cuanto al diseño. Se han realizado labores preliminares respecto de esa técnica en el Reino Unido;

b) Activación de hojuela dorada: La hojuela dorada es susceptible a la activación por neutrones. Si se pone en estrecha proximidad de un objeto que emite neutrones, o su contenedor, se puede activar la hojuela en grado suficiente para que la radiospectroscopía de los productos resultantes de la activación en la hojuela rindan información de baja fidelidad sobre el carácter del flujo de los neutrones. Se ha hecho la labor preliminar a este respecto en el Reino Unido;

c) Interrogación de fotoneutrones: La emisión fotoinducida de neutrones ocurre cuando la energía de un fotón de ingreso (rayos X o rayos gama) se halla por encima de un límite y los átomos de escaso peso atómico experimentan reacciones fotonucleares que emiten neutrones. Se pueden detectar esos fotoneutrones y su energía es característica de los materiales de los que proceden. Se pueden detectar materiales como el deuterio o el berilio utilizados en algunas ojivas nucleares en asociación con material fisiónable utilizando la técnica del fotoneutrón. Se han hecho experimentos iniciales en el Reino Unido.

Engaños y carácter intrusivo

28. Se ha demostrado que con el uso de un sistema de verificación que utilice una combinación de sensores de mediciones de evaluación no destructiva que midan muchos atributos o plantillas de ojivas⁷ es posible distinguir entre diferentes tipos de ojivas o componentes. En un futuro régimen de verificación sería necesario preocuparse de la posibilidad de engaño mediante el reemplazo por un objeto encaminado a pasar las pruebas de autenticación. No obstante, como no se puede determinar por adelantado la firma de un engaño, un sistema de autenticación y desmantelamiento de ojivas habría de tener la más elevada probabilidad de detección posible (a la vez que debería reducir a un mínimo las falsas alarmas) con el objeto de detectar el engaño. Esto lleva al requisito de combinar sensores en sistemas eficaces de verificación.

29. Se ha hecho labor analítica a fin de calcular las probabilidades de detección de diversos sensores de gamas y neutrones y aprender la forma de combinarlos en redes. Con este método pueden evaluarse las ventajas y desventajas relativas de los sensores de mediciones de evaluación no destructivas y de sistemas de sensores en una función determinada. Se puede hacer una comparación entre diferentes tipos para permitir la mejor selección o combinación de sensores. Este método revela además información acerca del carácter intrusivo del sistema de verificación y, por tanto, las consecuencias respecto de la proliferación y la seguridad nacional.

Barreras de información

30. Las mediciones hechas respecto de objetos con componentes de armas pueden contener información delicada desde el punto de vista de la defensa o la proliferación. Un país que haga de anfitrión de inspecciones requerirá seguridades de que no se revelará información delicada de ese tipo a la parte inspeccionante y de que sólo se revelarán las características convenidas. Esto puede lograrse con el uso de una barrera de información (como se debatió en la iniciativa trilateral entre Rusia, los Estados Unidos y el OIEA). Esto puede comprender equipo o programas encaminados a proteger la información delicada cada vez que dé acceso a un subconjunto significativo a los efectos de la verificación. En su forma más sencilla este subconjunto podría implicar una respuesta positiva o negativa a una comparación de plantilla determinada.

31. La ingeniería inversa de los datos obtenidos de las mediciones de evaluación no destructiva en el Reino Unido se ha utilizado para comprender el carácter delicado de sus datos desde el punto de vista de la seguridad nacional y de la proliferación. El trabajo realizado demuestra claramente que en cualquier régimen futuro de verificación será necesario utilizar algunas de las técnicas de medición de evaluación no destructiva protegidas por barrera de información con insumos de información protegida y productos de información no protegida.

Los sistemas de documentación en tanto instrumentos posibles de verificación

32. La posibilidad de utilizar sistemas computarizados para apoyar las actividades de verificación se examinó en el documento que el Reino Unido presentó al Comité Preparatorio en 2004. Se han desarrollado sistemas de contabilidad computacional

plenamente integrados disponibles comercialmente. Aunque no fueron diseñados concretamente para usarse en la verificación de tratados, esos sistemas computarizados podrían ser fácilmente adaptables a tales fines, por cuanto combinan el uso de controles del acceso de terceros, la distribución de claves encriptadas, la codificación del tiempo, firmas electrónicas y productos impresos con señal de agua para producir una cadena de custodia completa y plenamente transparente y verificable.

Circuito cerrado de televisión

33. Ya se utiliza ampliamente en la industria el circuito cerrado de televisión a los efectos de la seguridad y la protección. Se están desarrollando algunos sistemas comerciales a fin de producir sistemas inteligentes de circuito cerrado de televisión para satisfacer las necesidades y normas industriales, como la norma MPEG-7, que etiqueta los datos electrónicos con metadatos descriptivos, lo que da como resultado la bases de datos de imágenes buscables. Entre ellos se incluyen:

- a) Reconocimiento de objetos. Para poder reconocer y rastrear un objeto dentro de un campo de visión;
- b) Movimiento cero. Destaca y marca objetos que se han mantenido estacionarios en una escena cambiante, y
- c) Detección de conducta anormal. Una vez que se ha enseñado a un sistema lo que cabe esperar dentro de un campo de visión se marcará todo lo que sea anormal.

Esas técnicas de tratamiento de imágenes pueden integrarse en sistemas de vigilancia existentes, no administrados, que ya se usan en el OIEA para verificar automáticamente que no han sido objeto de interferencia mediante el intercambio de señales con el centro de control del OIEA. En el programa de investigación sobre la verificación del Reino Unido no se ha hecho todavía ningún trabajo concreto a este respecto.

V. Verificación de una instalación genérica

34. Se considera que la verificación eficaz requiere un nivel aceptable de confianza para el Estado parte inspeccionante de que se están cumpliendo las declaraciones del Tratado. Para que el régimen de verificación sea viable es necesario contar con pruebas apropiadas y suficientes de verificación. El Reino Unido está examinando actualmente este aspecto en el contexto de su propio complejo de armas nucleares.

35. Si se examinara por separado cada instalación y operación de un complejo de armas nucleares sería posible determinar la existencia de aspectos comunes entre instalaciones y los tipos de trabajos que se estuvieran realizando. Esos componentes comunes se pueden dividir en las dos categorías siguientes:

- a) Infraestructura de la instalación: Entre las características comunes necesarias para establecer, mantener y administrar una instalación que pudiera ser importante en un régimen de verificación de control de armas nucleares se podrían incluir:
 - i) La ubicación de los edificios y servicios de la instalación;
 - ii) Uso del edificio;

- iii) Número de funcionarios y sus funciones;
 - iv) Medidas físicas de seguridad;
 - v) Movimientos de material (de entrada y salida de la instalación), y
 - vi) Producción y eliminación de desechos;
- b) Operaciones dentro de una instalación: Entre las características comunes pertinentes a un régimen de verificación de control de las armas nucleares se podrían incluir:
- i) Recepción de material fisionable y movimientos internos;
 - ii) Almacenamiento de material fisionable;
 - iii) Calentamiento/formación;
 - iv) Mecanizado;
 - v) Operaciones posteriores a la manufactura;
 - vi) Almacenamiento y movimientos internos de productos;
 - vii) Despacho de productos, y
 - viii) Tratamiento de los desechos.

36. Considerando la primera de esas listas es posible determinar técnicas con potencialidad para verificar esas características basadas en la instalación. En el cuadro 1 figura una lista de esas técnicas.

37. Respecto de la segunda categoría (características basadas en las operaciones) se puede determinar un conjunto análogo de técnicas de verificación. Estas figuran en el cuadro 2.

38. Se pueden considerar las técnicas identificadas al establecer un proceso de verificación. Por cuanto cada Estado parte puede tener opiniones diferentes acerca de la información delicada y del carácter intrusivo de una técnica determinada, puede ser posible en esta etapa reemplazar técnicas alternativas prestando a la vez servicios apropiados de verificación con pérdida mínima de eficacia.

39. Con el objeto de que los efectos de cada técnica de verificación se puedan caracterizar en términos de su contribución al sistema de verificación del control de las armas, hemos definido dos tipos de función de verificación que cualquiera de esas técnicas puede cumplir. Estas son de **identificación** (usado para identificar el artículo o el proceso) y de **corroboración** (que prestan pruebas de apoyo). En el cuadro 3 se definen esas funciones más plenamente y se dan ejemplos acerca de las formas en que cada una de ellas podría aplicarse.

40. Si consideramos la lista de posibles técnicas de verificación en una instalación determinada (etiquetas, sellos, circuito cerrado de televisión, etc.) veremos que cada una tiene el efecto de ser un identificador o un corroborador. Además, una técnica que se puede usar como identificador en un caso puede servir de corroborador en el otro. No obstante, esas funciones cambiarán según la situación que se evalúe.

41. Para ilustrar esa función cambiante podemos describir la función de tres técnicas de verificación concretas (etiquetas, sellos, observación de pórticos) aplicadas a dos situaciones diferentes.

42. En la primera situación, un contenedor aprobado de materiales fisionables sin marcas externas, pero con un sello, se declara cargado con material fisionable que emite neutrones, y se desplaza de una bodega, a través de un pórtico detector de neutrones, que da un resultado positivo. En este caso:

- a) No hay etiqueta presente;
- b) El sello es un corroborador del que es probable que los materiales detectados sean los declarados, y
- c) El observador de pórtico es un identificador de que el contenedor contiene materiales fisionables.

43. En la segunda situación, un contenedor aprobado de materiales fisionables, sin marcas externas, con un sello, y una etiqueta que identifica el tipo de contenido de la unidad, se declara cargado con un componente fisionable que emite neutrones, y se desplaza a través del mismo detector de pórtico, que da un resultado positivo. En este caso:

- a) La etiqueta es un identificador del componente en el contenedor;
- b) El sello es un corroborador de que no se ha cambiado el contenido; y
- c) El observador de pórtico es un corroborador de que en el contenedor hay algo que contiene material fisionable.

44. En estos ejemplos se puede postular un aumento del número de identificadores y corroboradores para aumentar el valor (en términos de aumento de la confianza) de las pruebas generales que se presenten, con identificadores que tal vez sean los principales contribuyentes. No obstante, el posible aspecto negativo de la prueba de identificador es que el propietario puede considerar que el acceso a parte de él es demasiado intrusivo en términos de la seguridad nacional o de riesgo de proliferación.

45. Otro ejemplo más detallado de la aplicación del método examinado anteriormente podría ser el caso en que el Estado hubiera convenido someter parte de su complejo de armas nucleares, que se ocupa del mecanizado de componentes, a un proceso de verificación. Algunas de las técnicas pueden utilizarse para verificar la instalación genérica (del cuadro 1) y aspectos concretos del proceso de mecanizado (del cuadro 2). Puede surgir una situación en que una técnica de verificación determinada se considere excesivamente intrusiva (por ejemplo, una cámara de circuito cerrado de televisión en la zona de mecanizado) en el caso en que pudiera usarse un método alternativo (por ejemplo, vigilancia de la electricidad utilizada por la máquina como indicador de carga operacional). En definitiva sería necesario preparar una lista de métodos de verificación mutuamente aceptables, por ejemplo, como se indica en el cuadro 4.

46. Puede evaluarse la calidad general de un sistema de verificación convenido de ese tipo considerando aspectos clave, como:

- a) Uso del edificio: Los materiales obtenidos mediante el muestreo derivado de la vigilancia del entorno pueden corroborar el uso de los materiales dentro del edificio y (en potencia) la deposición de material de toda operación nueva o no declarada;

b) Personal y funciones: Un sistema de control de acceso mediante tarjetas puede registrar el número de funcionarios que ingresa a un edificio. La identificación efectiva de cada persona sólo puede confirmarse cuando se hace en combinación con el circuito cerrado de televisión. La documentación de cadena de custodia puede definir las funciones de los individuos (en este caso, por ejemplo, que se trata de un mecánico calificado). Las tres técnicas de verificación combinadas darán una idea del momento en que los operadores de máquinas se encuentren dentro del edificio (frecuencia y duración, etc.);

c) Uso de los tornos: Esta es la parte más delicada del proceso en este ejemplo y no se ha convenido en un identificador para la verificación. Las técnicas intrusivas, como circuito cerrado de televisión o la vigilancia de la radiación, pueden dar lugar a información delicada en cuanto a la proliferación. La vigilancia de la electricidad utilizada puede lograrse a distancia y se pueden hacer evaluaciones de la frecuencia y la duración de las operaciones, y

d) Producción de desechos: Pueden utilizarse los registros de cadena de custodia para identificar a los individuos que se ocupan de los desechos generados en el proceso. Las etiquetas, en combinación con la vigilancia de pórticos, confirmarán las declaraciones relativas a movimiento de desechos.

47. En esos ejemplos la información verificable puede contribuir a crear un alto grado de confianza sobre la base del número de artículos de información que se pueden clasificar como identificadores y corroboradores en cada etapa. Sin embargo, sólo puede juzgarse la calidad de la información sobre la base de una apreciación técnica racional de la integridad de los resultados producidos mediante cada técnica en la situación determinada a la que se aplique.

VI. Conclusiones

48. A lo largo de los informes y presentaciones hechos ante el Comité Preparatorio y en las reuniones de la Conferencia de Examen el Reino Unido ha demostrado la amplitud de su investigación en el campo de la verificación. En este documento se ha hecho una reseña de las muchas esferas de estudio emprendidas durante el programa quinquenal, con énfasis en la observación del complejo de armas nucleares. Algunos de esos estudios han sido evaluaciones de las tecnologías y los métodos existentes, en tanto que otros constituyen esferas novedosas de evolución (por ejemplo, la autorradiografía).

49. Si bien hay gran cantidad de tecnología para apoyar la verificación de un programa de desarme, aún queda mucho por hacer en algunas esferas que se han de desarrollar y probar. Siguen surgiendo nuevas tecnologías que requieren evaluaciones más detalladas de su posible aplicación en esta esfera.

50. El Reino Unido ha determinado las barreras principales que se oponen a la verificación eficaz de una serie de tecnologías y contextos, incluidas la protección de la seguridad nacional y la proliferación de información delicada. Esos problemas son difíciles y requieren gran cantidad de trabajo para superarlos; por una parte, para validar los resultados e interpretaciones de mediciones de manera que resulten convincentes y, por la otra, para desarrollar los procesos en cuya virtud los Estados pueden estar seguros de la protección de sus datos delicados.

51. En el contexto de la vigilancia del complejo de armas nucleares se han destacado las dificultades de preparar una definición amplia que reúna todos los requisitos. Se concluyó que el uso de la vigilancia de las instalaciones y del entorno se beneficiaría con el complemento del uso de otras técnicas de vigilancia a distancia y que es más probable lograr los objetivos de todo ejercicio de verificación si se refuerza la vigilancia con procedimientos como las inspecciones de rutina y por denuncia que por sí mismas desplegarían diversas tecnologías disponibles.

VII. Resumen del programa y orientación futura

52. Desde el comienzo del programa el Reino Unido ha identificado las cuatro esferas clave que se han de tratar como autenticación, desmantelamiento, eliminación y vigilancia del complejo de armas. Si bien no se hizo un estudio detallado del tema de la eliminación, en razón de que ya estaba suficientemente cubierto por las salvaguardias convencionales, se ha hecho un esfuerzo significativo respecto de las otras tres esferas.

53. Se consideró que la autenticación era la tarea de verificación más difícil desde el punto de vista técnico por cuanto un elemento importante de cualquier técnica escogida o desarrollada para realizarla sería la necesidad de proteger la seguridad nacional y la información delicada desde el punto de vista de la proliferación y superar la generación de indicaciones falsas por inadvertencia o premeditada. Durante el programa quinquenal, se han probado diversas tecnologías contra las ojivas del Reino Unido y sus componentes fisionables, con diverso grado de éxito. Se ha llegado a la conclusión de que es posible lograr muchos aspectos del proceso de autenticación, pero en muchos casos se requiere el acceso de proximidad a un artículo y en algunos casos la información delicada relativa al diseño de armas nucleares puede resultar vulnerable.

54. El trabajo relativo al desmantelamiento implicaba el examen de los procesos relacionados con el desmantelamiento de una ojiva determinada, reconociendo que muchos de ellos podrían ser específicos de la ojiva, aunque era probable que algunos fueran genéricos. Se estudiaron técnicas de posible aplicación a la fase de desmantelamiento, incluida la cadena de custodia (por ejemplo, etiqueta de sellos, vigilancia a distancia, rastreo de objetos, observación de pórticos), y técnicas de inspección (por ejemplo, análisis no destructivo, control y contabilidad de materiales, vigilancia del entorno, registro de la información). Una conclusión significativa de esta labor fue que el acceso controlado podría permitir al personal que no tuviera autorización de seguridad una forma de acceso a instalaciones de ojivas nucleares delicadas, pero identificó la necesidad de determinar y controlar el grado de acceso que se puede dar a los inspectores sin comprometer información delicada desde el punto de vista de la defensa y la proliferación.

55. Finalmente, los intentos por cumplir los requisitos de vigilancia del complejo de armas nucleares han destacado los problemas de elaborar una definición clara de un complejo de ese tipo y la necesidad de considerar la vigilancia establecida de las instalaciones y del entorno y complementarla con diversas técnicas adicionales de vigilancia a distancia. Además, se sugiere que es más probable lograr el objetivo de la verificación si se refuerza la vigilancia con procedimientos, como las inspecciones de rutina y por denuncia, con diversas tecnologías. Se bosquejó un procedimiento para considerar la verificación de una instalación genérica.

56. En el futuro el Reino Unido seguirá vigilando y evaluando el desarrollo tecnológico pertinente a la verificación, pero se considera que, en lo que respecta a los procesos y procedimientos necesarios para basar cualquier actividad de verificación, debería adoptarse ahora un método más centrado en esferas y cuestiones concretas. Esto permitiría determinar más claramente los problemas y aplicar más rigurosamente las soluciones definitivas o provisionales. En este último contexto se estudiará la posibilidad de cierto grado de colaboración.

Cuadro 1

Algunas técnicas de verificación basadas en la interacción

<i>Característica</i>	<i>Método de verificación 1</i>	<i>Método de verificación 2</i>	<i>Método de verificación 3</i>
Ubicación de los edificios y servicios de la instalación	Imagen satelital	Vigilancia de entorno (detección de emisión radiactiva, tensión especial de plantas vegetales, etc.)	Documentación regulatoria/gobierno local
Uso del edificio	Vigilancia del entorno	Circuito cerrado de televisión/imagen satelital	Vigilancia del uso de energía
Número de funcionarios y funciones	Sistemas de control de acceso mediante tarjeta	Documentación de la cadena de custodia	Circuito cerrado de televisión/imagen satelital
Medidas de seguridad física	Sistemas de control de acceso mediante tarjeta	Imágenes de circuito cerrado de televisión en lugares de acceso	Observadores de pórtico
Movimientos de materiales (entrada y salida de instalaciones)	Observadores de pórtico	Documentación de la cadena de custodia	Circuito cerrado de televisión/imagen satelital
Producción y eliminación de desechos	Vigilancia del entorno	Documentación de la cadena de custodia	Imagen hiperespectral

Cuadro 2
Algunas técnicas de verificación basadas en el proceso

<i>Característica</i>	<i>Método de verificación 1</i>	<i>Método de verificación 2</i>	<i>Método de verificación 3</i>
Recepción y movimientos internos del material fisionable	Circuito cerrado de televisión	Observadores de pósito	Documentación de la cadena de custodia
Almacenamiento de material fisionable	Etiquetas y sellos en los contenedores	Vigilancia electrónica de acceso a las bodegas (circuitos cerrados de televisión/ sellos en las puertas)	Comparación de plantillas radiológicas de mediciones de evaluación no destructiva comparada dentro del marco del tratado
Calentamiento/ formación	Circuito cerrado de televisión	Vigilancia del uso de energía	Documentación de recertificación del equipo
Mecanizado	Circuito cerrado de televisión	Documentación de la cadena de custodia	Vigilancia del uso de electricidad
Manufactura	Circuito cerrado de televisión	Documentación de la cadena de custodia	Documentación de recertificación del equipo
Almacenamiento y movimientos internos de productos	Etiquetas y sellos para contenedores	Vigilancia electrónica de acceso a las bodegas (circuitos cerrados de televisión/ sellos en las puertas)	Comparación de plantillas radiológicas de mediciones de evaluación no destructiva dentro del marco del tratado
Despacho del producto	Circuito cerrado de televisión	Observadores de pósito	Documentación de la cadena de custodia
Eliminación de desechos	Etiquetas y sellos en los contenedores	Observadores de pósito	Documentación de la cadena de custodia

Cuadro 3
Función de técnicas de verificación

<i>Función de verificación</i>	<i>Significado y analogía</i>	<i>Ejemplo de armas nucleares</i>
Identificador	Utilizado para identificar el artículo o el proceso (por ejemplo la etiqueta del frasco dice “Café” y la documentación rastrea el frasco hasta un conocido fabricante de café)	Una Etiqueta (por ejemplo, tipo de unidad escrito con estencil en un contenedor aprobado de material fisionable); Documentación (por ejemplo, el número y el tipo de unidad aparecen en la nota de despacho que se adjunta al contenido).
Corroborador	No identifica sin ambigüedad un artículo o proceso pero se puede considerar apoyo de prueba de identidad, o contribuye a la confianza en los antecedentes de la prueba de identificador (por ejemplo, el frasco es de un tipo que se usa habitualmente para café y tiene una masa superior a la de un frasco vacío. El frasco tiene un sello intacto)	Observador del pórtico (por ejemplo detección de actividad en neutrones cuando el contenedor pasa camino del almacenamiento); Comparación de plantilla radiológica de mediciones de evaluación no destructiva (técnica convenida de barrera de información confirma el tipo esperado de radiactividad que surge del contenedor). Un Sello (por ejemplo, el tipo aprobado, que indica que el contenedor no está vacío).

Cuadro 4
Lista hipotética de técnicas convenidas de verificación

<i>Característica que se ha de verificar</i>	<i>Técnicas de verificación</i>	<i>Tipo funcional</i>
Uso del edificio	Vigilancia del entorno	Corroborador
Personal y funciones	Sistema de control de acceso de tarjeta	Corroborador
	Circuito cerrado de televisión	Identificador
	Cadena de custodia	Corroborador
Uso de tornos	Vigilancia a distancia de uso de electricidad	Corroborador
Eliminación de desechos	Cadena de custodia	Corroborador
	Etiqueta que declara el tipo y nivel de emisores de neutrones en desecho	Identificador
	Observador de pórtico con detector de neutrones	Corroborador

Notas

- ¹ Verificación nuclear, documento de trabajo presentado por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, NPT/CONF.2000/MC.1/WP.6 (4 de mayo de 2000).
 - ² Verificación del desarme nuclear: primer informe provisional sobre los estudios de verificación de las ojivas nucleares y sus componentes, documento de trabajo presentado por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, NPT/CONF.2005/PC.II/WP.1 (23 de abril de 2003).
 - ³ En el presente documento se entenderá por termografía el uso de cámaras térmicas de gran precisión para hacer imágenes y medir la variación de calor de pequeñas fracciones de un grado en una superficie sólida.
 - ⁴ Verificación del desarme nuclear: segundo informe provisional sobre los estudios de la verificación de las ojivas nucleares y sus componentes, documento de trabajo presentado por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, NPT/CONF.2005/PC.III/WP.3 (30 de abril de 2004).
 - ⁵ Una medición de la probabilidad de que pueda revelarse información estatal delicada.
 - ⁶ El radar de antena sintética utiliza la electrónica para cambiar el carácter de la apertura virtual de un detector radar, de manera de poder usar un solo instrumento para imitar diversos instrumentos.
 - ⁷ Por plantilla se entenderá que la técnica de comparación de un conjunto de datos medidos de un objeto declarado con un conjunto normalizado de datos de un objeto conocido sin referencia al significado de los datos.
-