



Organización de Aviación Civil Internacional

Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS)

**Octava Reunión del Subgrupo de Meteorología Aeronáutica del GREPECAS
(AERMETSG/8)**

Santiago, Chile, 09 al 13 de octubre de 2006

AERMETSG/8 - NE/23

09/09/06

**Cuestión 5 del
Orden del Día:**

Intercambio de la información OPMET en las Regiones CAR/SAM

**ANÁLISIS SOBRE LA TRANSICIÓN PROPUESTA DE CLAVES ALFANUMÉRICAS
TRADICIONALES A BUFR PARA LOS ESTADOS DE LAS REGIONES CAR/SAM**

(Presentada por el Relator del Grupo Tarea COM/MET)

RESUMEN

En esta nota de estudio se presenta un análisis realizado por el Grupo de Tarea COM/MET sobre el impacto que tendría la introducción del uso de la clave BUFR en los Estados/Territorios de las Regiones CAR/SAM. En este análisis se exponen las complejidades que presentaría este proceso y los aspectos más relevantes a tener en consideración para llevar a cabo la transición propuesta, haciendo énfasis en la responsabilidad de la OMM y la OACI.

Referencias:

- Informe de la Reunión AERMETSG/7 (mayo 2005)
- Informe Final GREPECAS/13 (noviembre 2005)
- Informe Final 4^{ta} Reunión Comité CNS del ATM/CNS/SG del GREPECAS
- Informe Final EANPG/47 (noviembre 2005)
- Informe del Grupo Tarea del EANPG sobre valoración de la transición al BUFR (versión 1.0, octubre 2004)
- Informe de la Reunión Departamental de meteorología de la OACI (MET) (2002)

1. Introducción

1.1 La OMM se encuentra actualmente en proceso de transición de todos sus Códigos Alfanuméricos Tradicionales a BUFR, en un ambicioso programa el cual cubre todos los dominios en los cuales se intercambian datos meteorológicos, incluido la aviación. Aunque la Comisión de Sistemas Básicos de la OMM (CBS) aceptó la introducción del BUFR en su reunión de Enero/Febrero 1988, la transición al código BUFR en los mensajes OPMET fue convenida en principio por la OACI en la reunión Departamental que sostuvo en Montreal en septiembre del 2002.

1.2 Teniendo en cuenta la importancia de este asunto para la comunidad aeronáutica en las regiones CAR/SAM, la pasada Reunión del GREPECAS/13 (Santiago de Chile, Nov 2005) aprobó la DECISIÓN 13/29.- *PLAN PARA LA MIGRACIÓN DE LOS MENSAJES METEOROLÓGICOS AERONÁUTICOS A LA CLAVE BUFR EN LAS REGIONES CAR/SAM* donde se pedía al Subgrupo AERMET, que en coordinación con el Comité CNS del ATM/CNS/SG del GREPECAS desarrolle un plan detallado para la migración de las claves meteorológicas aeronáuticas a la clave BUFR. Por otra parte, en seguimiento a la Recomendación 2/5 c) de la Reunión Departamental de Meteorología (MET), (Montreal, Canadá, 2002), y para facilitar una migración sin contratiempos, se requería que los Estados/Territorios de las Regiones CAR/SAM recibieran capacitación en la introducción a la clave BUFR, los medios de comunicaciones y los requerimientos de procesamientos necesarios, por lo que el GREPECAS formuló la CONCLUSIÓN 13/30.- *INSTRUCCIÓN SOBRE LA CLAVE BUFR* en la que pedía a la OMM en colaboración con la OACI, que organizaran un seminario sobre la clave BUFR y su transmisión, a fin de introducir los requerimientos de comunicaciones y procesamientos necesarios para su implantación en las Regiones CAR/SAM.

1.3 Cuestiones concernientes a las complejidades derivadas de la transición de códigos alfanuméricos a binarios dentro del entorno aeronáutico, han motivado un estudio y análisis de las implicaciones que pudieran tener estos cambios en los soportes de comunicaciones, y la garantía de confiabilidad y disponibilidad de la información meteorológica operacional en la posible afectación a la seguridad. Muchos de los aspectos que se mencionan a continuación están aún siendo objeto de discusión y análisis en otras Regiones (EANPG/47), así como varias reuniones que han incluido en sus discusiones el posible impacto del BUFR en los sistemas de comunicaciones, (ATNICG/1 del APANPIRG, SADISOPSG/11, etc.).

1.4 Para dar seguimiento a la planificación para la migración de los Mensajes OPMET codificados a BUFR en las Regiones CAR/SAM, se ha preparado la presente Nota de Estudio por el Grupo de Tarea COM/MET del Subgrupo AERMET, en la cual se consideran varios problemas respecto a la migración de códigos alfanuméricos a BUFR en el dominio de la aviación, los cuales son presentados de forma detallada en el Apéndice A.

1.5 Estos problemas incluyen una valoración de los beneficios a la comunidad de la aviación de una completa transición a BUFR, una valoración de enfoques diferentes de esta transición, y si el cronograma propuesto para la transición se considera realista. Es necesario considerar además si esta transición se justifica en el dominio de la aviación para las Regiones/Territorios CAR/SAM, y qué requisitos deben exigirse para garantizar una transición segura y eficaz, teniendo también presente los diversos escenarios regionales y a escala global en los cuales deberá efectuarse el cambio propuesto.

2. **Análisis**

2.1 **Valoración de los beneficios de la introducción del BUFR**

2.1.1 El código FM 94 BUFR (*Binary Universal Form for the Representation of meteorological data*), es una forma de código basada en tablas (TDCF: Table Driven Code Form) desarrollado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Este código puede usarse para codificar datos meteorológicos utilizando un código auto descriptivo presentado en formato binario, y está diseñado para representar, empleando un flujo binario continuo, cualquier tipo de datos meteorológicos.

2.1.2 Varios de los principales enfoques respecto a los beneficios que se derivarían de la migración de las claves alfanuméricas tradicionales al código BUFR se apoyan en las ventajas que supondría la utilización de un código autodescriptivo, que por ser una forma de código basada en tablas permitiría la adicción simple de nuevos parámetros o nuevos tipos de datos, así como la uniformidad que

deberán presentar estos datos. Se asume que el proceso de archivo de datos puede ser simplificado, en comparación con los datos basados en mensajes alfanuméricos.

2.1.3 Debido a que un código binario no puede teclearse manualmente de forma simple, esto involucra cierto grado de automatización, la cual a su vez, debe ser capaz de asegurar que no haya errores sintácticos. La naturaleza de la codificación BUFR puede hacer más simple para los sistemas automatizados extraer campos particulares de los mensajes, lo que puede ser considerado como una posible ventaja respecto a la provisión de información personalizada para propósitos e briefing, y para el enlace directo de datos meteorológicos al avión. Por otra parte, este formato de código implica la utilización de protocolos de comunicaciones orientados a bits, como el TCP/IP o X.25.

2.2 **Cuestiones técnicas y de seguridad operacional a considerar con la introducción del BUFR**

2.2.1 No obstante los beneficios que se atribuyen a la introducción del código BUFR en la aeronáutica, determinadas cuestiones derivadas de esta transición deben quedar resueltas para lograr una transición uniforme a escala global.

2.2.2 Uno de los aspectos que se han cuestionado incluyen el posible impacto que tendría el cambio del código en los sistemas de visualización de los datos, ya que la presentación de la información a los usuarios finales, como las tripulaciones de vuelo, deberá ser traducido a un formato conocido para su interpretación.

2.2.3 La utilización de código basado en tablas implica la necesidad de utilizar plantillas estandarizadas, las cuales deberán ser especificadas por la OACI, la OMM o de forma conjunta. Se infiere además, la necesidad de convertidores y decodificadores estandarizados, los cuales posiblemente no se limiten a un solo suministrador. Deberá tenerse en cuenta la responsabilidad en caso de un sistema que decodifique incorrectamente un mensaje BUFR y que este mensaje provoque una incidencia. Otra cuestión referente a los softwares de conversión es las profundas implicaciones que pueden surgir al intentar integrar códigos externos en otros sistemas complejos y sensibles, tales como los sistemas de ATC integrados.

2.2.4 El concepto de un convertidor centralizado de códigos alfanuméricos a BUFR puede ser atractivo a los Estados que no se encuentren en condiciones de invertir en costosas y complejas actualizaciones a los sistemas de observación y pronósticos meteorológicos existentes. En aquellos Estados dónde el Servicio Meteorológico Nacional realiza las observaciones y proporcionan los servicios de pronósticos aeronáuticos, pudiera considerarse como una medida eficaz actualizar los sistemas a BUFR como parte de la migración más general de la OMM. Sin embargo, éste no es el caso en todos los Estados. Por otra parte, en muchos Estados se proporcionan observaciones por otro personal, como controladores ATC, por ejemplo, el cual se encuentra capacitado como observador meteorológico, ya sea manual o con la ayuda de Sistemas Semiautomáticos de Observación Meteorológica.

2.2.5 Existe una seria preocupación acerca de los riesgos adicionales a la seguridad operacional que implicaría el uso de mensajes OPMET codificados en BUFR. Los aspectos más relevantes a tener en cuenta son los siguientes:

- a) Muchos Estados tienen diferencias a las normas y métodos recomendados en el Anexo 3 de la OACI respecto a la utilización de los códigos METAR, SPECI y TAF, lo cual no se espera que cambie en un futuro cercano. Estas diferencias pueden causar serias dificultades en el intercambio internacional de datos en el caso de la codificación y decodificación entre BUFR y códigos alfanuméricos tradicionales.

- b) Las plantillas para METAR, SPECI y TAF contienen prácticas recomendadas que los Estados pueden o no aplicar. Sin embargo, estas facilidades también pueden causar serias dificultades en el caso de la codificación y decodificación entre BUFR y códigos alfanuméricos tradicionales.
- c) Los mensajes OPMET codificados en BUFR deben adherirse a formatos rígidos de unidades de medida. Sin embargo, algunos Estados utilizan varios formatos y unidades de medida, descritas en las plantillas del Anexo 3, por lo que la integridad de la información original pudiera perderse mediante un proceso de codificación y decodificación, adicionando otro riesgo a la seguridad, sobre todo si se asume que la implementación de los cambios a las tablas BUFR y su conversión a códigos alfanuméricos tradicionales tendría que coordinarse simultáneamente en un entorno global.

2.2.6 La transición tendrá un impacto en los usuarios finales de los sistemas ISCS y SADIS los cuales tendrán que poder soportar la conversión de datos BUFR en códigos alfanuméricos para su interpretación. Los sistemas de estos usuarios finales también tendrán que ser capaces de integrar los datos proporcionados en formatos BUFR y códigos alfanuméricos. Aunque se espera que la conversión de BUFR a códigos alfanuméricos y viceversa no sea problemático, debe recordarse las dificultades encontradas en la generación de softwares capaces de producir el SIGWX en formato BUFR con un rendimiento aceptable en los sistemas de los usuarios finales del producto.

2.2.7 Otro aspecto importante a tener en cuenta lo constituye el hecho que el dominio de la aviación incluye otros datos además de los OPMET, como lo son los SIGMETs, AIRMETs, GAMETs, Avisos de Ceniza Volcánica y de Ciclón Tropical. Esto puede dar lugar a una difusión fragmentada de la información transmitida, ya que los METAR, SPECI, TAF, CODAR, AMDAR, WINTEN, ARFOR y ROFOR se difundirían en formato BUFR (o códigos alfanuméricos) mientras que otros datos como los Avisos y GAMETs sólo estarían disponibles en forma de códigos alfanuméricos.

2.3 **Cuestiones referentes a las comunicaciones.**

2.3.1 Por lo que se refiere a las comunicaciones internacionales, aparte los servicios interregionales de satélites como ISCS y SADIS, la única opción de AFS viable es la AMHS, el cual se ha considerado como un requisito fundamental para la introducción del BUFR. A pesar de que los principales soportes de comunicaciones en las Regiones/Territorios CAR/SAM, como lo son el MEVA y REDDIG son capaces de transportar datos binarios, la culminación de la migración propuesta implicaría una estandarización de los medios e infraestructura de comunicaciones no solo entre Estados y centros de conmutación, sino también dentro de los propios Estados, lo que puede implicar serios costos en cuanto a sustitución de equipamiento y soportes de comunicaciones. Con el fin de soportar el BUFR, los bancos de datos OPMET internacionales, incluidos los de Washington y Brasilia, deberán garantizar la conectividad con el AMHS.

2.4 **Cronograma de transición, coordinaciones y tareas de aseguramiento.**

2.4.1 Para la transición es sumamente difícil establecer un cronograma debido a la presencia de tantas variables asociadas con este proceso. Entre estos factores se encuentran el establecimiento de normas de presentación, especificaciones de conversión de plantillas, normas de aceptación, programas (softwares) de conversión y la determinación del ciclo de vida útil de los equipos y sistemas que deberán ser reemplazados.

2.4.2 Asumiendo que la transición hacia el BUFR se lleve a cabo, la complejidad de la tarea es tal que deberá garantizar que se mantenga inicialmente el esquema de comunicaciones existente, así como una transmisión dual de códigos alfanuméricos y BUFR. Una vez que se haya logrado un criterio cualitativo, se procedería entonces a la transmisión internacional únicamente en BUFR. También se requerirán cambios en los Bancos de Datos OPMET de Washington y Brasilia, los cuales deberán ser coordinados con los otros Bancos de Datos OPMET internacionales. El proceso de transición necesitará de una planificación, administración y supervisión por un grupo especializado de la OMM y la OACI.

2.4.3 El desarrollo y aplicación de convertidores (softwares) de códigos alfanuméricos tradicionales a BUFR y viceversa deberá cumplir con normas estrictas desarrolladas por la OMM y la OACI para asegurar un funcionamiento consistente, correcto y seguro.

3. Conclusiones

3.1 Con la transición de códigos alfanuméricos tradicionales a BUFR se han señalado importantes aspectos referidos a la seguridad operacional que no deben obviarse. Estos aspectos, derivados de una incorrecta conversión de un mensaje OPMET, pueden dar lugar a un incidente y por esta razón deben tener alta prioridad y ser solucionados eficazmente para llevar a cabo cualquier transición.

3.2 Es importante que las infraestructuras de comunicaciones nacionales puedan permitir la transmisión de mensajes codificados en BUFR sin problemas. Los Estados enfrentan la opción de pasar a utilizar directamente el BUFR actualizando los sistemas generadores de datos de los usuarios finales, o por el contrario, aislando estos sistemas del BUFR por medio del uso de convertidores, lo que implicará importantes inversiones a los Estados.

3.3 Se pudiera establecer que el BUFR ofrece la perspectiva de beneficios útiles, en particular la garantía de que los datos tengan los formatos correctos y la automatización de varios procesos, como la presentación final etc. Otros beneficios aún no están totalmente claros. Aún no hay una opinión unánime en todas las Regiones sobre si la aviación debe o no llevar a cabo la transición al BUFR. Existe también el criterio de que los beneficios de la implementación del código BUFR en la industria aeronáutica en general no son tan substanciales como se aparenta inicialmente, en particular sobre la flexibilidad de cambios del código y además, los beneficios reales son sumamente difíciles de cuantificar en ausencia de ejemplos concretos.

3.4 Aun queda por determinar la especificación de requisitos, procedimientos de aceptación y material guía. Estos también deberán elaborarse y establecerse previo a la transición operacional para asegurar que este proceso se efectúe sobre una base firme. La transición también depende significativamente de la aplicación del AMHS a nivel regional para el cual están definidos sus requisitos operacionales, y su cronograma para la aplicación es mostrado en el Apéndice A de esta Nota de Estudio.

3.5 En la propuesta de enmienda 74 al Anexo 3, la cual deberá estar vigente en noviembre del 2007, se introducen cláusulas habilitando la transición de la información de observaciones y pronósticos de códigos alfanuméricos a BUFR. Estas recomendaciones propuestas implicarán que debería comenzarse los trabajos para que las normas y especificaciones detalladas en la aeronáutica estén listas para la Enmienda 75. No obstante, las muchas otras variables involucradas podrían significar demoras adicionales al proceso, por lo que el período declarado para culminar la transición (año 2015), puede ser insuficiente.

3.6 En consecuencia a lo anteriormente expresado, se invita al Subgrupo a aprobar el siguiente Proyecto de Conclusión:

**PROYECTO DE
CONCLUSIÓN 8/XX**

REVISIÓN DE LA TRANSICIÓN A BUFR

Que la OACI:

- a) considere una revisión de la decisión de la transición de los códigos alfanuméricos tradicionales a mensajes OPMET codificados en BUFR, y las posibilidades de reducir el impacto negativo en la comunidad aeronáutica;
- b) presente a las correspondientes comisiones de la OMM la atención al asunto de la codificación en BUFR, en particular los aspectos relacionados con la seguridad a la aviación; y
- c) asegure, a través de una coordinación estrecha con la Secretaría de la OMM, que las decisiones futuras de esta institución continúen tomando plena consideración de todos los aspectos relevantes a la aviación.

4. **Acción propuesta**

Se invita al Subgrupo a:

- a) tener en cuenta la información presentada en esta Nota de Estudio, así como en el Apéndice A; y
- b) con base a las deliberaciones de la reunión, apruebe el Proyecto de Conclusión presentado anteriormente.

APÉNDICE A

ANÁLISIS SOBRE LA MIGRACIÓN DE CÓDIGOS ALFANUMÉRICOS A BUFR EN EL DOMINIO DE LA AVIACIÓN

1 Exposición general del BUFR¹

1.1 La clave determinada por tablas **BUFR** (Forma binaria universal de representación de datos meteorológicos) ofrece, frente a las claves alfanuméricas tradicionales, dos grandes ventajas: son flexibles y ampliables. Estas características son posibles porque es autodescriptiva. El término “autodescriptivo” significa que la forma y el contenido de los datos incluidos en un mensaje BUFR están descritos en el propio mensaje. Además, BUFR ofrece la posibilidad de condensación o empaquetado.

1.2 BUFR fue aprobada por primera vez para usos prácticos en 1988. Desde entonces, ha sido utilizada para observaciones obtenidas por satélites, aeronaves y perfiladores de viento, y para observaciones de ciclones tropicales. BUFR debería ser en todos los casos la clave preferida para el intercambio internacional de datos de observaciones.

1.3 En principio, BUFR y CREX son las únicas claves que necesita la OMM para la representación e intercambio de datos de observaciones.

2 Beneficios de BUFR

2.1 Se han identificado varios posibles beneficios asociados con la introducción de BUFR los cuales se indican en los párrafos siguientes.

2.1.1 *Código autodescriptivo.* BUFR es una Forma de código basada en tablas (TDCF) y en un TDCF la presencia de un dato descrita en el propio mensaje es un rasgo de auto- descripción. Deberá existir una sección al principio del mensaje que define qué datos se transmiten en este mensaje. Esa sección contendrá de hecho los indicadores hacia los elementos en tablas predefinidas e internacionalmente aceptadas (contenidas oficialmente en el Manual de Códigos OMM). Una vez esta sección (Sección de Descripción de Datos) es leída, la parte siguiente del mensaje que contiene los datos (Sección de Datos) puede entenderse. Las características de los parámetros a ser transmitidos deben estar ya definidas en las tablas del Manual de OMM.

2.1.2 *Adición simple de nuevos parámetros.* Cuando hay un requisito para la transmisión de nuevos parámetros o nuevos tipos de datos, simplemente se agregan estos nuevos elementos a las Tablas BUFR OMM (de acuerdo con la OMM). Un código definidos por tablas, por lo tanto, pueden transmitir una gran variedad de datos de una manera flexible. Según la OMM, no será necesario definir nuevos códigos como a tal, así como no será necesario tampoco escribir nuevos softwares; únicamente sería necesaria la expansión de las tablas. El código BUFR puede extenderse para satisfacer todos los requisitos observacionales sin desviarse de las recomendaciones de OMM, incluso para responder necesidades nacionales de intercambio de datos domésticos específicos.

2.1.3 *Uniformidad de datos.* La adopción del BUFR puede implicar que los mensajes deben ser más uniformes. En la actualidad hay varias unidades de medida diferentes usadas en METARs y TAFs para los mismos parámetros. Por ejemplo, en la definición de OMM, la visibilidad se expresa en metros; sin embargo, en los Estados Unidos, Canadá y México la visibilidad es expresada a menudo en millas estatutas o terrestres. La adopción de una sola norma utilizando el BUFR sería un paso significativo.

¹ Tomado de “Guía de las claves de la OMM determinadas por tablas”

2.1.4 *Problemas de automatización.* Como el BUFR se expresa en forma de código binario, simplemente el mismo no puede teclearse manualmente, y por consiguiente debe establecerse cierto grado de automatización. Esta automatización debe ser capaz de asegurar que no hay errores sintácticos. Incluso puede ser posible la verificación de la calidad de datos de entrada de forma automatizada. Esto debe reducir significativamente el número de mensajes incorrectamente redactados.

2.1.5 *Comunicaciones.* El formato binario del código BUFR requiere que la comunicación usada para la diseminación de los datos debe ser un protocolo orientado a bits, como el TCP/IP o X.25. Estos protocolos, a través del uso de verificación mediante redundancias cíclicas, reducen significativamente la posibilidad de corrupción no detectada de los datos durante la transmisión. Aunque se usan ampliamente estos protocolos para códigos alfanuméricos tradicionales, ellos todavía pueden transmitirse mediante circuitos asíncronos que son mucho menos seguros en lo que se refiere a corrupción no detectada de mensajes.

2.1.6 *Archivo.* Debido a su código auto descriptivo, el análisis histórico de datos basados en BUFR sería más simple que los basados en códigos alfanuméricos. Los parámetros usados en códigos alfanuméricos del mensaje serán descritos dentro del mensaje, por lo que no hay necesidad de adaptar el análisis a los cambios de código que pueden haber tenido lugar dentro del período examinado.

2.1.7 *Interpretación personalizada de Datos Meteorológicos.* La naturaleza sistemática de la codificación BUFR comparada a la codificación códigos alfanuméricos puede hacer más simple para los sistemas automatizados extraer campos particulares de los mensajes. Esto puede ser considerado como una posible ventaja respecto a la provisión de información personalizada para propósitos e briefing, y para el enlace directo de datos meteorológicos al avión.

3. Valoración de problemas derivados de la implantación del BUFR

3.1 *Presentación a Usuarios finales.* El BUFR al ser un código binario no es propio para la interpretación de información a los usuarios finales y debe ser traducido a un formato el cual puedan interpretar los usuarios finales de la información, tales como las tripulaciones de vuelo. Se asume que en esencia se mantengan los formatos existentes de los actuales códigos alfanuméricos para las observaciones y pronósticos, o sea, el FM15 (METAR), FM16 (SPECI) y FM51 (TAF). Esta asunción se basa en la seria dificultad que implicaría readiestrar a toda la comunidad aeronáutica en una nueva interpretación estandarizada. Por otra parte, mantiene la ventaja de conservar la compatibilidad con los sistemas actuales que utilicen observaciones y pronósticos. Se pudiera asumir también que en un futuro la OMM discontinúe el uso de todos los códigos alfanuméricos y que la OACI tome la responsabilidad de mantener normas para el uso de estos códigos. La necesidad de utilizar estos formatos de interpretación niega sin embargo, el aparente beneficio anteriormente descrito en la sección 2.1.1, ya que cualquier cambio posterior de los códigos requerirá de modificaciones a los softwares responsables de traducir de BUFR a códigos alfanuméricos estándar y su subsiguiente visualización.

3.2 *Impacto del Cambio del Código en los sistemas de Visualización.* Esto ya se ha demostrado en la aplicación de datos BUFR para el SIGWX en el ISCS y SADIS. Los problemas iniciales para obtener una visualización consistente del código por varios proveedores diferentes del software fueron debidos principalmente a la naturaleza gráfica de los productos SIGWX, por lo que no debiera ser un problema con las observaciones y pronósticos. Otra limitante del código BUFR puede ser el hecho de que si cambia la sucesión de codificación, se haga necesario un cambio al software de visualización del usuario final. Esto puede convertirse en un riesgo para los usuarios que no estén en condiciones de actualizar el software, ya que al no estar actualizados con los cambios a las normas del BUFR, pudiera tener implicaciones potenciales a la seguridad del vuelo.

3.3 Abundando en la complejidad del problema, para asegurar la consistencia de la implementación del BUFR, será necesario especificar un mapeo detallado entre las plantillas de BUFR y la interpretación mediante los estándares de los códigos alfanuméricos. Se asume que esta especificación debe ser escrita y mantenida por la OACI, la OMM o de forma conjunta. Esta especificación necesitará además de cubrir la conversión del código, la asignación de encabezados de los boletines, así como la trazabilidad de los mensajes cuando estos son convertidos al formato BUFR.

3.4 Como es probable que el desarrollo de decodificadores BUFR a códigos alfanuméricos y viceversa no se limite a un solo suministrador, sino que surjan otros softwares desarrollados específicamente para la esta aplicación, pueden existir problemas con algunos decodificadores que no sean capaces de descifrar códigos BUFR elaborados en otros codificadores. Para asegurar que la información meteorológica sea codificada y descifrada correctamente, todo traductor debe estar sujeto a una prueba o test de aceptación que demuestre que se adhiere las especificaciones que se hace referencia en el párrafo anterior. Deben tomarse además decisiones referentes a la utilización de unidades no estandarizadas en el proceso de la conversión, por ejemplo, la expresión de visibilidad en las observaciones en millas estatutas. El desarrollo de un test de aceptación requerirá de determinados recursos, así como la realización de las pruebas y la aceptación de los traductores evaluados.

3.5 *Responsabilidad y seguridad del software de codificación/decodificación.* La sola probabilidad de que un sistema decodifique incorrectamente un mensaje BUFR y que este mensaje provoque una incidencia, implica que este aspecto deba ser analizado cuidadosamente. Si el software cuenta con resultados conformes de un test de aceptación, se requiere establecer las responsabilidades para la elaboración de dicho test y para la validación del software. Por otra parte, las regulaciones de seguridad varían de Estado a Estado por lo que deberá tenerse en cuenta este aspecto, y que las normas de seguridad de software sean consideradas como parte de la implementación del BUFR.

3.6 *Fragmentación.* El Plan de Transición de la OMM establece que para el dominio de la aviación los tipos de datos afectados serán METAR, SPECI, TAF, CODAR, AMDAR, WINTEN, ARFOR y ROFOR. La OMM solo ha tenido en cuenta aquellos mensajes elaborados en formas de códigos y que se encuentran en el Manual de Claves OMM, por lo que varios mensajes meteorológicos de importancia operacional no aparecen incluidos en el programa de la transición. Entre estos mensajes se encuentran los SIGMETs, AIRMETs, GAMETs, y los Avisos de Ceniza Volcánica y de Ciclón Tropical. Esta situación puede dar lugar a confusión respecto al alcance preciso de la transición propuesta. De acuerdo a lo anterior, existe la posibilidad de que se fragmenten los mensajes según su tipo, o sea, que algunos datos estarán disponibles en formato BUFR o códigos alfanuméricos mientras que otros datos como todos los tipos de Avisos y los pronósticos GAMETs únicamente estarán disponibles en forma de códigos alfanuméricos.

3.7 *Infraestructura de comunicaciones:* Aparte los servicios interregionales de satélites como ISCS y SADIS, la única opción de AFS viable es la AMHS, el cual se ha considerado como un requisito fundamental para la introducción del BUFR. En Regiones como EUR, se considera la introducción del AMHS como un objetivo aún lejano debido a la complejidad y la gran variedad de sistemas de comunicaciones existentes, por lo que la implantación global deberá tener aún más dificultades. No obstante, los principales soportes de comunicaciones en las Regiones/Territorios CAR/SAM, como lo son el MEVA y REDDIG son capaces de transportar datos binarios. A pesar de esto, la culminación de la migración propuesta implicaría una estandarización de los medios e infraestructura de comunicaciones no solo entre Estados y los gateways de comunicaciones, sino dentro de los propios Estados, lo que puede implicar serios costos en cuanto a sustitución de equipamiento y soportes de comunicaciones. Con el fin de soportar el BUFR, los bancos de datos OPMET internacionales, incluidos los de Washington y Brasilia, deberán garantizar la conectividad con el AMHS, de ser este implementado a escala global.

4. Valoración de la transición

4.1 Convertidores

4.1.1 Para que la transición sea llevada a cabo es esencial que existan programas de conversión disponibles que conviertan BUFR a códigos alfanuméricos y viceversa. Un requerimiento importante sería que la OACI investigara los requisitos para un convertidor para el uso por los usuarios de la aviación, fundamentalmente teniendo en mente a los Estados con dificultades con el presupuesto. Este software podría ser encargado a ser desarrollado para disponibilidad de los usuarios de la aviación y ser mantenido y verificado por OACI y OMM.

4.1.2 Un aspecto importante a tener en consideración es la incorporación de softwares de conversión en sistemas de ATC integrados, lo cual es muy complejo y probablemente costoso, debido a las profundas implicaciones que pueda tener el intento de integrar códigos externos en otros sistemas complejos y sensibles.

4.1.3 Es esencial que las especificaciones para la conversión de BUFR a códigos alfanuméricos asegure que el proceso de conversión no sea afectado de ninguna forma por la inclusión de información suplementaria que un Estado pudiera incluir en los datos de BUFR. Existe el riesgo que si esto no se asegura, los datos puedan ser indescifrables por una proporción significativa de usuarios si la información suplementaria rompe el proceso de conversión. De alguna manera, la OACI y OMM deben como mínimo:

- especificar las plantillas estándar mínimas del BUFR para varios tipos de datos;
- definir un proceso donde el cambio de las plantillas sea probado para asegurar primero que estos no rompan o interrumpan el proceso de conversión antes de ser implementado operacionalmente.

4.1.4 Asumiendo que no sea posible asegurar que todos los Estados se adhieran a unidades de medidas uniformes para las observaciones y los pronósticos (vea 2.1.3) entonces las especificaciones técnicas del convertidor códigos alfanuméricos a BUFR y BUFR a códigos alfanuméricos, deberán tener en cuenta como manejar situaciones donde la unidad utilizada para los datos originales es presentada en una unidad diferente en la salida de datos en la conversión de BUFR a códigos alfanuméricos. Ejemplo de lo anterior lo es la expresión de visibilidad horizontal en metros o millas estatutas. Debe tenerse especial cuidado en asegurar que cualquier error de redondeo involucrado no tenga un impacto sensible en los mínimos operacionales.

4.2 Aspectos nacionales

4.2.1 Puede considerarse que la mayoría de los Estados continuarán emitiendo sólo datos en códigos alfanuméricos desde sus fuentes originales por un período significativo de tiempo. No obstante, se sabe que en función del desarrollo de la introducción del CNS a ATM, muchos estados tienen significativos avances, fundamentalmente en los sistemas de comunicaciones nacionales capaces de soportar el intercambio de datos binarios, y algunos están planeando llevar a cabo tales sistemas en los próximos años.

4.2.2 Es posible para un Estado emitir datos BUFR propiamente estandarizados aun cuando su infraestructura nacional de comunicaciones sea impropia para transmitir datos binarios, o en el caso de que desee mantener la edición de códigos alfanuméricos en las fuentes originales de los datos. Esto podría llevarse a cabo implementando un convertidor de códigos alfanuméricos a BUFR entre la infraestructura de comunicaciones nacional y el interfaz internacional del AMHS. Hay al menos dos problemas importantes que necesitan ser considerados en este contexto:

- La interfaz del Convertidor códigos alfanuméricos a BUFR con el futuro sistema AMHS debe soportar mensajes binarios y operar correctamente. Este es un aspecto de la interfase para el AMHS y códigos alfanuméricos a BUFR que deberá ser incluido en las especificaciones de códigos alfanuméricos a BUFR.

- El mensaje que no pueda convertirse de código alfanumérico a BUFR debido a un error sintáctico en el mensaje original, debe ser devuelto inmediatamente al originador del mensaje para que el mismo puedan ser corregido. Esto puede hacerse automáticamente o de forma manual pero debe quedar claro a los originadores de mensajes que los errores sintácticos impedirán la transmisión de datos, por lo que las correcciones deben llevarse a cabo con la prioridad apropiada.

4.2.3 Durante la transición, un Estado podría estar recibiendo datos en códigos alfanuméricos (asumiendo que para el período de la transición, los datos estarán disponibles tanto en formatos de códigos alfanuméricos y BUFR), o implementando un convertidor de BUFR a códigos alfanuméricos para los datos BUFR entrantes. Se espera que la conversión de BUFR a códigos alfanuméricos sea menos problemático ya que el procesamiento automático requerido para la generación de datos BUFR debe garantizar la producción de datos sintácticamente correctos que no deben causar problemas en la conversión. Esto dependerá de una especificación lo suficientemente detallada del mapeo entre BUFR y los códigos alfanuméricos.

4.2.4 Otro problema que debe considerarse nacionalmente es la concordancia de las observaciones y pronósticos meteorológicos militares en códigos existentes con los nuevos códigos de BUFR. Pudieran darse los casos en que sean necesarios los datos de información meteorológicas para algún aeródromo militar como aeródromos de emergencia. Los mensajes militares no siempre son emitidos en formatos de códigos alfanuméricos, por ejemplo el uso de códigos de colores. Es por tanto importante tener en cuenta estos problemas al especificar códigos alfanuméricos a la conversión de BUFR. También es esencial que si el ejército debe emigrar sus códigos a BUFR, que sean utilizadas las plantillas compatibles con aquéllas especificadas por la OMM y la OACI, ya que los datos pueden ser inutilizables.

4.2.5 Debe notarse que el enfoque de un convertidor “centralizado” elaborado por la OMM y la OACI restringe las posibilidades de agregar datos nacionales suplementarios en el formato BUFR de la misma manera que no pueden agregarse esos datos en los formatos de códigos alfanuméricos. Por otra parte, los enfoques nacionales a la transición pueden ser influenciados también sobre todo por las regulaciones estatales respecto al alcance de su aplicación en las normas de seguridad relacionadas con los sistemas de los datos meteorológicos.

4.3 Aspectos regionales

4.3.1 En vista de la diversidad de planificaciones para la difusión de datos y de sistemas de comunicaciones en los Estados, sería conveniente poder documentar y supervisar el grado de implementación en todos los Estados de las Regiones CAR/SAM para que pueda planificarse un proceso de transición viable. Es posible que este proceso sea técnicamente exigente, difícil de realizar y lleve tiempo.

4.3.2 La transición al producirse, deberá ser un proceso evolutivo y probablemente en un inicio sólo una relativamente pequeña cantidad de datos estarán disponible en forma de código BUFR. Sería aconsejable en esa etapa darle seguimiento a la disponibilidad progresiva de datos en código BUFR y ser documentada por un grupo de tarea regional de forma que exista una relación clara en todo momento de qué datos están disponible en formato BUFR y en qué boletines se difunden.

4.3.3 Se asume que comenzar la transición todos los Estados podrán emitir internacionalmente los datos en formato de códigos alfanuméricos y BUFR al menos desde el inicio. Esta transmisión dual requerirá de ancho de banda adicional en las infraestructuras de comunicaciones, pero es la única forma de garantizar un escenario más flexible en lo que se refiere a la disponibilidad de los datos a los Estados que se encuentren en fases diferentes del progreso con respecto a la transición. Para establecer un punto donde la transición se considere completa, o sea, un escenario en el cual sólo se difundan los datos en BUFR, deben garantizarse que se reúnan las condiciones siguientes:

- Se ha establecido un alto nivel de confianza en la conversión de BUFR a códigos alfanuméricos por medio de especificaciones claras, procedimientos de comprobación y resultados de pruebas realizadas.
- Se han hecho arreglos formales para el suministro de datos en códigos alfanuméricos a Estados que no se encuentren en condiciones de implementar la conversión de datos en BUFR.
- Se han revisado los enrutamientos de mensajes para asegurar que los códigos alfanuméricos emitidos por convertidores de BUFR a códigos alfanuméricos externos no sean enrutados al Estado originador.

4.3.4 Los bancos de datos actualmente disponibles en las Regiones CAR/SAM son los de Washington y Brasilia. Un problema importante en el contexto del suministro regional de datos será la aplicación de convertidores en estos bancos de datos, los cuales deberán garantizar también la conectividad con el AMHS. Para apoyar la introducción del BUFR deben definirse formas específicas de interrogación para el código BUFR además de mantener sin cambios la forma de interrogación para los códigos alfanuméricos. Esto implica además que deberán elaborarse procedimientos para solicitud de datos en BUFR, archivo de estos datos y para la sobre escritura de datos previamente almacenados en BUFR.

4.3.5 El hecho que el SIGWX BUFR ya se transmite mediante el Servicio de ISCS y SADIS indica que por lo menos, en lo que se refiere a las comunicaciones, el ISCS y el SADIS no deberán tener un impacto significativo por la transición al BUFR. Los datos de observaciones y pronósticos en el formato BUFR podrían transmitirse conjuntamente con los datos de SIGWX BUFR existentes, o utilizar otro socket PVC exclusivamente para los datos de observaciones y pronósticos en el formato BUFR. Aunque la infraestructura de comunicaciones no debe afectarse significativamente por esta transición, se necesitará atender los siguientes problemas:

- La transición tendrá un impacto en los usuarios finales de los sistemas ISCS y SADIS los cuales tendrán que poder soportar la conversión de datos BUFR en códigos alfanuméricos para su interpretación. Los sistemas del usuario final también tendrán que ser capaces de integrar los datos proporcionados en formatos BUFR y códigos alfanuméricos. Es poco probable que esté disponible una cobertura global en BUFR por algún tiempo durante la transición.
- La transición también afectará el funcionamiento de los gateways del ISCS y SADIS. El gateway debe continuar direccionando los datos al enlace ascendente del satélite, sin embargo, la responsabilidad de validación y supervisión pudieran complicarse por la necesidad de descifrar los mensajes BUFR para extraer la información requerida.

4.3.6 Según progrese la transición, deberá evaluarse la viabilidad de la implementación de convertidores regionales de BUFR a códigos alfanuméricos. La aplicación de estos convertidores regionales permitiría a regiones en las cuales todos los datos meteorológicos comunicados internacionalmente en formato BUFR puedan cesar las transiciones interregionales de códigos alfanuméricos.

4.3.7 Asumiendo que el criterio para considerar completa la transición es que todo el intercambio de datos sea efectuado exclusivamente en BUFR, se puede inferir que un enlace interregional ha completado la transición cuando el intercambio de datos entre las dos Regiones sea en formato BUFR, independiente de la forma de intercambio de datos dentro de cada región.

5. Variables asociadas a la transición

5.1 Cronograma para la transición

5.1.1 No es factible establecer en esta fase un cronograma objetivo para realizar la transición debido a la presencia de tantas variables asociadas con este proceso. Algunos de los factores que podrían incidir materialmente en este cronograma se muestran a continuación:

- a) *Normas de presentación.* Ya se ha sugerido anteriormente que para la transición es necesario proporcionar especificaciones de las normas de presentación. Como se espera que estas sean basadas en los códigos METAR y TAF existentes, se asume que los mismos se definen con cierto detalle en el Anexo 3.
- b) *Especificaciones de conversión.* La elaboración de las especificaciones de la conversión será una tarea significativa y compleja. Es necesario que las plantillas de BUFR para las observaciones y pronósticos se completen antes de comenzar el proceso de conversión. Las especificaciones deben incluir la definición detallada de conversión de datos entre códigos alfanuméricos y BUFR. Deberán tener en cuenta además, las unidades de conversión y el uso de códigos alfanuméricos no estandarizados, tal como se utilizan en algunos Estados y los militares. Las especificaciones también pueden incluir reglas en la asignación de encabezados de los boletines, incluyendo la modificación del grupo CCCC y posiblemente el chequeo de calidad de los datos. Si estas especificaciones serán publicadas como parte del Anexo 3, el tiempo para desarrollarlos se limita en la actualidad para ser incluido en la Enmienda 75 del Anexo 3. Una publicación separada del Anexo 3 pudiera ser una solución flexible aunque aún deberá hacer referencia a este Anexo.
- c) *Normas de aceptación.* Así como las especificaciones para la conversión, deberán desarrollarse normas de aceptación para asegurar que los convertidores se consideren listos para operar. Esto también representaría una cantidad significativa de trabajo que de no estar listo para la Enmienda 75 del Anexo 3, puede causar retrasos en la transición.
- d) *Programas de conversión.* Se asume que los programas de conversión códigos alfanuméricos a BUFR y BUFR a códigos alfanuméricos no podrán utilizarse operacionalmente hasta que no se hayan desarrollado totalmente las especificaciones y normas de aceptación, lo que puede representar otro retraso. Las regulaciones de seguridad también pueden extender el tiempo de la elaboración de sistemas de conversión.
- e) *Disponibilidad de AMHS.* Para proporcionar operacionalmente, los datos BUFR, el AMHS debe implementarse con el perfil apropiado y es probable que algunas Regiones tengan una transición mucho más lenta a AMHS. Dentro del propio desarrollo de los sistemas CNS/ATM, las Regiones CAR/SAM ya están dando los pasos necesarios dentro de su cronograma de implementación del ATN en su primera fase (2005-2011), en la cual se completaría la actualización de las redes digitales, su interconexión y interoperabilidad; y efectuar el despliegue de los encaminadores ATN para implementar las aplicaciones de intercambio de datos tierra-tierra (AMHS y AIDC) y aire-tierra mediante la aplicación de los SARPS y PANS de la OACI y orientaciones del GREPECAS.
- f) *Ciclo de vida del equipamiento.* Los equipos necesitarán ser reemplazados al final de su vida útil y como el período de la transición para BUFR es relativamente largo es probable que varios sistemas requieran reemplazo durante este período. En cuanto se definan las normas y los conceptos operacionales para la implementación del BUFR, se espera que los productos compatibles con BUFR aparezcan en el mercado o puedan desarrollarse nacionalmente. Hasta que esta definición no haya sido completada, existirá el riesgo de que los productos que se desarrollen no sean recomendables para las operaciones. Es por lo tanto de suma importancia que toda la información detallada anteriormente sea completada lo más pronto posible, de lo contrario, se perderá la oportunidad de reemplazar en los próximos años los sistemas obsoletos por aquellos compatibles con el formato BUFR y como consecuencia, se extenderá el período de transición.

6. Aspectos principales a valorar

6.1 Las cuestiones para las cuales deben valorarse cuidadosamente para efectuar la transición de códigos alfanuméricos a BUFR son las siguientes:

- Impacto del BUFR en la información suministrada por los sensores de los equipamientos involucrados en la producción de los METAR.
- Impacto del BUFR en la redacción y emisión de TAF.
- Impacto del BUFR en las comunicaciones nacionales internas.
- Impacto del BUFR en las comunicaciones internacionales por AFS. Esta valoración deberá incluir el AMHS y el ISCS /SADIS.
- Impacto del BUFR en los sistemas de información de aerolíneas y otros sistemas de briefing.
- Impacto del BUFR en los sistemas de información del ATC.
- Impacto del BUFR en los Bancos de Datos OPMET.

Una valoración separada deberá realizarse de la efectividad de BUFR en la reducción de costos asociada con los cambios del código. Esto se basa en el número de problemas que surgen durante el examen de las otras valoraciones de impacto de la introducción del BUFR. Aunque no se proporcionan datos detallados referidos a costos, trabajos realizados en la región EUR asociado con la transición se han identificado positivos y negativos en lo que se refiere al costo.

6.2 Valoraciones de Beneficios de una transición completa.

- El costo de modificar o reemplazar el equipo existente para soporte del BUFR.
- El tiempo de vida útil esperado del equipamiento actualmente en operación y la programación de su reemplazo.
- Los costos de inversiones para el cambio del ciclo de vida de los equipamientos como resultado del BUFR, por ejemplo, mantenimiento, cambios de administración y capacitación.
- Implicaciones en la seguridad por el uso de BUFR.

Estas valoraciones deben ser basadas en equipos y debieran ser realizadas en varios Estados. Donde sea posible, debe considerarse la situación en otras Regiones diferentes a la CAR/SAM.