

Guía de las claves de la OMM determinadas por tablas:

FM 94 BUFR

y

FM 95 CREX

Nivel 1: Aspectos básicos de BUFR y CREX

y

**Nivel 2: Configuración, funcionalidad y
aplicación de BUFR y CREX**

Ginebra, 1º de enero de 2002

Prefacio

La presente guía ha sido preparada para ayudar a los expertos que deseen utilizar las claves BUFR y CREX de representación de datos determinadas por tablas.

La guía está estructurada en tres niveles para adaptarse a los usuarios que requieren diferentes niveles de comprensión.

El Nivel 1 es una descripción general destinada a cuantos necesiten familiarizarse con las claves determinadas por tablas sin entrar en muchos detalles. El Nivel 2 está dedicado a la funcionalidad y aplicación de BUFR y de CREX, y está pensado para quienes vayan a utilizar programas informáticos que codifiquen y/o decodifiquen BUFR o CREX, pero no a escribir esos programas.

El Nivel 3 está pensado para quienes vayan a escribir programas de codificación y/o decodificación de BUFR o CREX, aunque será igualmente útil para aquellos que deseen estudiar a fondo las claves determinadas por tablas.

La OMM desea agradecer la contribución de los expertos que han ayudado a desarrollar este material orientativo. La Guía ha sido preparada por el Dr. Clifford H. Dey, del Centro Nacional de Predicción Medioambiental de los Estados Unidos. Se han recibido también contribuciones, en particular, de Charles Sanders - Australia, Eva Cervena – República Checa, Chris Long – Reino Unido, Jeff Ator – Estados Unidos, y Milan Dragosavac, CEPMMMP.

Índice

	Página
Nivel 1: Aspectos básicos de BUFR y CREX	L1- 2
1.1 Exposición general.....	L1- 2
1.2 Descripción general	L1- 2
1.2.1 Autodefinition	L1- 2
1.2.2 Estructuras de clave	L1- 4
1.2.3 Tablas BUFR y CREX	L1- 5
1.2.4 Elementos comunes a BUFR y CREX.....	L1- 8
1.2.5 Diferencias	L1- 11
1.2.6 Ejemplos para el caso CREX.....	L1- 12
1.3 Procedimientos de actualización.....	L1- 16
1.3.1 Procedimientos generales.....	L1- 17
1.3.2 Actualización de las estructuras.....	L1- 17
1.3.3 Actualización de las Tablas.....	L1- 17
1.3.4 Validación de las actualizaciones.....	L1- 18
1.4 Directrices para la transición	L1- 18
1.4.1 Formación	L1- 18
1.4.2 Cuestiones técnicas.....	L1- 19
1.4.3 Cifrado e interpretación	L1- 19
Nivel 2: Configuración, funcionalidad y aplicación de BUFR y CREX.....	L2- 21
Nivel 3: Descripción detallada de las claves	

(Véase el Volumen del Nivel 3 para los programadores de programas informáticos de codificación/decodificación)

Nivel 1: Aspectos básicos de BUFR y CREX

1.1 Exposición general

Las claves determinadas por tablas **BUFR** (Forma binaria universal de representación de datos meteorológicos) y **CREX** (Clave de caracteres para la representación y el intercambio de datos) ofrecen, frente a las claves alfanuméricas tradicionales, dos grandes ventajas: son flexibles y ampliables. Estas características son posibles porque BUFR y CREX son autodestructivas. El término “autodescriptivo” significa que la forma y el contenido de los datos incluidos en un mensaje BUFR o CREX están descritos en el propio mensaje. Además, BUFR ofrece la posibilidad de condensación, o empaquetado, en tanto que la clave alfanumérica CREX puede ser leída por una persona.

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. En 1994, CREX fue aprobada como clave experimental por la Comisión de Sistemas Básicos de la OMM (CSB-Ext.94). En 1988, la CSB (CSB-Ext.98) recomendó que se aprobase CREX como clave operativa de representación de datos a partir del 3 de mayo de 2000. En 1999, esa recomendación fue respaldada por el Consejo Ejecutivo de la OMM (EC-LI (1999)). CREX se utiliza ya en diversos centros para el intercambio de datos de ozono, radiológicos, hidrológicos, mareográficos, de ciclones tropicales y de temperatura del suelo. BUFR debería ser en todos los casos la clave preferida para el intercambio internacional de datos de observaciones. CREX debería utilizarse cuando no sea posible utilizar BUFR. BUFR y CREX son las únicas claves que necesita la OMM para la representación e intercambio de datos de observaciones, y están recomendadas para todas las aplicaciones presentes y futuras de la OMM.

La presente Guía de claves determinadas por tablas está estructurada en tres niveles para adecuarse a los usuarios que requieran niveles de comprensión diferentes. El Nivel 1 es una descripción general destinada a cuantos necesiten familiarizarse con las claves determinadas por tablas sin entrar en muchos detalles. El Nivel 2 está dedicado a la funcionalidad y aplicación de BUFR y de CREX, y está pensado para quienes vayan a utilizar programas informáticos que codifiquen y/o decodifiquen BUFR o CREX, pero no a escribir esos programas. El Nivel 3 está pensado para quienes vayan a escribir programas de codificación y/o decodificación de BUFR o CREX, aunque será igualmente útil para aquellos que deseen estudiar a fondo las claves determinadas por tablas.

1.2 Descripción general

1.2.1 Autodefinition

¿Cómo podemos averiguar el significado de la cadena de caracteres siguiente en clave alfanumérica?

32325 11027 ?

En primer lugar, necesitamos conocer la estructura de la clave en que ha sido escrita esa cadena de caracteres. Si suponemos que proviene de un boletín de informes de observaciones sinópticas, la clave será la denominada FM 12 SYNOP. En segundo lugar, necesitamos conocer la posición que ocupan en la clave los dos grupos precedentes (el segundo y tercer grupos obligatorios de la Sección 1). En tercer lugar, hemos de consultar

en el Manual de Claves de la OMM, Vol I.1 (Claves internacionales), Parte A (Claves alfanuméricas), la descripción de esos dos grupos en la clave SYNOP (a menos que conozcamos de memoria la estructura de la clave SYNOP). Seguidamente, observamos que los dos grupos presentan la forma simbólica siguiente:

Nddff 1s_nTTT ,

donde N = cubierta total de nubes, dd = dirección del viento, ff = velocidad del viento, 1 es un indicador de grupo, y TTT = temperatura del aire, donde el signo de TTT viene dado por s_n. Sin embargo, sólo después de haber examinado más a fondo el libro de claves para averiguar el significado íntegro y las convenciones de cifrado de esa forma simbólica podremos determinar que el cielo está cubierto de nubes en 3/8 partes, que la dirección del viento es 230 grados y su velocidad 25 nudos, y que la temperatura del aire es - 2'7°C. Así, la posición que ocupa en el informe y la convención de cifrado (en este ejemplo, la forma simbólica Nddff 1s_nTTT) que se asigna a esa posición definen los datos contenidos en las claves alfanuméricas tradicionales. Además, si hubiera que insertar un nuevo grupo de información delante del segundo y tercer grupos obligatorios de la Sección 1, las posiciones de esos dos grupos cambiarían. Una modificación de ese tipo obligaría a actualizar en consonancia todos los programas informáticos que codifican (cifran) o decodifican (descifran) esos informes, para evitar que los programas arrojen valores incorrectos o fallen completamente. Ello se debe a que las convenciones de cifrado utilizadas para describir los datos están incorporadas en los programas, y no se incluyen junto con los datos. Es esa circunstancia lo que impide a las claves alfanuméricas tradicionales dar cabida a nuevos tipos de datos.

En las claves determinadas por tablas existen también reglas sobre la posición, pero se refieren solamente al aspecto del "continente" (es decir, a la estructura de la clave) y no a su "contenido". La presencia y la forma de los datos están descritos en el propio "continente". En eso consiste el concepto de autodescripción. Para hacerlo posible, existe en los mensajes BUFR y CREX una sección (la sección de descripción de datos) en la que se definen el tipo y la forma de los datos que figuran en el mensaje. El ejemplo siguiente es un mensaje que se describe a sí mismo:

Descripción de datos:

Posición:	Número de referencia del elemento	Nombre del parámetro	Unidad	Anchura de datos (en caracteres)
1	B 01 001	Número de bloque	Numérico	2
2	B 01 002	Número de estación	Numérico	3
3	B 04 004	Hora	Hora	2
4	B 12 001	Temperatura	Décimas de °C	3
5	B 11 002	Velocidad del viento	m/s	3
6	B 11 003	Dirección del viento	Grados	3

Datos:

07 444 06 154 003 230

En este ejemplo, la estación es 07444, la hora es 06, la temperatura es 15'4°C, la velocidad del viento es 3 m/s, y su dirección es 230 grados. La primera sección del mensaje contiene la descripción de los datos, que es muy extensa en comparación con los valores de los datos. Para que este sistema sea más eficaz, se definen unas normas (unidad, anchura de datos, escala, etc.) con respecto a diversos parámetros físicos para codificar los valores, y se incorporan en las tablas de cifrado de la OMM. Así, en lugar de escribir todas las definiciones detalladas en el propio mensaje, bastará con escribir un número (denominado en el ejemplo "número de elemento de referencia") que identifique el parámetro con sus descripciones. En este caso, el mensaje sería:

Descripción de datos: 001002 004004 012001 011002 011003
Datos: 07444 06 154 003 230

En las claves de la OMM determinadas por tablas, la sección de descripción de datos contiene una secuencia de descriptores de datos semejante a un conjunto de “punteros” que remiten a elementos incluidos en unas tablas predefinidas e internacionalmente acordadas (que figuran en el Manual de Claves oficial). Esos descriptores son, por definición, números de referencia de seis dígitos (o seis caracteres en CREX), y están definidos en las tablas de cifrado que se explican más adelante, en la sección 1.2.3. Una vez leída la sección de descripción de datos será posible entender la sección siguiente, que contiene los datos propiamente dichos (la sección de datos). En efecto, las características de los parámetros que se desea transmitir deberán estar ya definidas en las tablas del Manual de la OMM antes de poder intercambiar mediante mensajes BUFR o CREX los datos que contienen esos parámetros.

1.2.2 Estructuras de clave

Las estructuras de las claves BUFR y CREX son las siguientes:

BUFR

SECCIÓN 0 sección de indicador
SECCIÓN 1 sección de identificación
SECCIÓN 2 (sección facultativa)
SECCIÓN 3 sección de descripción de datos
SECCIÓN 4 sección de datos
SECCIÓN 5 sección de fin de mensaje

CREX

SECCIÓN 0 sección de indicador
SECCIÓN 1 sección de descripción de datos
SECCIÓN 2 sección de datos
SECCIÓN 3 (sección facultativa)
SECCIÓN 4 sección de fin de mensaje

En BUFR, las secciones de indicador y de identificación son secciones cortas que identifican el mensaje. La lista de descriptores, que remiten a elementos contenidos en tablas predefinidas e internacionalmente acordadas que figuran en el Manual de Claves oficial de la OMM (descrito anteriormente) figura en la sección de descripción de datos. Esos descriptores describen el tipo de datos contenidos en la sección de datos, así como el orden en que aparecen los datos en esa sección. La sección facultativa puede utilizarse para transmitir información o parámetros de ámbito nacional. La sección de fin de mensaje contiene los cuatro caracteres alfanuméricos “7777” para denotar el final del mensaje BUFR o CREX.

En los mensajes CREX los datos aparecen uno a continuación del otro y los valores de los parámetros son transmitidos en forma de caracteres, por lo que resulta muy sencillo leer un mensaje CREX. Aunque el orden de los datos contenidos en un mensaje BUFR está también descrito en la sección de descripción de datos de la clave BUFR, en esa clave los valores de los parámetros de los mensajes BUFR son convertidos en una serie de bits. Por consiguiente, los mensajes BUFR no son legibles por un ser humano y resultan muy difíciles de desentrañar sin ayuda de un programa de computadora. Se podría considerar a CREX como la imagen en caracteres de los campos de bits BUFR.

Cuando se necesita transmitir nuevos parámetros o nuevos tipos de datos, los nuevos elementos simplemente son agregados a las tablas BUFR y CREX de la OMM, con la aprobación previa de la CSB. Las claves determinadas por tablas permiten, pues, describir todo parámetro nuevo simplemente añadiendo una nueva entrada a la tabla correspondiente, por lo que ese tipo de claves tienen flexibilidad para transmitir un número ilimitado de tipos de información. Con ello, la definición de nuevas estructuras de clave deja de ser necesaria. Además, hay unas reglas y procedimientos fijos. Cada vez que se modifica la estructura de una clave BUFR o CREX, se asigna un nuevo número de edición. Aunque tales cambios de edición obligan a actualizar los programas de cifrado o de descifrado de CREX, ocurren con rara frecuencia (el número de edición BUFR ha cambiado sólo dos veces desde 1988 – véase la Sección 1.3). Del mismo modo, cada vez que se incorporan nuevos elementos a las tablas de cifrado BUFR o CREX se asigna también un nuevo número de versión. Aunque los números de versión cambian más frecuentemente que los números de edición, aquéllos no conllevan modificaciones de los programas que procesan esas claves. El número de edición del formato (estructura del mensaje) y el número de versión de las tablas son transmitidos en el propio mensaje (en las secciones de indicador y de identificación en el caso de BUFR, y en la sección de descripción de datos en el caso de CREX), y permiten el tratamiento de datos antiguos archivados.

1.2.3 Tablas BUFR y CREX

Las tablas definen la manera de cifrar los parámetros (o elementos) como elementos de información en los mensajes BUFR o CREX (datos tales como el tipo de unidad, el tamaño o la escala). Figuran en el Manual de Claves de la OMM, Volumen I.2 (Claves internacionales), Partes B (Claves binarias) y C (Elementos comunes a las claves binarias y alfanuméricas). El Manual de Claves contiene también el Volumen I.1 (Claves internacionales), Parte A (Claves alfanuméricas) y el Volumen II: Claves regionales y prácticas nacionales de cifrado. El conjunto de esos tres volúmenes es la Publicación N° 306 de la OMM. Las tablas que definen los sistemas de cifrado BUFR y CREX son las Tablas A, B, C y D.

En la **Tabla A** los datos se desglosan en varias categorías (por ejemplo, Datos de superficie – terrestres, Datos de superficie – marinos, Sondeos verticales (distintos de los satelitales), Sondeos verticales (de satélite), etc.). Aunque técnicamente no son esenciales para los sistemas de cifrado/descifrado de BUFR o CREX, las categorías de datos de la Tabla A son útiles para fines de telecomunicación y para el almacenamiento y recuperación de datos de una base de datos.

La **Tabla B** describe la manera de cifrar y descifrar en BUFR y CREX diversos parámetros o elementos. Para cada elemento, la tabla indica el número de referencia (o el número de descriptor de elemento, que se utiliza en la sección descriptiva de la clave como “puntero”, como ya se ha explicado), el nombre del elemento y la información necesaria para cifrar o descifrar ese elemento. En BUFR, esa información consiste en las unidades que se utilizarán, la escala y los valores de referencia que se aplicarán al elemento, y el número de bits utilizados para describir el valor del elemento (la anchura de datos BUFR). En CREX, esa información consiste en las unidades que se utilizarán, el valor de la escala que se aplicará al valor del elemento, y el número de caracteres que se utilizan para describir el valor del elemento (la anchura de datos CREX). Aunque BUFR y CREX contengan unos mismos elementos, sus unidades pueden ser diferentes (las unidades BUFR son las del Sistema Internacional, mientras que las unidades CREX son más orientadas al usuario). La temperatura, por ejemplo, se mide en BUFR en grados Kelvin, mientras que en CREX se mide en grados Celsius. Los números de descriptor de los elementos de información transmitidos en un informe figurarán en la sección de descripción de datos. Se indican a continuación, a título de ejemplo, extractos de la Tabla B de BUFR y CREX en lo referente a la temperatura.

La Tabla B es fundamental para el cifrado y descifrado tanto de BUFR como de CREX.

Clase 12 – Temperatura

REFERENCIA EN LA TABLA	NOMBRE DEL ELEMENTO EN LA TABLA	BUFR				CREX		
		UNIDAD	ESCALA	VALOR DE REFERENCIA	ANCHURA DE DATOS (Bits)	UNIDAD	ESCALA	ANCHURA DE DATOS (Caracteres)
F X Y								
0 12 001	Temperatura/temperatura de bulbo seco	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 002	Temperatura de bulbo húmedo	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 003	Temperatura de punto de rocío	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 004	Temperatura de bulbo seco a 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 005	Temperatura de bulbo húmedo a 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 006	Temperatura de punto de rocío a 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 007	Temperatura virtual	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 011	Temperatura máxima, a la altura y durante el período especificado	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 012	Temperatura mínima, a la altura y durante el período especificado	K	1	0	12	°C	1	3

Nota: Para cifrar valores en BUFR, los datos (en las unidades especificadas en la columna UNIDAD) deberán multiplicarse por 10 elevado al valor de ESCALA para, seguidamente, restarles el VALOR DE REFERENCIA. Así, en el ejemplo anterior los datos quedarán cifrados en décimas de grado Kelvin en BUFR.

Para cifrar valores en CREX habrá que multiplicar los datos (en las unidades especificadas en la columna UNIDAD) por 10 elevado al valor de ESCALA. Así, en el ejemplo anterior los datos quedarán cifrados en décimas de grado Celsius en CREX.

En la **Tabla C** se definen varias operaciones que es posible aplicar a los elementos. A cada una de esas operaciones se le asigna un descriptor de operador. La Tabla C de BUFR, por ejemplo, contiene descriptores de operador que permiten cambiar el valor de escala, el valor de referencia o la anchura de datos indicados para un parámetro en la Tabla B de BUFR. Algunas de las operaciones definidas en la Tabla C de BUFR son bastante complejas. Los descriptores de operador se describen en el Nivel 2 y más en detalle en el Nivel 3. En CREX hay también descriptores de operador, pero tanto su número como sus posibilidades de utilización son bastante limitados.

Aunque no son esenciales para cifrar y descifrar mensajes BUFR o CREX, los descriptores de operador son útiles para reducir al mínimo el número de nuevas entradas en las tablas y para incluir información que permita evaluar la calidad.

En la **Tabla D** se definen grupos de elementos que son transmitidos siempre juntos (como en un informe ordinario SYNOP o TEMP) constituyendo lo que se denomina una secuencia común. Cuando se utiliza un descriptor de secuencia común no es necesario indicar una y otra vez los diferentes descriptores de elemento en la sección de descripción de datos. Con ello se reducirá el espacio requerido para un mensaje BUFR o CREX. Las secuencias comunes se definen en las Tablas D de BUFR y de CREX. Más adelante se ofrece un ejemplo de Tabla D para BUFR.

Aunque no son esenciales para cifrar o descifrar mensajes BUFR o CREX, los descriptores de secuencia son útiles para reducir el espacio necesario para esos dos tipos de mensajes.

Secuencias meteorológicas comunes para los datos de superficie

REFERENCIA EN LA TABLA			REFERENCIAS EN LA TABLA			NOMBRE DEL ELEMENTO
F	X	Y				
3	02	001	0	10	004	Presión (al nivel de la estación)
			0	10	051	Presión reducida al nivel medio del mar
			0	10	061	Cambio de presión en 3 horas
			0	10	063	Característica de la tendencia barométrica
(Estación de altitud elevada)						
3	02	002	0	10	004	Presión (al nivel de la estación)
			0	07	004	Nivel de presión
			0	10	003	Geopotencial del nivel de presión
			0	10	061	Cambio de presión en 3 horas
			0	10	063	Característica de la tendencia barométrica
3	02	003	0	11	011	Dirección del viento (10 m)
			0	11	012	Velocidad del viento (10 m)
			0	12	004	Temperatura (2 m)
			0	12	006	Punto de rocío (2 m)
			0	13	003	Humedad relativa
			0	20	001	Visibilidad horizontal
			0	20	003	Tiempo presente
			0	20	004	Tiempo pasado (1)

REFERENCIA EN LA TABLA	REFERENCIAS EN LA TABLA	NOMBRE DEL ELEMENTO
F X Y	0 20 005	Tiempo pasado (2)

1.2.4 Elementos comunes a BUFR y CREX

Estructura: CREX fue diseñado expresamente para ser una versión alfanumérica de BUFR. Por ello, no es sorprendente que las claves CREX y BUFR tengan una estructura muy semejante. En ambas, la autodefinition se consigue incluyendo en cada mensaje una sección que describe la forma y el contenido de los datos incluidos en ese mensaje. Tanto los mensajes BUFR como CREX comienzan con una representación alfanumérica del nombre de la clave; ambos contienen secciones opcionales, y ambos contienen idénticas secciones de fin de mensaje.

Tablas: La Tabla A es idéntica en el caso de BUFR y en el de CREX. Además, BUFR y CREX definen un mismo conjunto de elementos que utilizan descriptores casi idénticos: el primer valor del descriptor, que denota el tipo de descriptor, es binario en BUFR y alfanumérico en CREX, pero los descriptores restantes son idénticos para los distintos elementos. Ello permitió diseñar una única Tabla B para ambas claves. Por último, aunque las Tablas D de BUFR y de CREX son diferentes, están estrechamente coordinadas. En la Tabla D de BUFR y de CREX no se definen secuencias comunes que sea posible transformar fácilmente de una a otra forma de clave. Cuando una secuencia de la Tabla D de CREX no esté definida en la Tabla D de BUFR, esa secuencia contendrá un número no utilizado por ninguna otra secuencia BUFR. Análogamente, las secuencias de la Tabla D de BUFR que no tienen contrapartida en CREX contienen números no utilizados en ninguna Tabla D de CREX. En las Tablas A, B y D se indican intervalos de valores para descriptores diferentes de los intervalos internacionalmente acordados. Dichos intervalos pueden utilizarse para definir descriptores especiales destinados a fines nacionales o locales que permitan el intercambio de datos especiales de ámbito nacional.

Tablas de cifrado y tablas de banderín: Un elemento basado en una clave (por ejemplo, Tipo de nube) o un conjunto de condiciones definidas mediante banderines (bits fijados en 0 o en 1) tendrá asociada una tabla de cifrado o una tabla de banderín. En tal caso, la columna Unidad de la Tabla B contendrá las expresiones “tabla de cifrado” o “tabla de banderín”. En CREX, las tablas de cifrado y de banderín son idénticas (en los mensajes CREX, sin embargo, los valores de los banderines están cifrados en representación octal). Se expone a continuación un ejemplo de tabla de cifrado y de tabla de banderín:

0 20 024

Intensidad de los fenómenos

Cifra
de
clave

0	Ausencia de fenómeno
1	Leve
2	Moderado
3	Fuerte
4	Violento
5-6	Reservado
7	Valor faltante

0 20 025

Oscurecimiento

Bit Nº	
1	Niebla
2	Niebla helada
3	Niebla en vapor
4-6	Reservado
7	Neblina
8	Calima
9	Humo
10	Ceniza volcánica
11	Polvo
12	Arena
13	Nieve
14-20	Reservado
1-21	Valor faltante

Tablas BUFR y CREX

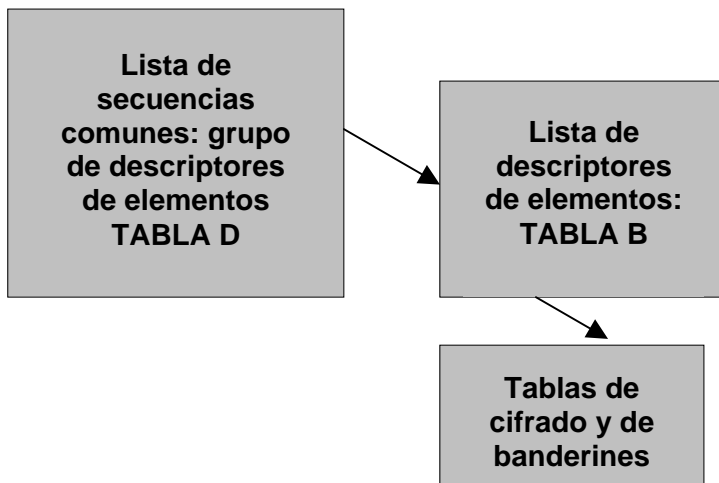


Figura 1

Proceso de descifrado: Los programas de descifrado de BUFR y CREX tienen que mantener las tablas en la memoria. El proceso de descifrado se describe en la Figura 1 *supra*, y se resume a continuación:

- El decodificador identifica los sucesivos descriptores en la sección de descripción de datos. Si un descriptor es un descriptor de elemento, el decodificador localiza las características del elemento (unidades, escala, valor de referencia, anchura de datos) en la Tabla B. Si es un descriptor de secuencia, el decodificador localiza la secuencia en la Tabla D. Si la secuencia de la Tabla D contiene sólo descriptores de elemento, el decodificador localiza las características de los elementos de la Tabla B y pasa al descriptor siguiente de la sección de descripción de datos. Sin embargo, si la secuencia de la Tabla D contiene otros descriptores de secuencia, localiza éstos en la Tabla D, repitiendo el proceso hasta que queden sólo descriptores de elemento. Seguidamente, el decodificador localiza las características de esos elementos en la Tabla B y pasa al descriptor siguiente de la sección de descripción de datos. Una vez que el decodificador ha encontrado las características de todos los elementos indicados en la sección de descripción de datos, está preparado para descifrar los valores de la sección de descripción de datos.
- Si en la Tabla B la columna de unidades del descriptor de elemento contiene “Tabla de cifrado” o “Tabla de banderines” el intérprete de los datos descifrados tendrá que examinar la tabla de claves o tabla de banderines correspondiente para comprender el significado del valor cifrado. el intérprete podría ser una persona o, en algunos casos, un proceso automático cuyo funcionamiento dependerá del tipo de clave o de los banderines.

Funcionalidad: El carácter autodescriptivo de BUFR y de CREX aporta otra ventaja con respecto a las claves de caracteres alfanuméricos, a saber, la relativa simplicidad con que se descifran los mensajes BUFR o CREX. Mientras para descifrar la plétora de claves de caracteres actualmente utilizadas es necesario un gran número de programas especializados y complejos, todos los mensajes BUFR o CREX pueden descifrarse utilizando un solo programa “universal”. Escribir un programa que descifre BUFR o CREX no es tarea trivial pero, una vez conseguido, no es necesario modificarlo para ninguna versión de las tablas, sino únicamente para las nuevas ediciones. Y éstas no suelen conllevar cambios, o al menos los introducen mucho más raramente que en el caso de las claves alfanuméricas. Por ello, no es necesario modificar el programa en lo que concierne a las observaciones requeridas; sólo hay que añadir datos a las tablas, que es una tarea relativamente trivial. Esta característica autodescriptiva permite también a BUFR y a CREX dar cabida fácilmente a nuevos datos en los tipos de informes existentes, así como a nuevos tipos de informes.

Otra de las características de BUFR y CREX es lo que se denomina “repetición” (replicación). Se entiende por replicación la repetición de un solo parámetro o grupo de parámetros varias veces, como en los informes TEMP o PILOT de múltiples niveles. El número de veces que se repetirá un parámetro o grupo de parámetros puede especificarse en la sección de descripción de datos, si el número de repeticiones es un dato fijo conocido, o en la sección de datos, si el número de repeticiones no es un dato fijo conocido (en tales casos se denomina “repetición diferida”).

1.2.5 Diferencias

BUFR ofrece la posibilidad de empaquetar información. Con ello, los grandes volúmenes de datos (por ejemplo, de satélites, de ACARS o de perfiladores de viento) acaparán menos recursos que CREX para la transmisión y el almacenamiento. BUFR permite asimismo transmitir información sobre la calidad junto con los datos de observación originales. Sin

embargo, los datos BUFR no son legibles por las personas. Por esa razón, el procesamiento de los mensajes BUFR presupone la existencia de programas de computadora adecuadamente diseñados para procesar (descifrar o cifrar) los mensajes.

CREX es más simple que BUFR y, por consiguiente, más fácil de comprender, de cifrar y, al ser una clave alfanumérica, de leer después de sólo unas cuantas horas de explicaciones. Es pues particularmente útil cuando no se dispone de equipo informático. Con todo, CREX no ofrece la posibilidad de empaquetar datos, y es mucho menos apta que BUFR para incorporar información sobre calidad.

1.2.6 Ejemplos para el caso CREX

La presentación de un ejemplo de mensaje BUFR excede del alcance del Nivel 1 de la presente Guía. Se expone en detalle en el Nivel 3. No obstante, CREX es más simple que BUFR, y la índole alfanumérica de CREX permite exponer aquí dos ejemplos de informes CREX.

Observación en superficie desde una estación terrestre fija: El primer ejemplo es una observación de superficie desde una estación terrestre fija. Este tipo de informes se transmite actualmente en FM 12-XI Ext. SYNOP. En el ejemplo, el informe aparece cifrado tanto en SYNOP como en CREX.

- En la clave **FM 12-XI Ext. SYNOP:**

AAXX 09091
03075 41480 62413 11073 21105 39962 40001 55019 71562 86800=

- En la clave **FM 95-XII CREX:**

CREX++	<i>Sección de indicador</i>
T000101 A000 D07999++	<i>Sección de descripción</i>
03 075 1 1989 01 09 09 00039 5845 -00308 0030 3000 075 240 0013 -073 -105	
09962 10001 05 0019 015 07 02 075 38 20 10++	<i>Sección de datos</i>
7777	<i>Sección de fin de mensaje</i>

• Interpretación del ejemplo:

Cifrado en SYNOP	Cifrado en CREX	Nombre del elemento	Valor descifrado	Sección de datos CREX
	CREX	Indicador de un mensaje CREX		
	T000101	Tabla maestra CREX Número 00, Edición 01, Versión 01		
	A000	Tipo de datos (000 = Datos de superficie-terrestres)		
	D07999	Véase la nota al pie		
ll = 03	B 01 001	Número de bloque OMM		03
lii = 075	B 01 002	Número de estación OMM		075
l _R = 4		No es necesario equivalente en CREX		
i _x = 1	B 02 001	Tipo de estación	Atendida	1
	B 04 001	Año (de observación)		1989
	B 04 002	Mes (de observación)		01
	B 04 003	Día (de observación)		09
	B 04 004	Hora (de observación)		09
	B 07 001	Altura de la estación (barómetro)	39 m	00039
	B 05 002	Latitud (valor aproximado)	58.45 grad.	5845
	B 06 002	Longitud (valor aproximado)	- 3.08 grad.	-00308
h = 4	B 20 013	Altura de la base de la nube	300 m	0030
vv = 80	B 20 001	Visibilidad horizontal	30 km	3000
n = 6	B 20 010	Cubierta de nubes (total)	6/8 = 75 %	075
dd = 24	B 11 011	Dirección del viento a 10 m	240 grados	240
ff = 13	B 11 012	Velocidad del viento a 10 m	13 m/s	0013
s _n TTT = 1073	B 12 004	Temperatura de bulbo seco a 2 m	- 7.3 °C	-073
s _n T _d T _d T _d = 1105	B 12 006	Temperatura de punto de rocío a 2 m	- 10.5 °C	-105
P ₀ P ₀ P ₀ P ₀ = 9962	B 10 004	Presión	996.2 hPa	09962
PPPP = 0001	B 10 051	Presión reducida al nivel medio del mar	1000.1 hPa	10001
a = 5	B 10 063	Característica de la tendencia barométrica		05
ppp = 019	B 10 061	Cambio de presión en 3 h	1.9 hPa	0019
ww = 15	B 20 003	Estado actual del tiempo	Precipitación a la vista	015
w ₁ = 7	B 20 004	Estado anterior del tiempo (1)	Nieve	07
w ₂ = 2	B 20 005	Estado anterior del tiempo (2)	Más de la mitad del cielo cubierto	02
N _h = 6	B 20 051	Cantidad de nubes bajas	6/8 = 75 %	075
C _L = 8	B 20 012	Tipo de nube (tipo de nubes bajas)	Cu y Sc	38
C _M = 0	B 20 012	Tipo de nube (tipo de nubes medias)	Ausencia de nubes C _M	20
C _H = 0	B 20 012	Tipo de nube (tipo de nubes altas)	Ausencia de nubes C _H	10
		Sección de fin de datos		++
		Fin del mensaje CREX		7777

Nota:

El descriptor de secuencia 07999 representa la secuencia de descriptores de elemento B01001, B01002, B02001, ..., B20012 indicados en la tercera columna. El descriptor de secuencia D07999 es hipotético y ha sido creado para figurar en este ejemplo. Aparte de la identificación de fecha (Año, Mes, Día, Hora) y de las coordenadas de lugar (altura barométrica, latitud, longitud), la secuencia de los elementos del mensaje CREX corresponde a la secuencia de los elementos en el informe SYNOP indicado más arriba. La comunicación sistemática de coordenadas geográficas, que se realiza fácilmente mediante claves determinadas por tablas, atenuaría los notables problemas que afectan al Volumen A. Las actualizaciones de dicho volumen se retrasan excesivamente, y la Secretaría recibe con una demora considerable, o incluso no recibe nunca, las actualizaciones que los países han de enviar. A esos retrasos vienen a añadirse los que se producen cuando los centros SMPD introducen cambios en sus bases de datos. La transmisión de las coordenadas geográficas con los datos propiamente dichos subsanaría el 98% de los errores respecto de las coordenadas de una estación. El 2% restante son casos en que la ubicación asignada a la estación ha sido incorrecta y, naturalmente, no es posible subsanarlos

Sondeos de ozono: El segundo ejemplo representa un sondeo de ozono. En el sistema FM de la OMM no existe una clave alfanumérica tradicional para la representación de esos datos. Por ello, el ejemplo contiene sólo la versión CREX. Estos datos son de los primeros que se transmiten en CREX con fines operativos.

- En la clave **FM 95-XII CREX:**

```
KULA01 CWAO 051800
CREX++
T000101 A008 D09040++
71 917 EUREKA      7598 -08593 00010 18 1998 04 29 23 18
061 019 //// //// 375 0082
0000 400 10137 030 0000 200 10000 030 0001 002 09687 037
0002 002 09366 033 0004 002 08831 037 0005 200 08500 036
0007 002 08013 043 0007 002 07881 047 0008 002 07646 037
0009 002 07442 042 0011 200 07000 031 0012 002 06849 027
0013 002 06710 036 0015 002 06291 029 0022 200 05000 028
0025 002 04557 027 0029 002 04065 024 0029 200 04000 020
0032 002 03626 025 0038 002 03000 020 0040 002 02890 021
0040 002 02829 065 0041 002 02726 105 0043 002 02576 118
0044 200 02500 135 0048 002 02218 165 0049 002 02147 161
0050 002 02104 171 0051 002 02031 153 0051 002 02010 159
0051 200 02000 171 0052 002 01941 188 0054 002 01854 198
0056 002 01744 187 0056 002 01717 194 0057 002 01683 191
0058 002 01640 161 0058 002 01623 159 0059 002 01585 168
0059 002 01576 185 0060 002 01545 197 0061 002 01500 202
0063 002 01414 221 0064 002 01370 220 0065 002 01335 230
0066 002 01269 219 0067 002 01232 227 0067 002 01226 235
0068 002 01208 241 0072 002 01055 242 0074 200 01000 236
0075 002 00960 228 0076 002 00936 192 0077 002 00912 180
0078 002 00897 187 0078 002 00883 210 0079 002 00868 221
0079 002 00850 202 0080 002 00841 199 0081 002 00815 208
0081 002 00807 189 0081 002 00803 171 0082 002 00790 152
0082 002 00777 157 0083 002 00764 172 0084 002 00741 156
0084 002 00722 156 0085 002 00715 162 0085 200 00700 188
0085 200 00700 193 0086 002 00682 203 0088 002 00639 212
0090 002 00608 206 0091 002 00588 190 0091 002 00582 192
0092 002 00570 209 0092 002 00557 215 0096 200 00500 197
0099 002 00437 171 0108 002 00316 139 0110 200 00300 128
0115 002 00242 108++
7777
```

- Interpretación del ejemplo:

<u>Grupo</u>	<u>Significado</u>	<u>Valor</u>
CREX++		
T000101		
A008		
D09040	: B01001 + B01002 + ... + B15003, donde: número	
B01001	de bloque OMM	71
B01002	número de estación OMM	917
B01075	: estación o nombre de la ubicación	Eureka
B05002	: latitud	7598
B06002	longitud	-08593
B07001	altura de la estación	00010
B08021	: 18 = lanzamiento inmediato	18
B04001	: año	1998
B04002	mes	04
B04003	día	29
B04004	: horas	23
B04005	minutos	18
B02011	: tipo de radiosonda	061
B02143	: tipo de instrumento de ozono	019
B02142	: número de serie o identificador del instrumento de ozono	///
B15004	: factor de corrección del sondeo de ozono	///
B15005	: ozono p	375
R04000	: factor de repetición diferido = número de niveles	0082
	Los cuatro descriptores siguientes se repiten 82 veces	
B04015	: incremento de tiempo desde el lanzamiento (minutos)	0000, 0000, 0001, etc.,
B08006	: importancia del sondeo vertical de ozono	400, 200, 002, etc.
B07004	: presión	10137, 10000, 09687, etc.
B15003	: presión parcial de ozono medida	030, 030, 037, etc.
++		
7777	fin del mensaje	

Nota: El descriptor de secuencia D09040 representa la secuencia de descriptores D01001, B01015, D01204,....., B15003 indicados en la primera columna.

1.3 Procedimientos de actualización

En la Sección 1.2.2 se señaló que hay dos categorías generales de cambios de las claves BUFR y CREX: los cambios de estructura de las claves, y las adiciones a las tablas de ayuda. Para cambiar las estructuras de la clave es necesario un nuevo número de edición, además de las correspondientes modificaciones del programa informático, mientras que para aumentar las tablas es necesario un nuevo número de versión de tabla, sin alterar el programa informático. En consecuencia, los cambios en las estructuras de las claves BUFR y CREX se efectúan raramente. La edición original de BUFR se aprobó para aplicaciones operativas en 1988. Los cambios de la estructura de clave aprobados para fines operativos en noviembre de 1991 se consideraron como una definición de la Edición 2 de BUFR. Los cambios adicionales que se introdujeron para representar información cualitativa y para

establecer unas tablas de cifrado comunes, aprobados para usos operativos en noviembre de 1995, se consideraron como una definición de la actual Edición 3 de BUFR. Así pues, la estructura de BUFR ha cambiado sólo en dos ocasiones desde su creación en 1988.

La ampliación de las tablas no sólo causa mucho menos trastorno sino que es también necesaria más a menudo y con mayor urgencia, por lo que es cada vez más frecuente (se han efectuado adiciones a las tablas en nueve ocasiones desde 1988). Todos los cambios de BUFR y CREX están documentados en forma de suplementos al Manual de Claves de la OMM. Sin embargo, esos suplementos se publican solamente una vez al año.

1.3.1 Procedimientos generales

Todas las modificaciones de BUFR y de CREX deberán proponerse por escrito a la Secretaría de la OMM. En la propuesta se especificarán las necesidades, los fines y los requisitos, y se incluirá información sobre algún punto de contacto para asuntos técnicos. Seguidamente, un Equipo de expertos sobre representación de datos y claves (EE/RDC) del Grupo Abierto de Área de Programa sobre Sistemas y Servicios de Información (GAAP/SSI), validará los requisitos indicados y desarrollará un proyecto de recomendación para cumplir los citados requisitos conforme proceda.

Lo que ocurra a continuación dependerá de que el proyecto de recomendación conlleve o no cambios en la estructura de la clave o adiciones a las tablas de ayuda.

1.3.2 Actualización de las estructuras

Cuando la solución recomendada, desarrollada por el EE/RDC, obligue a introducir cambios en la estructura de las claves BUFR o CREX, la recomendación deberá ser aprobada tanto por la CSB en pleno como por el Consejo Ejecutivo en pleno. No obstante, deberá ser antes respaldada por el Presidente del GAAP/SSI antes de que la examine la CSB. Ello deberá hacerse con antelación suficiente para que el proyecto de recomendación sea publicado como documento previo a la reunión de la CSB, al menos tres meses antes de dicha reunión. Si la CSB en pleno aprueba el proyecto de recomendación, éste se someterá al Consejo Ejecutivo de la OMM en pleno, para que lo apruebe. Si el Consejo aprueba la recomendación, ésta se hará efectiva el primer miércoles siguiente al 1º de noviembre del año siguiente a la reunión de la CSB.

1.3.3 Actualización de las Tablas

Las adiciones a las tablas pueden seguir el mismo proceso de aprobación que los cambios de la estructura de las claves. Sin embargo, como ya se ha señalado, añadir elementos a las tablas no sólo causa muchos menos trastornos que modificar la estructura de las claves, sino que resulta necesario con mayor frecuencia y con mayor urgencia. Por ello, la Secretaría de la OMM ha desarrollado un proceso especial de aprobación que proporcione la flexibilidad necesaria para dar respuesta a las necesidades urgentes de los usuarios durante los períodos entre reuniones (de la CSB). Se denomina “procedimiento acelerado”. En virtud de ese procedimiento, no es necesario que la recomendación sea aprobada por la CSB en pleno y por el Consejo en pleno. Una vez aprobada por el Presidente del GAAP/SSI, la recomendación sólo habrá de ser aprobada por el Presidente de la CSB en nombre de ésta y por el Presidente de la OMM en nombre del Consejo Ejecutivo.

La introducción de modificaciones aprobadas mediante el procedimiento acelerado suele estar limitada a una por año, y se realiza el primer miércoles siguiente al 1º de noviembre. Sin embargo, si los Presidentes del EE/RDC y del GAAP/SSI convinieran en que la situación es excepcional podría ponerse en marcha un segundo procedimiento acelerado. En

cualquier caso, las modificaciones aprobadas mediante el procedimiento acelerado deberán notificarse con tiempo suficiente a los Miembros de la OMM para que transcurran al menos tres meses entre la recepción de la notificación y la fecha de la aplicación.

1.3.4 Validación de las actualizaciones

Tanto para modificar la estructura de las claves BUFR o CREX como para ampliar las tablas de ayuda, todos los cambios deberán ser validados mediante un procedimiento requerido por la CSB. Con arreglo a ese procedimiento, los cambios propuestos se ensayarán con dos codificadores desarrollados independientemente que incorporen el cambio propuesto. Sin embargo, cuando los datos procedan de una fuente necesariamente única (por ejemplo, el flujo de datos procedente de un satélite experimental), el resultado satisfactorio de un solo codificador con al menos dos decodificadores independientes se considerará adecuado.

Con respecto a las recomendaciones que examine la CSB en pleno para su aprobación, la CSB podrá aprobarlas o no, pero en ningún caso alterarlas.

1.4 Directrices para la transición

La transición (o migración) es el proceso en virtud del cual se pasará de utilizar las actuales claves alfanuméricas tradicionales junto con BUFR o CREX a utilizar exclusivamente BUFR o CREX. Este proceso llevará cierto tiempo y exigirá un gran esfuerzo de muchas personas. Sin embargo, es esencial para que la comunidad de la OMM esté en condiciones de satisfacer con facilidad y eficacia las necesidades de nuevos parámetros y de nuevos tipos de datos. Se espera obtener también otros beneficios, a saber, una mayor calidad de los datos de observaciones y un menor costo en concepto de formación. En esta sección se abordan algunas de las cuestiones que habrá que examinar para que el proceso de transición tenga éxito.

1.4.1 Formación

La representación de los datos de observaciones para incorporarlos al Sistema de Información de la OMM en BUFR o CREX es un elemento esencial del proceso de transición. Con ese fin, la formación será un elemento esencial para los Miembros. El tipo de formación necesario dependerá del tipo de aplicación. Como ya se ha indicado, el método preferido para representar datos de observaciones e incorporarlos en el Sistema de Información de la OMM debería ser la clave BUFR. Para utilizar esa clave se necesitan computadoras y programas, y varios Miembros permiten ya utilizar programas de codificación y decodificación para BUFR. Los Miembros que deseen utilizar BUFR para cifrar sus datos de observaciones deberían comenzar por impartir cuanto antes a su personal formación acerca de BUFR. Se espera que la Secretaría de la OMM organice seminarios de formación sobre BUFR, que se organizarán también a nivel nacional. En cualquier caso, la formación sobre BUFR puede comenzar inmediatamente si se utiliza la presente Guía. El personal que vaya a utilizar programas existentes debería estudiar al menos los Niveles 1 y 2 de la presente Guía. El personal que vaya a escribir programas para BUFR debería leerse los tres Niveles.

Los Miembros que consideren que el uso de BUFR no es por el momento viable pueden empezar a planificar la utilización de CREX. El personal al que se encomiende cifrar sus observaciones en CREX o interpretar las observaciones cifradas en CREX necesitará formación. Al igual que con BUFR, se espera que la Secretaría de la OMM organice seminarios de formación sobre CREX, que se impartirán también a nivel nacional. También en este caso la formación podrá comenzar inmediatamente estudiando la presente Guía. Tanto para aprender a cifrar como a interpretar las observaciones en CREX, se recomienda estudiar las partes referentes a CREX en los tres niveles de la presente Guía.

1.4.2 Cuestiones técnicas

Los Miembros que prevean incorporar BUFR en sus operaciones deberían asegurarse antes de que en sus sistemas de telecomunicación tienen cabida las transmisiones binarias. Además, durante el proceso de transición podrían ser necesarios períodos de transmisión dual de las observaciones, utilizando BUFR con CREX o con claves alfanuméricas tradicionales. Con ello aumentará el volumen de datos (aunque probablemente no demasiado), así como el número de mensajes. Los Miembros deberían examinar la capacidad de sus sistemas de telecomunicación desde esta perspectiva.

Otra parte clave de la transición será el desarrollo de plantillas en BUFR y CREX para la mayoría de los tipos de datos actualmente transmitidos en las claves alfanuméricas tradicionales. Cada plantilla prescribirá la manera de representar los datos en BUFR y CREX para cada una de las claves que se desea reemplazar. En la sección 1.2.6 del presente Nivel se muestra un ejemplo hipotético de plantilla CREX. El Equipo de expertos sobre representación de datos y claves del GAAP/SSI de la CSB está esforzándose por desarrollar todas las plantillas requeridas, y espera concluir su labor en breve plazo. Las plantillas aparecen descritas mayor detalle en el Nivel 3. Cuando el Equipo de expertos concluya sus actividades, se podrán a disposición de los Miembros de la OMM todas las plantillas. Cuando estén disponibles, las plantillas deberían ser atentamente estudiadas por todos los usuarios de BUFR o de CREX.

1.4.3 Cifrado e interpretación

Cifrado (codificación): Quienes vayan a cifrar datos de observaciones en BUFR o CREX deberán conocer y atenerse a las reglamentaciones que rigen esas claves. La presente Guía no tiene por objeto describir o interpretar tales reglamentaciones. Éstas figuran en la publicación N° 306 de la OMM, Vol. 1.2, Parte B. Dado que para cifrar datos en BUFR hay que utilizar un programa informático, habrá que aprender también la forma de los datos requeridos por el programa que se utilizará.

Interpretación: Al igual que para el cifrado de los datos, para interpretar la información cifrada en BUFR hay que utilizar una computadora. Por ello, hay que comprender la forma de los datos que se obtienen del programa, así como las reglas y reglamentaciones. Sin embargo, CREX es legible por personas, por lo que puede interpretarse fácilmente cuando se conoce a fondo la forma de la clave.

Nivel 2: Configuración, funcionalidad y aplicación de BUFR y CREX

Índice

	Página
2.1 Configuración de las claves, y tablas de cifrado	L2- 22
2.1.1 Secciones de un mensaje BUFR.....	L2- 22
2.1.2 Secciones de un mensaje CREX.....	L2- 29
2.1.3 Descriptores BUFR y CREX.....	L2- 33
2.1.4 Tablas de BUFR y de CREX.....	L2- 36
2.2 Aplicaciones	L2- 48
2.2.1 BUFR.....	L2- 48
2.2.1.1 Representar nueva información	L2- 48
2.2.1.2 Facilitar el intercambio de datos	L2- 49
2.2.1.3 Incluir información sobre calidad y vigilancia	L2- 54
2.2.1.4 Facilitar el procesamiento y almacenamiento de los datos...	L2- 55
2.2.1.5 Utilización en una base de datos.....	L2- 55
2.2.2 CREX.....	L2- 55
2.2.2.1 Representar nueva información que deba ser legible	L2- 55
2.2.2.2 Incluir información sobre calidad y de vigilancia	L2- 56
2.2.2.3 Facilitar el intercambio de datos	L2- 57
2.2.2.4 Reducir los costos de formación.....	L2- 57

2.1 Configuración de las claves, y tablas de cifrado

2.1.1 Secciones de un mensaje BUFR

Descripción general de un mensaje BUFR.

El término "mensaje" se refiere a la utilización de BUFR como formato de transmisión de datos; sin embargo, BUFR puede utilizarse y se utiliza en varios centros de procesamiento de datos como formato de almacenamiento en línea, y para archivar datos. Para la transmisión de datos, cada mensaje BUFR consiste en un flujo binario continuo estructurado en seis secciones.

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección	Sección	Sección	Sección	Sección	Sección
0	1	2	3	4	5
Número de Sección	Nombre	Contenido			
0	Sección de indicador	"BUFR" (cifrado mediante el Alfabeto Internacional Nº 5 del CCITT, que es funcionalmente equivalente al ASCII), longitud del mensaje, número de edición BUFR			
1	Sección de identificación	Longitud de la sección, identificación del mensaje			
2	Sección facultativa	Longitud de la sección, más todo elemento adicional para usos locales en los centros de procesamiento de datos			
3	Sección de descripción de datos	Longitud de la sección, número de subseries de datos, banderín de categoría de datos, banderín de compresión de datos, y una serie de descriptores de datos que definen la forma y el contenido de distintos elementos de datos			
4	Sección de datos	Longitud de la sección y datos binarios			
5	Sección de fin de mensaje	"7777" (cifrado en el Alfabeto Internacional Nº 5 del CCITT)			

Cada una de las secciones de un mensaje BUFR consta de una serie de octetos. El término octeto, que significa '8 bits', se acuñó para no estar constantemente hablando de 'bytes de 8 bits'. Una sección consta siempre de un número par de octetos, con bits añadidos y puestos a cero cuando resulte necesario. Dentro de cada sección, los octetos están numerados como 1, 2, 3, etc., a partir del comienzo de cada sección. En un octeto, los bits ocupan las posiciones 1 a 8, donde 1 es el bit de mayor peso, es decir, el que se encuentra más a la izquierda. Un octeto en el que sólo se ha fijado el bit 8 representa el valor entero 1.

Los mensajes BUFR tienen un tamaño máximo bastante elevado, determinado por el número máximo que es posible representar en los octetos 5 a 7 de la sección de indicador ($2^{24} - 1$, es decir, 16777215 octetos). Por convención, sin embargo, los mensajes BUFR no podrán exceder de 15000 octetos, es decir, de 120000 bits. Este límite está determinado por la capacidad del Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT) de la OMM. Para descomponer en partes los mensajes BUFR demasiado largos puede utilizarse el mecanismo BLOK, descrito en otros textos.

Sección 0 – Sección de indicador

FLUJO BINARIO CONTINUO					
SECCIÓN	Sección	Sección	Sección	Sección	Sección
0	1	2	3	4	5
Octeto N°	Contenido				
1 – 4	"BUFR" (cifrado mediante el Alfabeto Internacional N° 5 del CCITT)				
	OCTETO N°	1	2	3	4
	BINARIO	01000010	01010101	01000110	01010010
	HEXADECIMAL	4	2	5	5 4 6 5 2
	CIFRADO	B U F R			
5 – 7	Longitud total del mensaje BUFR, en octetos (incluida la Sección 0)				
8	Número de edición de BUFR (actualmente, 3)				

Las ediciones anteriores de BUFR no incluyen la longitud total del mensaje en los octetos 5 a 7. Con ello, al decodificar los mensajes de las Ediciones 0 y 1 de BUFR no es posible determinar la longitud total del mensaje sin antes explorar el resto del mensaje y averiguar la longitud de cada una de las secciones. En la Edición 2 se eliminó ese problema incluyendo la longitud total del mensaje en el comienzo mismo del mensaje. Por definición, la Edición 2 de BUFR contenía el número de edición BUFR en el octeto 8, que era la misma posición con respecto al comienzo del mensaje que en las ediciones 0 y 1. Manteniendo fija la posición relativa, un programa decodificador puede determinar desde el primer instante cuál es la versión BUFR utilizada en determinado mensaje para, a continuación, actuar en consonancia. De ese modo, no era necesario actualizar los archivos de registros BUFR de las ediciones 0 ó 1.

Sección 1 – Sección de identificación

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección	Sección	Sección	Sección	Sección	Sección
0	1	2	3	4	5
Octeto N°	Contenido				
1 – 3	Longitud de la Sección, en octetos				
4	Número de tabla maestra BUFR – Permite representar mediante BUFR datos de otras disciplinas, con sus propias versiones de tablas maestras y de tablas locales. Así, por ejemplo, este octeto vale 0 en las tablas ordinarias WMO FM 94 BUFR, pero 10 en las tablas ordinarias IOC FM 94 BUFR, dedicadas principalmente a datos oceanográficos.				
5 – 6	Centro de origen: tabla de cifrado 0 01 033				
7	Número de secuencia de actualización (cero para los mensajes BUFR originales; incrementado en función de las actualizaciones)				
8	Bit 1 = 0 No hay sección facultativa				
	= 1 Sección facultativa incluida				
	Bits 2 – 8 puestos a cero (reservado)				
9	Tipo de categoría de datos (Tabla A de BUFR)				
10	Subtipo de categoría de datos (definido por los centros locales de procesamiento automático de datos)				
11	Número de versión de tabla maestra utilizado (actualmente, 9 en lo que respecta a las tablas WMO FM 94 BUFR)				
12	Número de versión de tabla local utilizado para ampliar la tabla maestra que se utiliza				
13	Año del siglo				
14	Mes				
15	Día				
16	Hora				
17	Minuto				

La longitud de la Sección 1 puede variar según el mensaje BUFR. A partir del octeto 18, un centro de procesamiento de datos puede añadir cualquier tipo de información que desee. El programa decodificador necesitará saber cuál será esa información. Conociendo la longitud de la Sección, indicada en los octetos 1 a 3, un programa de descifrado puede saltarse la información que comienza en el octeto 18 y situarse en la sección siguiente, es decir, en la Sección 2 si está incluida, o en la Sección 3. El bit 1 del octeto 8 indica si se incluye una Sección 2. Aunque no haya información que comience en el octeto 18, sigue siendo necesario incluir un octeto (puesto a cero) para que la sección tenga un número par de octetos.

Hay que señalar que en los octetos 13 a 17 la fecha/hora no está actualmente bien definida. En el Manual de BUFR se indica sólo que esos octetos deberían describir la fecha/hora "Más típica para el contenido de los mensajes BUFR". Aunque esta indicación puede estar clara para un grupo de informes 1200 UTC SYNOP, diferentes productores de datos pueden interpretarla de manera diferente para otros tipos de observaciones.

Sección 2 – Sección facultativa

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección	Sección	SECCIÓN	Sección	Sección	Sección
0	1	2	3	4	5
Octeto N°	Contenido				
1 – 3	Longitud de la sección, en octetos				
4	Puesto a cero (reservado)				
5 -	Reservado para uso de los centros de procesamiento automático de datos				

La Sección 2 puede o no estar incluida en un mensaje BUFR. Cuando lo está, el bit 1 del octeto 8 de la Sección 1 presenta el valor 1. Si la Sección 2 no está incluida en un mensaje, entonces el bit 1 del octeto 8 de la Sección 1 tiene el valor 0. Un centro originador puede utilizar la Sección 2 para cualquier fin. Las únicas restricciones a la utilización de la Sección 2 consisten en que los octetos 1 a 3 deben indicar la longitud de la sección, que el octeto 4 tendrá el valor 0, y que la longitud total de la sección debe contener un número par de octetos.

La Sección facultativa es particularmente apta para almacenar indicaciones relativas a una base de datos. Por ejemplo, punteros que remitan a la sección de datos del mensaje y que indiquen la ubicación relativa, en los datos, del comienzo de diversas series de observaciones (de una estación, por ejemplo). Puede contener también algún tipo de índice, por ejemplo el número OMM de bloque o de estación. Con ello sería bastante fácil encontrar rápidamente una observación determinada, y se

evitaría tener que descifrar la totalidad del mensaje simplemente para encontrar uno o dos elementos de información específicos.

Sección 3 – Sección de descripción de datos

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección	Sección	Sección	SECCIÓN	Sección	Sección
0	1	2	3	4	5
Octeto N°	Contenido				
1 – 3	Longitud de la sección, en octetos				
4	Puesto a cero (reservado)				
5 – 6	Número de subseries de datos				
7	Bit 1 = 1 datos observados				
	= 0 otros datos				
	Bit 2 = 1 datos comprimidos				
	= 0 datos no comprimidos				
	Bits 3 - 8 puestos a cero (reservados)				
8 -	Conjunto de descriptores que definen la forma y el contenido de diversos elementos de información que contienen una subserie de datos en la sección de datos				

Si los octetos 5 a 6 indican que hay más de una subserie de datos en el mensaje, entonces en la Sección 4 habrá múltiples series de observaciones, todas ellas con el mismo formato (según indiquen los descriptores de datos). Por este medio pueden constituirse 'conjuntos' de observaciones. Esta aplicación hace realidad un buena parte del potencial de eficacia de BUFR.

En los bits banderín del octeto 7, los "datos observados" son lo que su propio nombre indica; mediante "otros datos" se suele hacer referencia, si no se indica otra cosa, a información predictiva, o bien algún tipo de "observación" derivada indirectamente de observaciones "verdaderas". Si los datos de la Sección 4 están comprimidos, el bit 2 del octeto 7 tendrá el valor 1. Si los datos no están comprimidos, el valor será 0. Las características de la "compresión de datos" se describirán en el Nivel 3.

Sección 4 – Sección de datos

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección 0	Sección 1	Sección 2	Sección 3	SECCIÓN 4	Sección 5
Octeto Nº	Contenido				
1 – 3	Longitud de la sección, en octetos				
4	Puesto a cero (reservado)				
5 -	Datos binarios, tal como se definen en los descriptores que comienzan en el octeto 8 de la Sección 3.				

Sección 5 – Sección de fin de mensaje

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección 0	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	SECCIÓN 5
Octeto Nº	Contenido				
1 – 4	"7777" (cifrado con arreglo al Alfabeto Internacional Nº 5 del CCITT)				
	OCTETO Nº	1	2	3	4
	BINARIO	00110111	00110111	00110111	00110111
	HEXADECIMAL	3 7	3 7	3 7	3 7
	DESCIFRADO	7	7	7	7

Entradas requeridas.

En todos los mensajes BUFR hay entradas obligatorias. Las entradas requeridas para cada sección son las siguientes:

Sección 0, octetos 1 - 8

Sección 1, octetos 1 – 18

Sección 3, octetos 1 – 10

Los descriptores de datos comienzan en el octeto 8. Un solo descriptor de datos ocupa 16 bits, o 2 octetos. Dado que la sección deberá contener al menos un descriptor y contener un número par de octetos, habrá un mínimo de 10 octetos en la Sección 3. Obsérvese que la Sección 3 concluirá siempre con 8 bits puestas a cero, ya que todos los descriptores tienen 16 bits de longitud y el primer descriptor comienza en el octeto 8.

Sección 4, octetos 1 - 6

La Sección 4 deberá tener al menos 4 octetos. Si hay algún dato, éste estará en los octetos 5 en adelante y, puesto que la sección debe contener un número par de octetos, deberá haber al menos 2 octetos después del octeto 4.

Sección 5 – octetos 1 a 4

Dado que hay entradas obligatorias, todos los mensajes BUFR tendrán un número mínimo de bits (368). Para cada sección, el número mínimo de bits es:

FLUJO BINARIO CONTINUO					
Sección 0	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5
64 bits	144 bits	(opcional)	80 bits	48 bits	32 bits

BUFR y la gestión de datos.

Las Secciones 3 y 4 de BUFR contienen toda la información necesaria para definir y representar datos. Las secciones restantes se definen y se incluyen meramente como ayuda para la gestión de los datos. La información clave de esas secciones puede obtenerse de ubicaciones fijas a partir del comienzo de cada sección. Es posible, de ese modo, clasificar los principales atributos de los datos BUFR sin descifrar la descripción de datos de la Sección 3 ni los datos de la Sección 4.

2.1.2 Secciones de un mensaje CREX

Descripción general de un mensaje CREX.

El término “mensaje” indica que CREX se utiliza como formato de transmisión de datos, aunque puede utilizarse también para el almacenamiento en línea o para el archivado de datos. Para transmisión de datos, cada mensaje CREX consiste en una cadena de caracteres alfanuméricos (incluidos los espacios) estructurada en cinco secciones.

Sección 0	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
Sección Número	Nombre	Contenido		
0	Sección de indicador	"CREX" (cifrado mediante el Alfabeto Internacional N° 5 del CCITT, que es funcionalmente equivalente al ASCII)		
1	Sección de descripción de datos	Número de tabla maestra de CREX, edición, número, y número de versión de tabla, categoría de datos, un conjunto de descriptores de datos que definen la forma y el contenido de las subseries de datos de la sección de datos, y un indicador "E" del dígito opcional de comprobación		
2	Sección de datos	Un conjunto de subseries de datos definidas en la Sección 1		
3	Sección facultativa	"SUPP" (cifrado con arreglo al Alfabeto Internacional N° 5 del CCITT), seguido de elementos adicionales para uso local		
4	Sección de fin de mensaje	"7777" (cifrado con arreglo al Alfabeto Internacional N° 5 del CCITT)		

Cada una de las secciones de un mensaje CREX se compone de una serie de caracteres alfanuméricos y termina con la cadena de caracteres “++”. Aunque teóricamente no hay límite superior para el tamaño de un mensaje CREX, por convención los mensajes CREX estarán restringidos a 15000 octetos o 120000 bits.

Sección 0 – Sección de indicador

SECCIÓN 0	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
Número de grupo	Contenido	Significado		
1	CREX	Comienzo de un mensaje CREX		

Sección 1 – Sección de descripción de datos.

Sección 0	SECCIÓN 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
Número de grupo	Contenido	Significado		
1	Ttteevv	T:	Indicador de tablas CREX	
		tt::	Tabla maestra CREX (00 para las tablas ordinarias FM 95 CREX de la OMM)	
		ee:	Número de edición CREX (actualmente 01)	
		vv:	Número de versión de tabla CREX (actualmente 03)	
2	Annn	A:	Indicador de Tabla A de CREX	
		nnn:	Categoría de datos en la Tabla A de CREX	
3 a n	Bxyyy, Cxyyy, Dxyyy, y/o Rxyyy	B, C, D:	Indicadores de entradas de las Tablas B, C o D de CREX	
		xx:	Clase incluida en las Tablas B, C o D de CREX	
		yyy:	Elemento de la Clase xx de las Tablas B, C o D de CREX	
		y/o		
		R:	Indicador de operador de repetición de CREX	
		xx::	Número de grupos que se repetirán	
		yyy:	Número de veces que se repetirán los grupos xx.	
			yyy = 000 indica repetición diferida, donde el número de repeticiones se encuentra en la sección de datos.	
n+1	E	E:	Indicador de dígito opcional de comprobación	

Los grupos de la Sección 1 están separados por un espacio. Los datos descritos por el conjunto de descriptores indicados en la Sección 1 se contemplan como una subserie de datos. Para los datos de observaciones, una subserie de datos corresponde a un informe.

Sección 2 – Sección de datos.

Sección 0	Sección 1	SECCIÓN 2	Sección 3	Sección 4
Número de grupo	Contenido	Significado		
1 a n	d) valores de datos	d: Dígito opcional de comprobación valores de datos: Los valores de datos corresponden a los descriptores de la Sección 1		

La Sección de datos consta de uno o más grupos, donde cada grupo representa un valor de datos. Un conjunto de grupos que corresponda a la lista de descriptores de la sección de descripción de datos contendrá una subserie de datos. En la sección de datos puede haber muchas subseries de datos. En tal caso, cada subserie de datos de la sección de datos terminará con el carácter "+". Sin embargo, el terminador de subserie no aparece a continuación de la última subserie de datos de la sección de datos; para ello se utiliza el terminador de sección ("++"). Los grupos de la Sección 2 están separados por al menos un espacio. Para mejorar la alineación y la legibilidad pueden añadirse espacios entre los grupos.

Sólo los números negativos llevan signo. El número de caracteres permitido para un grupo, indicado en la Tabla B de CREX, no incluye el signo negativo si éste está presente. Un valor faltante en la Sección 2 está representado por una cadena de barras ortográficas ("/"), cuyo número será igual al número de caracteres permitidos para ese grupo en la Tabla B de CREX. Cada valor de datos cuya unidad esté definida como carácter deberá contener a continuación valores vacíos cuando el número de caracteres necesario para representar el valor de datos sea menor que el número de caracteres definidos en la entrada correspondiente de la Tabla B de CREX. El número de valores vacíos deberá ser suficiente para que el número de caracteres que representan el valor del dato se mantenga igual a la anchura original del dato que figura en la Tabla B de CREX.

Si el indicador de dígito de comprobación ("E") está presente al final de la Sección 1, se añadirá un dígito de comprobación delante de cada valor de datos en la Sección 2. El dígito de comprobación precede inmediatamente al primer carácter de cada valor de datos. El dígito de comprobación del n-ésimo grupo es la cifra de las unidades de n-1. De ese modo, el dígito de comprobación va cumpliendo un ciclo desde el '0' hasta el '9', ambos inclusive, y valdrá '0' para el primer valor de datos (n=1), '1' para el segundo valor (n=2), '9' para el décimo valor de datos (n=10), '0' para el undécimo valor de datos (n=11), y así sucesivamente.

Sección 3 – Sección facultativa.

Sección 0	Sección 1	Sección 2	SECCIÓN 3	Sección 4
Número de grupo	Contenido	Significado		
1	SUPP	Está presente la sección facultativa suplementaria		
2 a p	Elementos para uso local	Elementos adicionales para uso local		

La Sección 3 es opcional. Si está presente, contendrá elementos adicionales definidos por cada Centro para su propio uso. Por ejemplo, un centro de procesamiento de datos podría añadir en ella información de control.

Sección 4 – Sección de fin de mensaje

Sección 0	Sección 1	Sección 2	Sección 3	SECCIÓN 4
Número de grupo	Contenido	Significado		
1	7777	Fin de un mensaje CREX		

Obsérvese que la Sección 4 no contiene un terminador de sección.

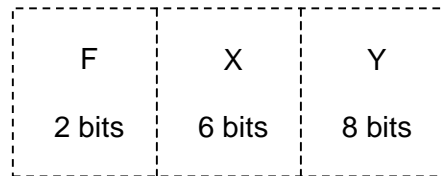
2.1.3 Descriptores BUFR y CREX

Una de las claves del éxito de BUFR y CREX fue el desarrollo de un lenguaje de descripción de datos basado en el concepto de “descriptor”. Para los fines del presente Nivel, será suficiente describir dicho concepto en líneas generales. En el Nivel 3 se describen con mayor detalle los descriptores BUFR y CREX, así como su utilización.

Descriptores BUFR

Un descriptor BUFR es un conjunto de 16 bits, es decir, de dos octetos. Esos 16 bits no han de tratarse como un valor numérico de 16 bits, sino como 16 bits divididos en tres partes F, X e Y, que constan de 2, 6 y 8 bits, respectivamente. Los descriptores F X Y de la Sección 3 de BUFR son los que remiten a los datos representados en la Sección 4.

Esquemáticamente, un descriptor BUFR puede visualizarse como sigue:



F denota el tipo de descriptor. Con 2 bits, hay cuatro valores posibles para F: 0, 1, 2 y 3. Esos cuatro valores tienen los significados siguientes:

- F = 0 → Descriptor de elemento (entrada de la Tabla B)
- F = 1 → Operador de repetición
- F = 2 → Descriptor de operador (entrada de la Tabla C)
- F = 3 → Descriptor de secuencia (entrada de la Tabla D)

X (6 bits) indica la clase o categoría del descriptor. Con 6 bits, hay 64 posibilidades, que son las clases 00 a 63. Las clases 48 a 63 están reservadas para uso local. Hasta la fecha se han definido 29 de las 48 clases de la Tabla B asignadas para coordinación internacional.

Y (8 bits) indica una entrada de una clase X. 8 bits proporcionan 256 posibilidades en cada una de esas 64 clases, desde 000 hasta 255. En todas las clases, las entradas 192 a 255 están reservadas para uso local. En cada una de las 29 clases de la Tabla B coordinadas internacionalmente hay actualmente definidos diversos tipos de entradas

El operador de repetición de BUFR consiste en la repetición de un descriptor o grupo de descriptores una o más veces, como en un informe TEMP o PILOT, en que para cada nivel se repite un grupo de parámetros. En un operador de repetición, X indica el número de descriptores que se repiten, e Y indica el número de veces que se repite el descriptor o grupo de descriptores. Si Y = 0, el número de veces que se repite el descriptor o grupo de descriptores figura en la sección de datos. Ello es útil cuando el número de repeticiones varía de una a otra observación.

Descriptores CREX

Un descriptor CREX es un conjunto de 6 caracteres alfanuméricos. Esos 6 caracteres están divididos en tres partes: F (una letra); X (dos dígitos) e Y (tres dígitos). Los descriptores F X Y de la Sección 1 de CREX son los que hacen referencia a los datos representados en la Sección 2.

Esquemáticamente, un descriptor CREX puede visualizarse como sigue:

F	X	Y
1 letra	2 dígitos	3 dígitos

F (una letra) denota el tipo de descriptor, y puede ser B, C, D, o R. Las cuatro posibilidades de F tienen los significados siguientes:

F = B → Descriptor de elemento (entrada de la Tabla B)

F = C → Descriptor de operador (entrada de la Tabla C)

F = D → Descriptor de secuencia (entrada de la Tabla D)

F = R → Operador de repetición

X (dos dígitos) indica la clase o categoría del descriptor. Con dos dígitos, hay 100 clases posibles, de 00 a 99, aunque sólo deberían utilizarse 64 para mantener las compatibilidades de conversión CREX/BUFR. Hasta el momento se han definido 29 clases.

Y (tres dígitos) indica una entrada de una clase X. Con tres dígitos, hay 1000 posibilidades (000 a 999) en cada una de las 100 clases. En cada una de las 29 clases actualmente definidas hay diversos tipos de entradas

El operador de repetición de CREX consiste también en repetir un parámetro o grupo de parámetros una o más veces. En el operador de repetición de CREX, los dos dígitos de X indican el número de parámetros que se repetirán, y los tres dígitos de Y indican el número de veces que se repetirá el parámetro o grupo de parámetros. Al igual que con BUFR, si Y = 0 el número de veces que se repetirá el parámetro o grupo de parámetros figura en la sección de datos.

Relaciones entre los descriptores de BUFR y de CREX.

CREX fue ideado expresamente para ser una versión alfanumérica de BUFR. Por esa razón, los descriptores de BUFR y de CREX son bastante similares, excepto en que los descriptores de BUFR comienzan con un valor numérico, en tanto que los de CREX empiezan por una letra. Sin embargo, las letras iniciales de CREX y los valores iniciales de BUFR son equivalentes. Además, las tablas de BUFR y de CREX tienen muchos valores en común. Esas similitudes pueden apreciarse en la descripción de las tablas de BUFR y de CREX, en la sección siguiente.

2.1.4 Tablas de BUFR y de CREX

Introducción.

BUFR y CREX utilizan tres tipos de tablas: tablas de definición de contenido, tablas de cifrado y tablas de banderines. Las tablas de definición de contenido de BUFR y de CREX contienen información que permite describir, clasificar y definir el contenido de un mensaje BUFR. Hay definidas cuatro tablas de ese tipo: las Tablas A, B, C y D.

Tabla A de BUFR/CREX – Categoría de datos

BUFR y CREX utilizan la misma Tabla A, que se indica a continuación. Se hace referencia a ella en el octeto 9 de la Sección 1 de BUFR y en el grupo 2 de la Sección 1 de CREX. La Tabla A permite comprobar rápidamente el tipo de datos representados en el mensaje. De las 256 entradas posibles para la Tabla A, hay actualmente definidas 17:

Tabla A de BUFR/CREX: Categoría de datos

Valor de clave	Significado
0	Datos de superficie – terrestres
1	Datos de superficie – marinos
2	Sondeos verticales (distintos de los satelitales)
3	Sondeos verticales (satelitales)
4	Datos de nivel único de la atmósfera superior (distintos de los satelitales)
5	Datos de observaciones en altitud de nivel único (de satélite)
6	Datos de radar
7	Características sinópticas
8	Constituyentes físicos/químicos
9	Dispersión y transporte
10	Datos radiológicos
11	Tablas BUFR, reemplazo completo o actualización
12	Datos de superficie (satélite)
13 - 19	Reservados
20	Información de estado
21	Radiancias (medidas por satélite)
22 – 30	Reservados
31	Datos oceanográficos
32 – 100	Reservados
101	Datos en imágenes
102 – 239	Reservados
240 – 254	Para usos experimentales
255	Indicador para uso local, con subcategoría

La utilización de la Tabla A en BUFR y CREX es, de hecho, redundante. Los descriptores utilizados en la Sección 3 de un mensaje BUFR (o en la Sección 1 de un

mensaje CREX) definen los datos de la Sección 4 de BUFR (Sección 2 de CREX), con independencia del valor de clave de la Tabla A. No obstante, los programas de descifrado pueden hacer referencia a la Tabla A si consideran útil disponer de una clasificación general de los datos disponibles antes de descifrar la información y de pasarla a otro programa de aplicación.

Tabla B de BUFR/CREX – Clasificación de elementos.

La Tabla B de BUFR/CREX es el elemento fundamental del lenguaje de descripción de datos en ambas claves. En primer lugar, a cada parámetro o elemento individual definido para ser utilizado en BUFR o CREX se le asigna un nombre de elemento (una descripción en lenguaje corriente de la entrada que no exceda de 64 caracteres) y un valor de descriptor (los valores correspondientes a las partes F, XX e YYY del descriptor se han descrito más arriba). Esos parámetros, definidos para ser utilizados tanto en BUFR como en CREX, reciben en ambas claves el mismo nombre de elemento y los mismos valores para las partes XX e YYY del descriptor. Gracias a ello, una Tabla B puede servir tanto para BUFR como para CREX. En segundo lugar, los parámetros se agrupan en un conjunto de clases –la parte X del descriptor- atendiendo a su naturaleza (por ejemplo, parámetros de temperatura, de viento o de humedad). En tercer lugar, se establece un segundo agrupamiento: las clases 01 a 09 se reservan para los parámetros que siguen vigentes en tanto no sean redefinidos. Esas clases se definen como sigue:

Número de clase	Nombre de clase
01	Identificación
02	Instrumentos
03	Reservado
04	Ubicación (tiempo)
05	Ubicación (horizontal – 1)
06	Ubicación (horizontal – 2)
07	Ubicación (vertical)
08	Calificadores de significación
09	Reservado

Hay que señalar que técnicamente no es necesario agrupar todos los parámetros en un conjunto de clases, aunque con ello se simplifica notablemente el mantenimiento y utilización de la Tabla B.

El paso siguiente consiste en identificar, para cada parámetro clasificado, las

características necesarias para cifrar y/o descifrar los valores BUFR y CREX, y en proporcionar unos valores de esas características apropiados para ellos. En el caso de BUFR, hay cuatro características de ese tipo: unidad, escala, valor de referencia, y anchura de datos (en bits). En el caso de CREX, hay tres: unidad, escala, y anchura de datos (en caracteres). La especificación de esas características en el mensaje BUFR o CREX que contiene los datos con respecto a cada parámetro del mensaje BUFR es lo que hace que esas claves sean autodefinidas. Tal es la razón básica de su existencia y de su utilización universal.

Se describen a continuación esas características:

Para BUFR:

unidades:	En la mayoría de los casos, las unidades básicas (SI) del elemento. Sin embargo, también pueden ser numéricas, de caracteres, tablas de cifrado o tablas de banderines
escala:	El exponente de la potencia de 10 por el que se ha multiplicado el elemento antes del cifrado
valor de referencia:	Un número que se restará del elemento, después de la conversión de escala (si la hubiere) y antes del cifrado
anchura de datos (bits):	El número de bits necesario para representar el elemento en la Sección 4

Para CREX:

unidades	En la mayoría de los casos, las unidades habitualmente utilizadas para ese elemento. Sin embargo, también pueden ser numéricas, de caracteres, tablas de cifrado o tablas de banderines
escala:	El exponente de la potencia de 10 por el que se ha multiplicado el valor del elemento antes del cifrado
anchura de datos (caracteres):	El número de caracteres necesarios para representar el elemento en la Sección 4

Unidades:

Las unidades de las entradas de la Tabla B hacen referencia al formato utilizado para representar los datos en la Sección 4 de BUFR o en la Sección 2 de CREX. En BUFR, la mayoría de los parámetros meteorológicos u oceanográficos se representan en unidades del sistema internacional (SI), por ejemplo en metros, o en grados Kelvin. Sin embargo, los datos pueden ser también numéricos, como en el caso de un número OMM de bloque, o carácter, por ejemplo para un identificador de aeronave. Además, las unidades pueden hacer también referencia a una tabla de cifrado o de banderines descrita en el Manual de Claves de la OMM. En CREX, cuando el parámetro no es ni numérico ni de caracteres y no utiliza una tabla de claves o de banderines, se han escogido las unidades de uso común. Así, la unidad de temperatura son grados Kelvin en BUFR, pero grados Celsius en CREX.

Escala:

La escala hace referencia a la potencia de 10 por la que se ha multiplicado el elemento de la Sección 4 de BUFR o de la Sección 2 de CREX para conservar la precisión deseada en los datos transmitidos. Así, por ejemplo, en la Tabla B la unidad de latitud son grados enteros, que para la mayoría de los usos no es suficientemente precisa. Por ello, habrá que multiplicar los elementos por 100 (10^2 ; escala = 2) de manera que la precisión transmitida sea del orden de centésimas de grado, que resulta más útil. Por otra parte, en la Tabla B la unidad (SI) de presión es el pascal, que es bastante pequeña y proporcionaría un grado de precisión innecesariamente grande. Así, en la Tabla B hay que dividir la presión por 10 (10^{-1} ; escala = -1), con lo que la unidad transmitida serán décimas de hPa, es decir, décimas de milibaras, que constituye un grado de precisión más razonable para usos meteorológicos.

Valor de referencia:

Por lo que respecta a BUFR, el valor de referencia es un número que habrá que restar de los datos después de multiplicar por el factor de escala (si lo hubiere), pero antes del cifrado en la Sección 4, para obtener un valor no negativo en todos los casos. Por ejemplo, la latitud sur es negativa antes de aplicar el valor de referencia. Si se deseara cifrar una posición de 35'50 grados de latitud sur, -35'50 multiplicado por 100 (escala = 2) arrojaría -3550. Si se resta el valor de referencia de -9000 se obtendrá un valor de 5450, que es el que se codificaría en la Sección 4. Para obtener el valor original al descifrar la Sección 4, si sumamos el valor de referencia -9000 a 5450 obtendremos -3550, que dividido por el valor de escala (100) daría -35'50.

En la clave CREX están permitidos los valores negativos. Por ello, no es necesario un valor de referencia. En el ejemplo anterior, una posición de 35'50 grados de latitud sur se multiplicaría primero por 100 (escala = 2) y se cifraría como -3550.

Anchura de datos:

En BUFR, la anchura de datos de las entradas de la Tabla B representa el número de bits abarcado por el valor más grande posible de un elemento de información de la Sección 4, una vez multiplicado por el factor de escala y restado el valor de referencia. En los casos en que un descriptor de la Tabla B define un elemento de datos de la Sección 4 que falta para un subconjunto dado, todos los bits de ese elemento serán puestos a 1 en la Sección 4.

En CREX, la anchura de datos de la Tabla B representa el número de caracteres ocupado por el valor más grande posible de un elemento de la Sección 2, después de multiplicarlo por el factor de escala. Cuando un descriptor de la Tabla B define un elemento de datos de la Sección 2 que falta para un subconjunto dado, el contenido de la Sección 2 será el número de barras ortográficas ("") igual a la anchura de datos en caracteres que figure en la Tabla B.

Evidentemente, si la Tabla B no está actualizada el programa de descifrado no podrá determinar la forma o el contenido de los datos que figuren en la sección de datos.

Se indican a continuación, como ejemplos de la Tabla B, las clases 05 (ubicación horizontal - 1)) y 12 (temperatura) que figuran en dicha tabla.

Clase 05 – Ubicación (horizontal –1)

DESCRIPTOR	NOMBRE DEL ELEMENTO	BUFR				CREX		
		UNIDAD	ESCALA	VALOR DE REFERENCIA	ANCHURA DE DATOS (bits)	UNIDAD	ESCALA	ANCHURA DE DATOS (caracteres)
F X Y								
0 05 001	Latitud (gran precisión)	Grado	5	-9000000	25	Grado	5	7
0 05 002	Latitud (precisión aproximada)	Grado	2	-9000	15	Grado	2	4
0 05 011	Incremento de latitud (gran precisión)	Grado	5	-9000000	25	Grado	5	7
0 05 012	Incremento de latitud (precisión aproximada)	Grado	2	-9000	15	Grado	2	4
0 05 021	Rumbo o azimut	Grado verdadero	2	0	16	Grado verdadero	2	5
0 05 022	Azimut solar	Grado verdadero	2	0	16	Grado verdadero	2	5
0 05 030	Dirección (espectral)	Grado	0	0	12	Grado	0	4
0 05 031	Número de fila	Numérico	0	0	12	Numérica	0	4
0 05 033	Tamaño de píxel en la horizontal – 1	m	-1	0	16	m	-1	5
0 05 034	Número de fila a lo largo de la trayectoria		0	0	11	Numérica	0	4
0 05 036	Número de transecta de buque según el SOOP	Numérica	0	0	7	Numérica	0	2
0 05 040	Número de órbita	Numérica	0	0	24	Numérica	0	8
0 05 041	Número de línea de barrido	Numérica	0	0	8	Numérica	0	3
0 05 042	Número de canal	Numérica	0	0	6	Numérica	0	2
0 05 043	Número de campo visual	Numérica	0	0	8	Numérica	0	3
0 05 052	Incremento de número de canal	Numérica	0	0	5	Numérica	0	2
0 05 053	Incremento de número de campo visual	Numérica	0	0	5	Numérica	0	2

Notas:

- 1) Los valores de latitud y los incrementos de latitud están comprendidos entre -90 grados y +90 grados.
- 2) A la latitud sur se le asignarán valores negativos.
- 3) A los incrementos norte-sur se les asignarán valores negativos.
- 4) Sólo se indicará el rumbo o azimut en relación con la ubicación comunicada que no volverá a especificarse.
- 5) El tamaño de píxel en la horizontal -1 viene dado por la ubicación en que el factor de escala del mapa es igual a la unidad.

Clase 12 – Temperatura

DESCRIPTOR	NOMBRE DEL ELEMENTO	BUFR				CREX		
		UNIDAD	ESCALA	VALOR DE REFERENCIA	ANCHURA DE DATOS (bits)	UNIDAD	ESCALA	ANCHURA DE DATOS (caracteres)
F X Y								
0 12 001	Temperatura/temperatura de termómetro seco	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 002	Temperatura de termómetro húmedo	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 003	Temperatura de punto de rocío	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 004	Temperatura de termómetro seco a 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 005	Temperatura de termómetro húmedo a 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 006	Temperatura de punto de rocío a 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 007	Temperatura virtual	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 011	Temperatura máxima en altura y durante un período determinado	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 012	Temperatura mínima en altura y durante un período determinado	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 013	Temperatura mínima del suelo, en el curso de las 12 horas precedentes	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 014	Temperatura máxima a 2 m, en el curso de las 12 horas precedentes	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 015	Temperatura mínima a 2 m, en el curso de las 12 horas precedentes	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 016	Temperatura máxima a 2 m, en el curso de las 24 horas precedentes	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 017	Temperatura mínima a 2 m, en el curso de las 24 horas precedentes	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 021	Temperatura máxima a 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 022	Temperatura mínima a 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 030	Temperatura del suelo	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 051	Desviación típica de la temperatura	K	1	0	10	°C	1	3
0 12 052	Temperatura media diaria más alta	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 053	Temperatura media diaria más baja	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 061	Temperatura de la película superficial	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 062	Temperatura equivalente de cuerpo negro	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 063	Temperatura de luminancia	K	1	0	12	°C	1	3
0 12 064	Temperatura del instrumento	K	1	0	12	K	1	4

DESCRIPTOR	NOMBRE DEL ELEMENTO	BUFR				CREX		
		UNIDAD	ESCALA	VALOR DE REFERENCIA	ANCHURA DE DATOS (bits)	UNIDAD	ESCALA	ANCHURA DE DATOS (caracteres)
0 12 065	Desviación típica de la temperatura de luminancia	K	1	0	12	K	1	4
0 12 071	Temperatura más fría de agrupación	K	1	0	12	K	1	4
0 12 072	Radiancia	$W m^{-2} sr^{-1}$	6	0	31	$W m^{-2} sr^{-1}$	6	9
0 12 075	Radiancia espectral	$W m^{-3} sr^{-1}$	-3	0	16	$W m^{-3} sr^{-1}$	-3	5
0 12 076	Radiancia	$W m^{-2} sr^{-1}$	3	0	16	$W m^{-2} sr^{-1}$	3	5
0 12 101	Temperatura/temperatura de termómetro seco	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 102	Temperatura de termómetro húmedo	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 103	Temperatura de punto de rocío	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 104	Temperatura de termómetro seco a 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 105	Temperatura de termómetro húmedo a 2 m	K	2	0	16	°C	2	4
0 12 106	Temperatura de punto de rocío a 2 m	K	2	0	16	°C	2	4

Tablas C de BUFR/CREX – Operadores de descripción de datos.

Los operadores de descripción de datos de la Tabla C se utilizan cuando es necesario redefinir temporalmente atributos de la Tabla B, por ejemplo cuando es necesario cambiar la anchura de datos, la escala, o el valor de referencia de una entrada de la Tabla B. La Tabla C se utiliza también para añadir campos asociados, por ejemplo de información sobre control de calidad, para indicar caracteres como elementos de información, o para señalar la anchura de datos de los descriptores locales.

Las Tablas C de BUFR y de CREX son necesariamente diferentes, ya que BUFR representa datos en forma binaria, en tanto que CREX representa datos en caracteres. Existe ya en BUFR un gran número de operadores de descriptor de datos (se han definido ya 20), y algunos son bastante complejos. Con objeto de mantener CREX como clave alfanumérica manejable y fácil de cifrar y de interpretar por un ser humano, se ha definido en CREX sólo un número limitado de operadores de descripción de datos (hay cinco definidos actualmente). Los operadores de descripción de datos de CREX se utilizarán sólo como último recurso, cuando no sea posible utilizar ningún otro método para cifrar un elemento.

Los operadores de descripción de datos se examinan con detalle en el Nivel 3.

Tablas D de BUFR/CREX – Descriptores de secuencia.

La Tabla D contiene descriptores que describen descriptores adicionales. Desde un punto de vista conceptual, la Tabla D no es necesaria. La sección de descripción de datos puede describir completamente los datos utilizando únicamente descriptores de elemento, descriptores de operador, y las reglas de descripción. Sin embargo, esa forma de definir los datos implicaría una sobrecarga considerable en la longitud de la sección de descripción de datos. La Tabla D permite reducir esa sobrecarga, y contribuye también de manera importante a la eficacia de BUFR y CREX.

Las Tablas D de BUFR y CREX son diferentes, pero están coordinadas. Cuando los descriptores de secuencia de BUFR y de CREX son idénticos excepto en la parte F del número de descriptor, se indican en la Tabla D de BUFR o en la Tabla D de CREX. Así, las secuencias comunes de la Tabla D no se definirán en la Tabla D de BUFR ni de CREX a menos que no haya otra forma simple de convertir de una a otra tabla, es decir, a menos que la conversión no se complete mediante una simple sustitución de la parte "F" de cada descriptor. Además, si una secuencia de la Tabla D de CREX no está definida en la Tabla D de BUFR, se le asignará un número de descriptor no utilizado por ninguna secuencia BUFR. Del mismo modo, si una secuencia de la Tabla D de BUFR no está definida en la Tabla D de CREX, se le asignará un número de descriptor no utilizado por ninguna secuencia CREX.

Un descriptor simple utilizado en la Sección 3 de BUFR con F = 3 es un puntero que remite a una entrada de la Tabla D que contiene otros descriptores. Si en la Sección 3 se utilizase el descriptor 3 01 001 de la Tabla D de BUFR, la ampliación de ese descriptor consistiría en dos descriptores de la Tabla B, 0 01 001 y 0 01 002

```

+ 0 01 001 ---número de bloque OMM
3 01 001-----|
+ 0 01 002 ---número de estación OMM

```

Los descriptores de la Tabla D pueden también hacer referencia a una lista de ampliación de descriptores que contenga otros descriptores de dicha Tabla. Así, por ejemplo, el descriptor 3 01 025 se amplía a 3 01 023, 0 04 003 y 3 01 012. Sin embargo, 3 01 023 se amplía a 0 05 002 y 0 06 002, mientras que 3 01 012 se amplía a 0 04 004 y 0 04 005. Así, el descriptor simple 3 01 025 de la Tabla D se amplía a un total de cinco entradas diferentes de la Tabla B.

```

+ 0 05 002 ---Latitud
+ 3 01 023 ----|
+ 0 06 002 ---Longitud
3 01 025-----| 0 04 003-----Día
+ 0 04 004 ---Hora
+ 3 01 012 ----|
+ 0 04 005 ---Minuto

```

El orden de los datos en la Sección 4 constituiría entonces la secuencia siguiente de entradas de la Tabla B: 0 05 002, 0 06 002, 0 04 003, 0 04 004, y 0 04 005.

Al igual que en la Tabla B, en las Tablas D de BUFR y CREX los descriptores de secuencia están agrupados en varias clases (la parte XX del número de descriptor de secuencia). Hay actualmente 19 categorías de secuencias comunes definidas en la Tabla D de BUFR:

Tabla D de BUFR – Listas de secuencias comunes

F X CATEGORÍA DE SECUENCIAS

3 00	Secuencias de entradas de tabla BUFR
3 01	Secuencias de ubicación y de identificación
3 02	Secuencias meteorológicas comunes a datos de superficie
3 03	Secuencias meteorológicas comunes a datos de sondeos verticales
3 04	Secuencias meteorológicas comunes a observaciones satelitales
3 05	Secuencias meteorológicas o hidrológicas comunes a observaciones hidrológicas
3 06	Secuencias meteorológicas u oceanográficas comunes a observaciones oceanográficas
3 07	Secuencias de informe de superficie (terrestre)
3 08	Secuencias de informe de superficie (marina)
3 09	Secuencias de sondeo vertical (datos convencionales)
3 10	Secuencias de sondeo vertical (datos satelitales)
3 11	Secuencias de informe de nivel único (datos convencionales)
3 12	Secuencias de informe de nivel único (datos satelitales)
3 13	Secuencias comunes a datos de imagen
3 14	Reservado
3 15	Secuencias de informe oceanográfico
3 16	Secuencias de característica sinóptica
3 18	Secuencias de informe radiológico
3 21	Secuencias de informe de radar

Hay actualmente 20 categorías de secuencias comunes definidas en la Tabla D de CREX:

Tabla D de CREX – Lista de secuencias comunes

F X CATEGORÍA DE SECUENCIAS

D 00	Secuencias de entradas de tabla CREX
D 01	Secuencias de ubicación y de identificación
D 02	Secuencias meteorológicas comunes a datos de superficie
D 03	Secuencias meteorológicas comunes a datos de sondeos verticales
D 04	Secuencias meteorológicas comunes a observaciones satelitales (véase la Nota 1)
D 05	Secuencias meteorológicas o hidrológicas comunes a observaciones hidrológicas
D 06	Secuencias meteorológicas u oceanográficas comunes a observaciones oceanográficas
D 07	Secuencias de informe de superficie (terrestre)
D 08	Secuencias de informe de superficie (marina)
D 09	Secuencias de sondeo vertical (datos convencionales)
D 10	Secuencias de sondeo vertical (datos satelitales) (véase la Nota 1)
D 11	Secuencias de informe de nivel único (datos convencionales)
D 12	Secuencias de informe de nivel único (datos satelitales) (véase la Nota 1)
D 13	Secuencias comunes a datos en imágenes (véase la Nota 1)
D 14	Reservado
D 15	Secuencias de informe oceanográfico
D 16	Secuencias de característica sinóptica
D 18	Secuencias de informe radiológico
D 21	Secuencias de informe de radar (véase la Nota 1)
D 35	Informe de vigilancia

Nota 1: No deben utilizarse para la transmisión en CREX

Obsérvese que, aunque técnicamente se han definido en CREX 20 categorías de secuencias, en cinco de esas categorías los datos no se deberán transmitir en CREX sino sólo en BUFR. Básicamente ello se debe a que son muy voluminosos, y BUFR permite una representación mucho más eficaz.

Tablas de cifrado y de banderines de BUFR/CREX.

Dado que algunos parámetros meteorológicos son cualitativos o semicualitativos, lo mejor es representarlos haciendo referencia a una tabla de claves o de banderines. Las tablas de cifrado y de banderines de BUFR y de CREX hacen referencia a elementos definidos en la Tabla B de BUFR/CREX. Están numeradas con arreglo a los valores XX e YYY de la referencia correspondiente de la Tabla B. Así, por ejemplo, la entrada 0 01 003 de la Tabla B (B 01 003 en CREX) (número de Región OMM, área geográfica) indica en la columna Unidad que se trata de una tabla de cifrado, y el número de esa tabla de cifrado es 0 01 003 (común a BUFR y CREX).

Tablas de cifrado. Muchas de las tablas de cifrado incluidas en la especificación de BUFR/CREX son similares a las tablas de cifrado alfanuméricas tradicionales. Sin embargo, no existe una relación biunívoca entre las tablas de cifrado BUFR/CREX y las tablas de claves alfanuméricas. La tabla de cifrado en caracteres 3333 (Cuadrante de la esfera terrestre), por ejemplo, carece de significado en BUFR o en CREX, ya que todos los puntos de la esfera terrestre están completamente expresados en BUFR o CREX como valores de latitud y longitud.

Tablas de banderines: En una tabla de banderines, cada bit indica un valor elemental de significación. Un bit igual a 1 indica que cierto elemento ha sido incluido, o que es verdadero, mientras que un bit igual a 0 indica una omisión o un valor falso. En las tablas de banderines, cuando todos los bits están fijados se está indicando un valor faltante. Una consecuencia de ello es que la anchura de datos de todas las tablas de banderines es un bit mayor que el número de banderines. En todas las tablas de banderines de la especificación de BUFR, los bits están numerados de 1 a N, desde el más significativo hasta el de menor peso en una anchura de datos de N bits, es decir, de izquierda (bit 1) a derecha (bit N).

Las tablas de banderines de CREX son las mismas que las de BUFR. Sin embargo, dado que CREX es una representación en caracteres y no binaria, los valores de la tabla de banderines están expresados en CREX mediante la representación octal. En la representación octal, un conjunto de 3 bits está representado mediante una cifra de 0 a 7, con ceros añadidos a la izquierda cuando el número de banderines no es múltiplo de 3. Así:

000	=	0	(ningún bit fijado)
001	=	1	(bit 3 fijado)
010	=	2	(bit 2 fijado)
011	=	3	(bits 2 y 3 fijados)
100	=	4	(bit 1 fijado)
101	=	5	(bits 1 y 3 fijados)
110	=	6	(bits 1 y 2 fijados)
111	=	7	(bits 1, 2, y 3 fijados)

Así, por ejemplo, los siete banderines "1100110" se incrementarían primero añadiendo dos ceros a la izquierda, obteniéndose con ello "001100110". Mediante la tabla precedente, esa expresión se convertiría en la cadena de caracteres "146" (ya que en los bits 1-3, 001 → 1, en los bits 4-6, 100 → 4, y en los bits 7-9, 110 → 6). En el mensaje CREX aparecería entonces la cadena de caracteres "146". Un valor faltante podría expresarse también en representación octal pero, por definición, se representa mediante una cadena de ortográficas.

2.2 Aplicaciones

2.2.1 BUFR

2.2.1.1 Representar nueva información

Se siguen definiendo nuevos tipos de datos y se siguen solicitando adiciones a los actuales tipos de datos, y todo ello a un ritmo cada vez más rápido. Las claves de

caracteres tradicionales no son muy adecuadas para atender a esa demanda. Toda modificación de una clave de caracteres tradicional deberá ser aprobada en una reunión de la Comisión de Sistemas Básicos (CSB) de la OMM y, seguidamente, en una reunión del Consejo Ejecutivo. Una vez aprobados en la reunión de la CSB, los cambios entrarán en vigor no antes de noviembre del año siguiente. Dado que la CSB se reúne sólo una vez cada dos años, cabe la posibilidad de que un cambio solicitado para una clave en caracteres no entre en vigor hasta 3 años después de efectuada la solicitud. Con el actual ritmo de evolución de la tecnología, una situación así es sencillamente inaceptable. Además, toda modificación de una clave alfanumérica obliga a introducir modificaciones en todos los programas de cifrado o descifrado de informes respecto de esa clave. De no hacerse así, los programas podrían arrojar valores incorrectos o no funcionar. Así, las claves de caracteres tradicionales no se adaptan a los cambios rápidamente ni expeditivamente.

La naturaleza autodescriptiva de BUFR hace de esa clave un candidato ideal para resolver el problema. La autodescripción remite directamente a la funcionalidad más notable de BUFR: su capacidad de adaptarse con rapidez y facilidad para representar nueva información. Disponiendo de todas las entradas de tabla necesarias es posible codificar inmediatamente toda información nueva, o como adición a los tipos de datos existentes o como un nuevo tipo de datos, y no sería necesario modificar el programa de descifrado. Aun en el caso de que no existan los descriptores BUFR necesarios para esa nueva información, todos los años se introducen actualizaciones en la tabla mediante el procedimiento acelerado y, en circunstancias especiales, dos veces al año. En la mayoría de los casos, las actualizaciones de la tabla estarán disponibles para su uso en el plazo de un año después de haber sido solicitadas y, con frecuencia, en un plazo más breve (no menor de seis meses). Además, es tecnológicamente viable actualizar mucho más rápidamente las tablas BUFR/CREX oficiales de la OMM, quizá con tanta frecuencia como una vez al mes. Es de esperar que así sea dentro de no mucho tiempo. Por último, no sólo es posible introducir cambios rápidamente, sino con facilidad, ya que para modificar las tablas de BUFR/CREX no hay que modificar ningún programa de cifrado. Lo único que hay que actualizar son las tablas, lo cual constituye un procedimiento relativamente simple.

2.2.1.2 Facilitar el intercambio de datos

Representación eficaz de datos

BUFR posee varias características que facilitan el intercambio de datos. Quizá la más destacable es su capacidad para representar datos de manera eficaz, ya que un uso eficaz de la anchura de banda disponible es siempre una consideración importante para los especialistas en comunicaciones. Esa eficacia hace ya posible intercambiar en BUFR grandes volúmenes de datos no legibles por las personas, como los obtenidos de sondeos satelitales. Sin embargo, BUFR permite representar también con mucha mayor eficacia series de observaciones que actualmente se intercambian en las claves de caracteres tradicionales, y suele ser igual de eficaz para representar observaciones individuales.

A título de ejemplo, considérese una observación de superficie expresada en forma simbólica en la clave FM 12-IX Ext. SYNOP de la OMM:

YYGGi_w Ilii i_Ri_xhVV Nddff 1s_nTTT 2s_nT_dT_dT_d 3P_oP_oP_oP_o 4PPPP 5appp 7wwW₁W₂

$8N_h C_L C_M C_H$

Los datos así cifrados constarían de 55 caracteres más 10 espacios entre cada grupo de cinco caracteres, hasta un total de 65 caracteres. A efectos de transmisión, se necesitaría un total de 520 bits (65 X 8 bits por carácter) para esos 65 caracteres.

Ahora consideremos esa misma observación de superficie en BUFR. Para ello convendrá utilizar el descriptor de secuencia 3 07 002 de la Tabla D de BUFR. La expansión de 3 07 002 es:

FIGURA 2-1:

SECCIÓN 4

		Anchura en caracteres	
			+0 01 001--- Nº DE BLOQUE OMM ----- 7
	+3 01 001--		0 01 002--- Nº DE ESTACIÓN OMM ----- 10
			0 02 001----- TIPO DE ESTACIÓN ----- 2
+3 01 032-			+0 04 001--- AÑO ----- 12
	3 01 011-		0 04 002--- MES ----- 4
			+0 04 003--- DÍA ----- 6
			+0 04 004--- HORA ----- 5
	3 01 012--		0 04 005--- MINUTO ----- 6
			+0 05 002--- LATITUD (PRECISIÓN APROXIMADA) ----- 15
	+3 01 024-		0 06 002--- LONGITUD (PRECISIÓN APROXIMADA) ----- 16
			+0 07 001--- ALTURA DE LA ESTACIÓN ----- 15
			+0 10 004--- PRESIÓN ----- 14
3 07 002-	+3 02 001-		0 10 051--- PRESIÓN REDUCIDA AL NMM ----- 14
			0 10 061--- CAMBIO DE PRESIÓN EN 3 HORAS ----- 10
			+0 10 063--- CARACTERÍSTICA DE LA TENDENCIA BAROMÉTRICA ----- 4
			+0 11 011 DIRECCIÓN DEL VIENTO ----- 9
			0 11 012 VELOCIDAD DEL VIENTO A 10 m ----- 12
			0 12 004 BULBO SECO A 2m ----- 12
			0 12 006 TEMP. DE PUNTO DE ROCÍO A 2 m ----- 12
	3 02 003-		0 13 003 HUMEDAD RELATIVA ----- 7
			0 20 001 VISIBILIDAD HORIZONTAL ----- 13
			0 20 003 TIEMPO PRESENTE ----- 8
			0 20 004 TIEMPO PASADO (1) ----- 4
			+0 20 005 TIEMPO PASADO (2) ----- 4
+3 02 011			+0 20 010 CUBIERTA DE NUBES (TOTAL) ----- 7
			0 08 002 SIGNIFICACIÓN VERTICAL OBSERVACIÓN DE SUPERFICIE ----- 6
			0 20 011 NUBOSIDAD ----- 4
	+3 02 004-		0 20 013 ALTURA DE LA BASE DE LA NUBE ----- 11
			0 20 012 TIPO DE NUBE C _L ----- 6
			0 20 012 TIPO DE NUBE C _M ----- 6
			+0 20 012 TIPO DE NUBE C _H ----- 6

			Nº TOTAL DE BITS 267

Si comparamos la versión ampliada del descriptor 3 07 002 de la Tabla D de BUFR con la clave SYNOP observaremos que la versión BUFR contiene todos los parámetros de la versión SYNOP y, además, información adicional sobre la ubicación (latitud, longitud y altura de la estación) y sobre la fecha/hora (año, mes y minuto). Examinemos ahora un mensaje BUFR completo cifrado mediante ese descriptor de secuencia:

FIGURA 2-2

	Octeto de la sección	Octeto del mensaje	Valor cifrado	Descripción
Sección 0 (sección de indicador)	1-4	1-4	BUFR	Cifrado mediante el Alfabeto Internacional N° 5 del CCITT
	5-7	5-7	78	Longitud total del mensaje (octetos)
	8	8	3	Número de edición BUFR
Sección 1 (sección de identificación)	1-3	9-11	18	Longitud de la sección (octetos)
	4	12	0	Tabla maestra de BUFR
	5-6	13-14	58	Centro originador (Marina de los Estados Unidos – FNOC)
	7	15	0	Número de secuencia de actualización
	8	16	0	Indicador de que la Sección 2 no está incluida
	9	17	0	Tabla A – datos terrestres de superficie
	10	18	0	Subtipo de mensaje BUFR
	11	19	9	Número de versión de las tablas master
	12	20	0	Número de versión de las tablas locales
	13	21	92	Año del siglo
	14	22	4	Mes
	15	23	18	Día
	16	24	0	Hora
	17	25	0	Minuto
	18	26	0	Reservado por los centros de procesamiento automático de datos para uso local (también es necesario completar un número par de octetos por sección)
Sección 3 (sección de descripción de datos)	1-3	27-29	10	Longitud de la sección (octetos)
	30	0	Reservado	
	5-6	31-32	1	Número de subseries de datos
	7	33	bit 1=1	Banderín indicativo de datos observados

	Octeto de la sección	Octeto del mensaje	Valor cifrado	Descripción
	8-9	34-35	3 07 002	Descriptor de la Tabla D para datos terrestres de superficie en formato F X Y
	10	36	0	Es necesario completar la sección con un número par de octetos
Sección 4 (sección de datos)	1-3	37-39	38	Longitud de la sección (octetos)
	4	40	0	Reservado
	5-38	41-74	Datos	Flujo continuo de datos binarios para una observación, 267 bits más 5 bits para terminar en octeto par (véase la Figura 2-1 sobre ampliaciones)
Sección 5 (sección de fin de mensaje)	1-4	75-78	7777	Cifrado mediante el Alfabeto Internacional Nº 5 del CCITT

Así, para un mensaje BUFR completo con una observación de superficie (Figura 2-2) se necesitarán 78 octetos o 624 bits, 104 más que para la correspondiente representación en caracteres. Sin embargo, 69 de los 104 bits extra se utilizan por haber incluido la latitud, la longitud, la altura de la estación y el año, mes y minuto en BUFR. Para esa misma información, un mensaje BUFR con una observación de superficie tendría sólo 35 bits más (en torno a un 7%) que la versión en caracteres tradicional.

Ahora obsérvese que, de los 624 bits del mensaje BUFR, 267 están dedicados a la observación de superficie y 357 se utilizan como tara (contenido no esencial). Con todo, si se transmitiese un conjunto de 448 observaciones en caracteres el número total de bits sería 232960 (520 X 448). La representación BUFR correspondiente (Figura 2-3) requeriría sólo 14996 octetos, o 119968 bits, aproximadamente la mitad de la longitud de una representación en caracteres. Además, en esa cifra no se ha tenido en cuenta la capacidad de compresión de BUFR (ese tema se examina en el Nivel 3). Utilizando las posibilidades de compresión de BUFR, el mensaje puede ser aún más compacto.

Lo importante es que BUFR es casi tan eficaz como las claves en caracteres tradicionales para una observación individual, y mucho más eficaz para conjuntos de observaciones. En el momento actual, no se ha ideado aún ningún sistema de representación que supere a BUFR para representar eficazmente conjuntos de datos meteorológicos.

Resolución de problemas relativos al Volumen A

La transmisión sistemática de coordenadas geográficas, que se haría fácilmente mediante las claves determinadas por tablas, aliviaría los conocidos problemas en relación con el Volumen A. La actualización del Volumen A experimenta demoras excesivas, ya que la Secretaría de la OMM recibe en ocasiones con gran retraso, o no llega a recibir, las actualizaciones que los países deberían enviar. Se producen además retrasos adicionales cuando los centros SMPD incorporan los cambios a sus propias bases de datos. Transmitiendo las coordenadas geográficas con los propios datos se resolvería un 98% de las coordenadas erróneas para una estación. El 2% restante son casos en que la estación ha sido ubicada incorrectamente, por lo que en esos casos el error subsistirá. Los 46 bits adicionales necesarios para incluir esa información bien valen la pena ante esa perspectiva.

Información adicional sobre el contenido del boletín

Otra ventaja potencial de BUFR es la información disponible en la sección de identificación (Sección 1). La Línea de Encabezamiento Abreviado (AHL) del Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT) contiene sólo una cantidad limitada de información sobre el contenido del boletín que encabeza. Ello se debe a que su finalidad principal es el direccionamiento de mensajes, y no la descripción del contenido de los mensajes. Se están examinando procedimientos más flexibles para sustituir la AHL del SMT, a fin de proporcionar una capacidad de descripción de contenido más robusta. Sin embargo, la Sección de identificación de un mensaje BUFR contiene información valiosa sobre el contenido del mensaje. Además, esos datos son ubicaciones fijas y direccionables en boletines que contienen un solo mensaje BUFR, como ocurre con la mayoría de los datos intercambiados en BUFR por el SMT. Así, un centro de procesamiento de datos meteorológicos podría inspeccionar el octeto 9 de la Sección 1 (octeto 17 del mensaje BUFR) para conocer la categoría de datos, y los octetos 13 a 17 de la Sección 1 (octetos 30 a 34 del mensaje BUFR) para conocer la fecha/hora de los datos y, sólo entonces, decidir si desea cifrar e incluir en su base de datos la información contenida en ese boletín. De ese modo, esas secciones pueden mejorar la descripción del contenido de datos del boletín.

2.2.1.3 Incluir información sobre calidad y vigilancia

En BUFR puede incluirse información sobre calidad y vigilancia si se utilizan los operadores de descripción de datos apropiados de la Tabla C de BUFR. La Tabla C se describe en el Nivel 3. Sin embargo, hay un operador de descripción de datos que permite asociar a cada parámetro observado marcas de calidad (por ejemplo, bueno, ligeramente sospechoso, muy sospechoso, malo, y sustituido o corregido). Otros descriptores de operador permiten conservar no sólo los valores originales y los corregidos (posiblemente más de uno) de una observación sometida a procedimientos de control de calidad, sino también los valores finales, presumiblemente refinados. Los descriptores de operador pueden ser bastante complejos, por lo que se deja para el Nivel 3 la descripción de la Tabla C.

2.2.1.4 Facilitar el procesamiento y almacenamiento de los datos

Aunque sólo se representa en BUFR una parte de los datos meteorológicos operativos intercambiados en el mundo, son muchos los centros que han considerado útil servirse de BUFR para representar todos los datos de observaciones en sus series de predicciones numéricas y para almacenar posteriormente esos datos. Hay varias razones para ello. En primer lugar, BUFR puede representar todo tipo de datos de observaciones, y no sólo los intercambiados actualmente a nivel internacional en BUFR. En segundo lugar, BUFR es una norma de la OMM, por lo que, si se utiliza en instalaciones de procesamiento y almacenamiento interno que compartan datos con otros centros de procesamiento de datos, todos los centros pueden, en principio, leer la base de datos de observaciones de otro centro. En tercer lugar, BUFR proporciona un medio eficaz para representar los datos de observaciones en los sistemas de procesamiento y archivado internos de los centros. En cuarto lugar, los centros de procesamiento de datos han considerado bastante útil la posibilidad de incluir en BUFR información de calidad y vigilancia de los datos junto con los propios datos. En quinto lugar, la utilización de BUFR exime a los centros de dedicar un considerable volumen de recursos a desarrollar su propia norma interna de representación de datos. Por último, los datos almacenados en BUFR están siempre disponibles con sólo utilizar programas universales de descifrado para esa clave. Obsérvese que, cuando se utiliza BUFR como norma para archivar datos de observaciones, es útil almacenar las tablas de cifrado junto con los propios datos.

2.2.1.5 Utilización en una base de datos

Algunos centros de procesamiento de datos han considerado útil servirse de archivos informáticos de mensajes BUFR para constituir su base de datos de observaciones de uso interno. Ello es particularmente eficaz cuando BUFR es el sistema escogido para representar los datos de observación en todas las series de predicciones numéricas operativas, no sólo por la compacidad de la representación de los datos de observaciones en BUFR, sino porque ahorra valiosos recursos que de otro modo se habrían invertido en cifrar y descifrar los datos cada vez que éstos se extraen o se introducen en la base de datos.

2.2.2 CREX

2.2.2.1 Representar nueva información que deba ser legible

Como ya se ha señalado, siguen apareciendo nuevos tipos de datos y, cada vez más frecuentemente, se siguen solicitando adiciones a los tipos de datos actuales; las claves de caracteres tradicionales no son muy adecuadas para hacer frente a esa situación. Aunque la naturaleza autodescriptiva de CREX confiere a esta clave su mayor ventaja frente a las claves alfanuméricas tradicionales - la capacidad de CREX para adaptarse y representar información nueva de manera rápida y sencilla -, BUFR tiene también esa capacidad. Sin embargo, la clave CREX es alfanumérica y, por lo tanto, es legible por las personas. Esa característica adicional hace de ella la clave preferente a la hora de cifrar o interpretar información manualmente. Si se considera que es, además, técnicamente capaz de sustituir TODAS las claves en caracteres tradicionales, CREX se presenta como un potente instrumento para

acelerar la transición a las claves autodescriptivas. Cuando no sea posible utilizar BUFR, debería examinarse seriamente la posibilidad de utilizar CREX.

Al igual que en el caso de BUFR, si se dispone de todas las entradas de tabla necesarias se puede, en principio, cifrar inmediatamente información nueva en mensajes CREX sin cambiar en absoluto el programa de decodificación automática (aunque CREX es legible para las personas, será necesario un cierto procesamiento automático de los mensajes CREX, por ejemplo en los centros de procesamiento automático de datos). Si no existiesen los descriptores CREX necesarios para incorporar cierta información, todos los años se realizan actualizaciones de las tablas por el procedimiento acelerado y, en circunstancias especiales, dos veces al año. El procedimiento, relativamente trivial, de actualización de las tablas de CREX es todo lo que necesitaría el programa.

Sin embargo, dado que en CREX el cifrado y la interpretación se realizan mediante inspección humana, hay que tener en cuenta un detalle más a la hora de añadir nueva información. Si los datos se codifican mediante un descriptor de secuencia, en la Sección de descripción de datos (Sección 1) figurará sólo el descriptor de secuencia. Por ello, habrá que informar al personal de que el descriptor de secuencia será pronto sustituido por uno nuevo que contenga información adicional, y habrá que proporcionarle la descripción del contenido de ese nuevo descriptor. Si la información no se está codificando con un descriptor de secuencia, la nueva información aparecerá en la Sección de descripción de datos, y el aviso no será necesario. Sin embargo, para reducir a un mínimo los errores, convendría de todos modos informar al personal de que el tipo de datos en cuestión contendrá pronto nueva información y aparecerá en la Sección de descripción de datos. La información se suele comunicar en el Boletín mensual de la Vigilancia Meteorológica Mundial. Lo habitual es esperar algunos meses más, para que la información sobre las adiciones de BUFR y CREX llegue a todos los Miembros y para que éstos respondan.

2.2.2.2 Incluir información sobre calidad y de vigilancia

En la Sección 3 de CREX existe la posibilidad de incluir, opcionalmente, información sobre calidad y con fines de vigilancia. La Sección 3 deberá comenzar con los caracteres "SUPP" y terminar con un terminador de sección (los caracteres "++"). De no hacerse así, no existen reglamentaciones con respecto a la forma y el contenido de la información incluida en la Sección 3. La Sección 3 podría contener, por ejemplo, información sobre calidad y/o de vigilancia acerca de las observaciones que figuran en la Sección de datos (Sección 2) de un mensaje CREX, que se identificaría mediante el número de bloque/estación de cada observación contenida en el mensaje. Existen seguramente muchas otras posibilidades de conseguir ese fin mediante la Sección 3.

A diferencia de BUFR, no existen en CREX operadores de descripción que faciliten la inclusión de mensajes sobre calidad y/o de vigilancia. Tales operadores pueden ser bastante complejos. La decisión de no desarrollar esos operadores en CREX tiene por objeto facilitar su legibilidad por las personas, manteniendo la clave lo más simple posible.

2.2.2.3 Facilitar el intercambio de datos

CREX complementa a BUFR en lo que se refiere al intercambio de datos, y la circunstancia de que sea legible por seres humanos facilita dicho intercambio en aquellos casos en que no es posible utilizar BUFR. La combinación de BUFR y de CREX satisface las necesidades de intercambio de datos para cada tipo concebible de datos meteorológicos, oceanográficos, u otros tipos de datos medioambientales.

2.2.2.4 Reducir los costos de formación

Dado que cada clave alfanumérica tradicional se destina sólo a un tipo específico de datos, existen muchas claves de esas características (47 en el Volumen I.1, Parte A, de la OMM). La existencia de tantas claves alfanuméricas tradicionales, y la posibilidad de que los Miembros utilicen más de una, hace que los Miembros deban frecuentemente impartir formación a sus empleados a propósito de esas claves. Tales actividades de formación pueden consumir valiosos recursos. Sin embargo, CREX y BUFR son claves autodefinidas, por lo que pueden sustituir a todas las claves alfanuméricas tradicionalmente utilizadas. Ello significa que el programa de formación de los Miembros sólo necesitaría impartir enseñanzas sobre BUFR y CREX. Es de esperar, pues, que la migración permita reducir los costos de formación de los Miembros.