



AP/ATM/5  
NE/06  
29/05//03

**Organización de Aviación Civil Internacional  
Proyecto Regional PNUD/OACI RLA/98/003  
Transición a los Sistemas CNS/ATM en las Regiones CAR y SAM**

**Quinta Reunión/Taller de Trabajo de autoridades y planificadores  
de Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) para la Implantación RVSM, rutas RNAV y RNP en las  
Regiones CAR/SAM (AP/ATM/5 RVSM-RNAV-RNP)**

(Panamá, Panamá, 18 al 20 de junio de 2003)

**Asunto 4: Revisión de los asuntos relacionados con la implantación RVSM en las Regiones  
CAR/SAM**

**Resumen del análisis preliminar costo-beneficio para la implantación RVSM en las Regiones  
CAR/SAM**

(Presentada por Estados Unidos de Norteamérica)

**Resumen**

Esta nota presenta los resultados de un estudio preliminar costo-beneficio para calcular el posible costo-ahorro para el explotador como resultado de la implantación de la RVSM en las Regiones CAR/SAM. Según este estudio, los beneficios superarán a los costos en una relación de casi 4:1 para este espacio aéreo propuesto.

**1. Introducción**

1.1 Esta nota presenta los resultados de un análisis preliminar costo-beneficio para determinar los posibles beneficios que obtendrían los explotadores de aeronaves comerciales en las Regiones CAR/SAM con la implantación RVSM.

**2. Discusión de costos**

**2.1 Premisas para la determinación de costos**

- Los explotadores actualizarán todas las aeronaves sin aprobación RVSM

- Este análisis considera los costos de monitoreo como un costo adicional para el explotador
- Los costos de instrucción de los pilotos no están considerados dentro de este análisis; sin embargo, la experiencia obtenida en implantaciones anteriores ha demostrado que el costo ha sido simbólico para los explotadores
- Este análisis no considera los costos incurridos por los proveedores de servicios ATS para actualizar el sistema

### 3. Costos de la implantación RVSM en las Regiones CAR/SAM

3.1 Los costos para la actualización de las aeronaves sin aprobación fueron determinados empleando los actuales costos estimados de la FAA para la actualización RVSM utilizados en el análisis para sustentar la reglamentación de la RVSM Doméstica de los EE.UU. Estos estimados representan el costo del trabajo de ingeniería requerido para que una aeronave cumpla con los requisitos RVSM o los costos de aprobación de la aeronavegabilidad (Tabla 1).

**Tabla 1. Costos de la actualización RVSM en las aeronaves comerciales de las Regiones CAR/SAM**

TIPO	COSTO ESTIMADO	FUENTE DEL ESTIMADO	TIPO	COSTO ESTIMADO	FUENTE DEL ESTIMADO
A30B	****	Fabricante (sólo inspección visual)	B762	****	Fabricante (sólo inspección visual)
A310	****	Fabricante (sólo inspección visual)	B763	****	Fabricante (sólo inspección visual)
A319	****	Fabricante (sólo inspección visual)	B772	****	Fabricante (sólo inspección visual)
A320	****	Fabricante (sólo inspección visual)	CRJ1	****	Fabricante
A321	****	Fabricante (sólo inspección visual)	CRJ2	****	Fabricante
A332	****	Fabricante (sólo inspección visual)	DC10	\$2,200.00	Encuesta OWG 6/97
A342	****	Fabricante (sólo inspección visual)	DC8	\$150,000.00	Organización de diseño de ingeniería
A343	****	Fabricante (sólo inspección visual)	DC9	\$150,000.00	Organización de diseño de ingeniería
A346	****	Fabricante (sólo inspección visual)	E135	\$17,500.00	Fabricante
B703	\$175,000.00	Organización de diseño de ingeniería	E145	\$17,500.00	Fabricante
B721	\$130,000.00	Organización de diseño de ingeniería	F100	\$8,000.00	Encuesta de explotadores 6/01
B722	\$130,000.00	Organización de diseño de ingeniería	F28	\$50,000.00	Análisis de ingeniería
B731	\$130,000.00	Organización de diseño de ingeniería	IL62	\$150,000.00	Análisis de ingeniería
B732	\$130,000.00	Organización de diseño de ingeniería	IL76	\$150,000.00	Análisis de ingeniería
B733	\$17,500.00	Encuesta de explotadores 1/01	J328	****	Fabricante
B734	\$17,500.00	Fabricante (sólo inspección visual)	JCOM	\$150,000.00	Organización de diseño de ingeniería
B735	\$17,500.00	Fabricante (sólo inspección visual)	L101	\$25,000.00	Fabricante, 1/01
B737	****	Fabricante (sólo inspección visual)	MD11	\$2,200.00	Análisis de ingeniería
B738	****	Fabricante (sólo inspección visual)	MD80	\$33,300.00	Análisis de ingeniería
B742	\$58,400.00	Encuesta FAA 12/97 y encuesta OWG 6/97	YK40	\$150,000.00	Análisis de ingeniería
B752	\$50,700.00	Encuesta FAA 12/97 y encuesta OWG 6/97	YK42	\$150,000.00	Análisis de ingeniería

3.2 Se recopiló una muestra de todos los tipos de aviones comerciales turbojet del registro de las Regiones CAR/SAM, utilizando datos de J&P Airline Fleets International. Esta muestra de las flotas de los explotadores fue comparada con la Base de Datos Unificada de la FAA ACB-310 NAT CMA/APARMO, con el fin de identificar a las aeronaves sin aprobación. Los resultados de este análisis muestran que, de las 1,265 células comerciales registradas por explotadores con base en las Regiones CAR/SAM, 94 actualmente cuentan con aprobación RVSM, quedando 1,171 células para ser actualizadas. Asimismo, los vuelos realizados por tipos de aeronaves sin aprobación de explotadores norteamericanos fueron identificados en muestras de tráfico del Sistema Mejorado de Gestión del Tránsito (Enhanced Traffic Management System - ETMS) y de la OAG. El resultado fue 1,509 células sin aprobación operadas por explotadores norteamericanos, de un total de 2,774 células, por actualizar a un costo de \$134.45 millones (Tabla 2).

**Tabla 2. Costo estimado para actualizar la flota de las Regiones CAR/SAM**

CATEGORIA	FLOTA	APROBADAS	POR APROBAR	POR MONITOREAR	COSTO TOTAL
COM CAR/SAM	1,265	94	1,171	858	\$ 78,037,500.00
COM NORTEAMERICA*	1,509	-	1,509	273	\$ 56,417,200.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,774</b>	<b>94</b>	<b>2,680</b>	<b>1,131</b>	<b>\$ 134,454,700.00</b>

\* Este total refleja la cantidad de pares explotador-aeronave norteamericanos sin aprobación que actualmente operan en las Regiones CAR/SAM

3.3 Al aplicar los requisitos de monitoreo a las flotas sin aprobación de los explotadores, se determinó que 1,131 aeronaves requerían servicios de monitoreo. Utilizando un estimado de \$3,000.00 por célula, se determinó un costo total de monitoreo de \$3.4 millones. El costo total de actualización y monitoreo de las aeronaves sin aprobación de los explotadores que operan en las Regiones CAR/SAM es de \$137.85 millones (Tabla 3).

**Tabla 3. Costo de las actualizaciones y del monitoreo RVSM de las aeronaves comerciales**

COMERCIALES					
A.,O	COSTO ANUAL DE LAS MEJORAS	COSTO DEL MONITOREO	COSTO TOTAL	TASA DE DESCUENTO	TOTAL DESCONTADO
2003	\$68,925,000.00	\$1,696,500.00	\$70,621,500.00	0.9346	\$ 66,002,853.90
2004	\$68,925,000.00	\$1,696,500.00	\$70,621,500.00	0.8734	\$ 61,680,818.10
<b>TOTAL</b>	<b>\$137,850,000.00</b>	<b>\$3,393,000.00</b>	<b>\$141,243,000.00</b>		<b>\$ 127,683,672.00</b>

#### 4. Análisis estadístico de los datos históricos

4.1 Esta sección presenta un análisis estadístico de una muestra de tráfico del 16 al 22 de setiembre de 2002 en las Regiones CAR/SAM, obtenida de datos de la OAG y del ETMS. Los resúmenes de este análisis estadístico fueron utilizados para desarrollar las funciones de distribución acumulativa necesarias para generar los eventos de vuelo.

4.2 El análisis estadístico se inició determinando la frecuencia de los vuelos y las distribuciones de las horas de despegue de los vuelos, tipos de aeronave, pares de origen-destino y derrotas.

4.3 Luego, se determinó una distribución de probabilidad acumulativa para cada una de estas características, aunque algunas distribuciones no eran independientes entre sí. Por ejemplo, cada par origen-destino tenía una distribución diferente para el tipo de aeronave utilizado. Una vez calculadas las distribuciones, se utilizó un programa Fortran para crear números aleatorios y determinar cuáles características debían ser asignadas a los eventos de vuelo.

## 5. Horas de despegue de los vuelos

5.1 Como la muestra OAG contenía horas de despegue, no fue necesario calcularlos. No obstante, como las horas de despegue no estaban incluidos en los datos ETMS, fue necesario calcularlos en base a una determinada hora y lugar del espacio aéreo. El cálculo de las horas de despegue se hizo utilizando el tiempo que requería cada vuelo para llegar al punto de origen desde un punto dado. Este valor fue determinado usando coordenadas esféricas, la distancia entre el punto dado y el punto de origen, así como la velocidad Mach de la aeronave. Luego, se determinó las distribuciones acumulativas de las horas de ingreso para cada hora del día, de acuerdo con la región y la dirección del vuelo. La hora de despegue fue asignada restando el tiempo para llegar al punto de origen de la hora en el punto dado.

5.2 El análisis de los datos de 2002 revela que 5,530 vuelos representaron 66% del tránsito diario promedio, donde 26.96% iba en dirección norte, 23.18% al este, 26.82% al sur y 23.04% al oeste.

## 6. Distribución de los tipos de aeronaves

6.1 El tipo de aeronave asignado a un determinado vuelo estaba determinado por la región, dirección y par origen-destino. La Tabla 4 describe 11 tipos de aeronaves. Usando estas clasificaciones, se generó las distribuciones acumulativas por tipo de aeronave.

**Tabla 4. Clasificación de los tipos de aeronaves**

<b>Tipo de aeronave</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de aeronave</b>	<b>Descripción</b>
AC1	B767-300	AC7	MD11
AC2	B747-200	AC8	B757
AC3	DC10	AC9	EA340
AC4	L1011	AC10	Avión de negocios a reacción
AC5	A310	AC11	B777
AC6	B747-400		

## 7. Distribución de las velocidades de las aeronaves

7.1 La velocidad y el peso de despegue de las aeronaves fueron asignados de acuerdo con el tipo. La velocidad está representada en Mach, oscilando entre 0.790 y 0.860. La mayoría de los tipos de aeronave utiliza entre tres a cinco velocidades diferentes. La velocidad de la aeronave depende únicamente del tipo de aeronave. La Tabla 5 muestra las distribuciones acumulativas de las velocidades por tipo de aeronave.

**Tabla 5. Distribuciones acumulativas de las velocidades de las aeronaves**

Tipo de aeronave	0.790	0.800	0.810	0.820	0.830	0.840	0.850	0.860	Promedio
AC1	0.012	0.737	0.901	1.000					0.80350
AC2				0.026	0.085	0.792	0.953	1.000	0.84143
AC3		0.121	0.280	0.503	0.878	1.000			0.82218
AC4				0.047	0.721	1.000			0.83231
AC5	0.038	0.564	0.946	1.000					0.80452
AC6						0.063	0.612	1.000	0.85325
AC7				0.251	0.735	1.000			0.83014
AC8	0.098	0.929	1.000						0.79973
AC9			0.178	0.593	1.000				0.82228
AC10*	0.098	0.929	1.000						0.79973
AC11					0.075	0.929	1.000		0.83996

\* Debido a que las aeronaves AC10 (jets de negocios) incluían muchos modelos diferentes, el rango de velocidades era bastante amplio. Para simplificar, utilizamos el AC10 con los valores del AC8 (B757).

## 8. Distribución de los pesos de despegue

8.1 Debido a que el peso de despegue depende del tipo de aeronave, se utilizó una distribución triangular para asignar los pesos de despegue. La distribución triangular utiliza los valores mínimos y máximos asignados para cada aeronave, mientras que el valor más probable depende de la distancia del vuelo. El valor más probable fue determinado utilizando la distancia entre el origen y el destino, junto con la distancia máxima entre el par de origen y destino. Se asumió que un vuelo que cubre la distancia máxima utiliza los valores máximos de peso de despegue indicados en *Jane's All the World's Aircraft (1996-1997)*, mientras que los otros vuelos empleaban una proporción del peso máximo de despegue de acuerdo a su distancia. La Tabla 6 muestra los pesos de despegue más probables (promedio) para los tipos de aeronave.

**Tabla 6. Valores del peso de despegue promedio (en libras)**

	AC1	AC2	AC3	AC4	AC5	AC7	AC8	AC9	AC10	AC11
Peso de despegue promedio (lbs.)	35985 9	692054	508086	418342	310219	544717	216978	501851	378086	483488

8.2 La Tabla 7 muestra las distribuciones de los pesos de despegue para ciertos tipos de aeronave. En cuanto a los valores basados en los datos de 2002, se redondeó los pesos de despegue más probables al número más cercano. Para los valores obtenidos por cálculo, se redondeó los pesos de despegue al millar más cercano.

**Tabla 7. Muestra de distribuciones de pesos de despegue**

AC 1			AC2		
Mín	Probable	Máx	Mín	Probable	Máx
312559	359859	418000	622712	692054	820000

## 9. Generación de eventos de vuelo

9.1 Se utilizó el Fortran 77, un poderoso lenguaje de programación de computadora, para completar la generación de eventos de vuelo, simplificando así la tarea de análisis, organización y manipulación de grandes cantidades de datos.

## 10. Metodología del programa

10.1 Esta sección describe los programas utilizados con los datos originales para generar los eventos de vuelo.

### 10.2 Programas preliminares

10.2.1 Antes de correr el programa de generación de eventos de vuelo, se procesó los datos recolectados de OAG y ETMS mediante diversos programas intermedios, a fin de convertir los archivos de datos al formato requerido y analizarlos para obtener la información esencial para completar los eventos de vuelo. Cada línea de datos sin procesar estaba compuesta por varias columnas: distintivo de llamada, tipo de aeronave, origen, destino, información de hora, encaminamiento y velocidad respecto al suelo.

- El programa *uniquecarsam.for* lee los datos sin procesar y desarrolla una lista de los pares origen-destino (od) específicos en el archivo maestro od.
- El *dist\_cm\_od\_carsam.for* lee los datos sin procesar y calcula las distribuciones de probabilidades, vinculando los pares od del archivo maestro od con otros factores de vuelo, incluyendo el tipo de aeronave y la designación civil/militar.
- El programa *trackprob.for* calcula la probabilidad de utilización de cada derrota, y la probabilidad de la presencia de cada tipo de aeronave en cada derrota.
- El programa *timedist.for* calcula la probabilidad de la ocurrencia de un vuelo durante cada hora del día, en base a su rumbo. Se empleó los números 1,2,3 y 4 para indicar el norte, este, sur y oeste, respectivamente.

### 10.3 Programa de generación de eventos de vuelo

- El programa *dists8\_carsam.for* genera los eventos de vuelo. Los resultados calculados mediante *dis\_cm\_odt\_carsam.for*, *trackprob.for*, y *timedist.for* fueron ingresados al programa.

### 11. Informe de eventos de vuelo

11.1 El programa de simulación generó un informe que representaba 5,530 vuelos, aproximadamente los vuelos correspondientes a un día. El formato de archivo constaba de ocho columnas para la hora de ingreso, región, dirección, origen-destino, tipo de aeronave, peso de despegue y carga útil porcentual, respectivamente.

11.2 Las horas de despegue oscilaban entre cero y 2,357 minutos.

11.3 La dirección fue designada como 1,2,3, y 4 para norte, este, sur y oeste, respectivamente.

**Tabla 8. Designación de dirección**

Dirección	Número
Norte	1
Este	2
Sur	3
Oeste	4

11.4 El tipo de aeronave fue designado en números enteros, del uno al once, tal como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9. Designación del tipo de aeronave**

Tipo de aeronave	Número
B767-300	1
B747-200	2
DC10	3
L1011	4
A310	5
B747-400	6
MD11	7
B757	8
EA340	9
B Jet	10
B777	11

11.5 A continuación, aparece una lista parcial de los datos simulados para el período entre el 16 y el 22 de setiembre de 2002 (Figura 1).

**Figura 1: Eventos de vuelo**

1502	1601	1705	SBTE	SBFZ	84.93	42.82	86.22	38.32	2	8	0.80	136684	1705
921	1047	857	KJFK	MDSO	40.64	73.78	18.43	69.67	3	5	0.80	247193	857
1747	1813	1811	SBAX	SBRJ	74.33	46.93	67.08	43.17	3	10	0.80	195085	1811
805	931	927	SPIM	KATL	78.00	77.12	33.64	84.43	3	1	0.80	289687	927
1840	1907	1414	SBRB	KMAO	80.02	67.82	34.18	79.33	3	8	0.81	218860	1414
923	1050	1432	SBRF	SBGR	81.87	34.93	67.00	47.03	3	5	0.81	275659	1432
1432	1558	1766	SAWH	SAVC	35.18	68.32	44.22	67.47	1	10	0.80	217267	1766
1232	1354	899	KLAX	MMMX	33.94	118.41	19.44	99.07	2	5	0.80	202236	899
1608	1734	228	SBBR	SBCT	74.13	47.92	64.47	49.18	3	8	0.80	216975	228
1242	1342	595	SBFZ	SBTE	86.22	38.32	84.93	42.82	4	8	0.80	221615	595
2128	2252	1367	TTPP	KJFK	10.47	61.40	40.64	73.78	1	8	0.80	201324	1367
821	914	388	SACO	SAME	58.68	64.20	57.50	68.80	4	8	0.80	176889	388
947	1013	1183	KMIA	SLVR	25.71	80.29	72.37	63.13	1	8	0.80	215218	1183
816	903	195	SKBO	SKMR	4.70	74.15	8.82	75.85	1	8	0.80	134613	195
1802	1948	1322	SBBH	SBSP	70.15	43.95	66.37	46.65	3	8	0.80	147563	1322
1642	1708	466	SBCT	SBBR	64.47	49.18	74.13	47.92	1	8	0.80	144407	466
2121	2247	1451	MMRX	MMMX	26.02	98.23	19.44	99.07	3	8	0.80	144144	1451
617	704	1445	SBRF	SBSV	81.87	34.93	77.10	38.33	3	5	0.81	256765	1445
1645	1703	1981	MGGT	SAWJ	14.58	90.53	40.69	67.80	1	8	0.80	220681	1981
1306	1432	1431	SBRF	SBGL	81.87	34.93	67.18	43.25	3	5	0.80	341026	1431

## 12. Planificación de vuelos

12.1 Se utilizó el algoritmo de planificación de vuelos para determinar el plan de vuelo óptimo para los vuelos generados. El plan óptimo incluía los niveles de vuelo sobre la región objeto de estudio que minimizaban el ahorro de combustible.

12.2 La planificación de los vuelos se realizó dividiendo los vuelos en tramos y analizando cada tramo en forma separada. Debido a ello, se consideró como un problema dinámico de programación. Las siguientes secciones describen un Algoritmo Greedy, así como los algoritmos que fueron analizados para determinar las trayectorias de vuelo óptimas.

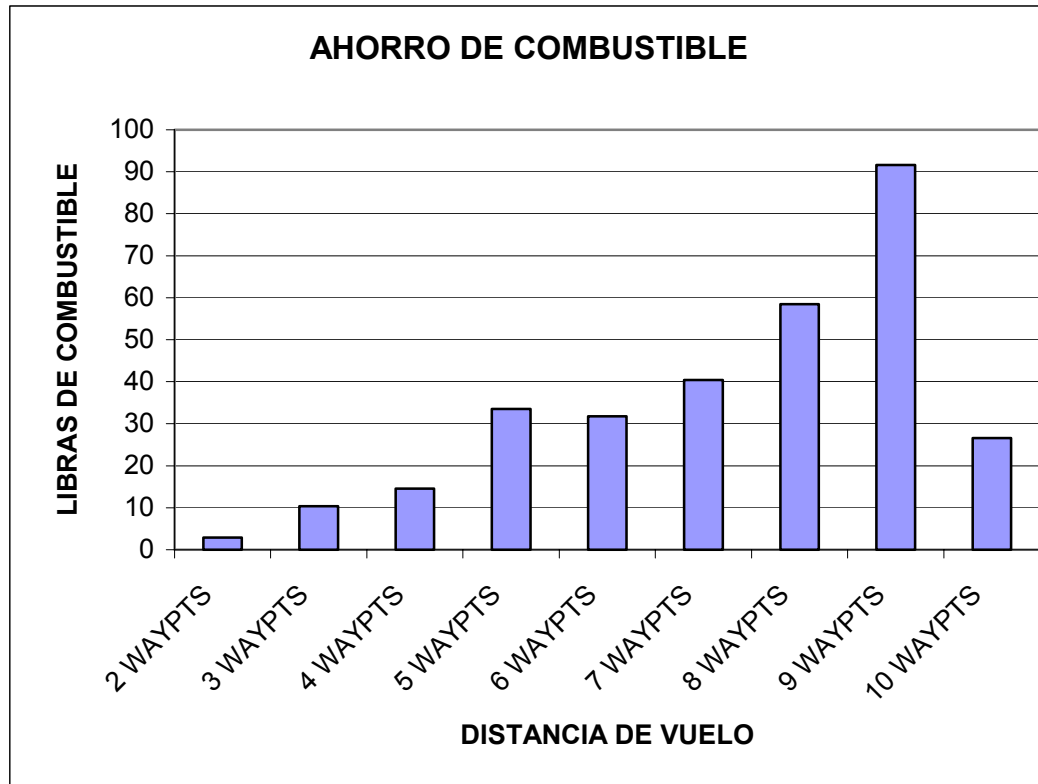
## 13. Algoritmos Greedy

13.1 Los algoritmos Greedy analizan un problema por etapas, tomando una decisión basada en lo que es mejor para una etapa determinada. Debido a que la planificación de vuelos también analiza el problema por etapas, seleccionando la mejor solución para cada etapa individual, se investigó distintos algoritmos Greedy para determinar si generaban resultados comparables para completar la enumeración. Se determinó que el Algoritmo Greedy 4 era el más apropiado.

14. **Comparando la BASE y la RVSM con el Algoritmo Greedy**

14.1 A fin de comparar la cantidad de combustible utilizada en el escenario BASE para la CVSM versus la RVSM, se desarrolló planes de vuelo para los 5,530 vuelos. La siguiente figura ilustra la cantidad promedio de combustible ahorrada utilizando la RVSM en el día objeto de estudio. La cantidad promedio ponderado de combustible ahorrado el primer día fue 10.53 lbs. por vuelo. En la Figura 2, la cantidad promedio de combustible ahorrado aparece con respecto a la distancia del vuelo. Tal como se vio anteriormente, los vuelos se dividieron en tramos denominados puntos de recorrido (WAYPOINTS).

**Figura 2. Ahorro de combustible con respecto a la distancia del vuelo**



15. **Rastreo de vuelos**

15.1 Se utilizó el rastreo de vuelos para analizar los planes de vuelo óptimos y determinar si existían conflictos entre los vuelos que se realizaban en la misma zona en cualquier momento dado. Los conflictos pueden surgir cuando hay múltiples vuelos que viajan en la misma derrota o en derrotas que se

cruzan a los mismos niveles de vuelo. En los casos en los que había conflicto, hubo que alterar una de las trayectorias de vuelo.

## 16. **Análisis de los datos**

16.1 Al analizar los datos, se utilizó el algoritmo de rastreo de vuelos para identificar los conflictos. Los conflictos fueron detectados comparando los planes de vuelo y determinando aquellos vuelos que utilizaban simultáneamente las mismas derrotas y niveles, dentro de un intervalo de tiempo de 15 minutos.

## 17. **Algoritmo de rastreo de vuelos**

17.1 Los conflictos fueron detectados comparando todos los tramos del plan de vuelo. El algoritmo determinó si existían conflictos en el primer punto de recorrido. Se tomó las medidas apropiadas para resolver los conflictos existentes. Luego, se voló cada plan de vuelo hasta el inicio del siguiente tramo, utilizando la velocidad y la distancia para determinar la hora a la que cada vuelo llegaría al siguiente tramo. Luego, los vuelos fueron analizados para determinar si había conflictos en el segundo tramo. El algoritmo continuó de esta manera hasta que todos los vuelos llegaron a su destino.

## 18. **Comparación de BASE y RVSM con el algoritmo de rastreo de vuelos**

18.1 Comparando la cantidad de combustible utilizada en el escenario BASE con la empleada en el escenario RVSM, el ahorro de combustible promedio para el primer día resultó ser 104.43 lbs. (1.63%) por vuelo. El aumento en el ahorro de combustible se debió, en parte, a la menor desviación de altitud y al hecho que la RVSM brinda más niveles de vuelo, reduciendo así los conflictos.

## 19. **Conclusiones**

19.1 Como en el modelo sólo se utilizó el 66% de los vuelos diarios, el ahorro de combustible promedio para el 100% de las operaciones fue calculado por extrapolación. Luego, el ahorro de combustible fue convertido a dólares, utilizando un costo estimado de combustible de la FAA de \$0.67/gal. La oficina de la IATA en Miami proporcionó la tasa de crecimiento prevista (3.8%) para la totalidad de las operaciones en las Regiones CAR/SAM, la cual fue utilizada para pronosticar el ahorro durante el período de 15 años entre 2003 y 2017.

19.2 El costo total que representa para los explotadores comerciales de las Regiones CAR/SAM la actualización y monitoreo de sus células sin aprobación es \$137.8 millones, ó \$127.7 millones descontados. Se calcula que el ahorro de combustible para el período de 15 años como resultado de esta propuesta es \$538.0 millones ó \$312.1 millones descontados. La relación beneficio-costo para los explotadores comerciales de las Regiones CAR/SAM es casi 4.0:1 ó 2.4:1 descontado. Este valor es comparable a los estimados de la relación beneficio-costo calculados para la DRVSM en Estados Unidos y el Pacífico. Los resultados de este estudio aparecen a continuación en las Tablas 10 y 11. Se invita a la reunión a considerar los resultados de este estudio.

Tabla 10. Ahorro de combustible en las aeronaves comerciales de las Regiones CAR/SAM

AÑO	AHORRO	FACTOR	DESCONTADO
2003	\$ -	0.9346	\$ -
2004	\$ -	0.8734	\$ -
2005	\$ 32,767,375.18	0.8163	\$ 28,619,025.49
2006	\$ 34,012,535.44	0.7629	\$ 27,764,432.68
2007	\$ 35,305,011.79	0.713	\$ 26,934,193.49
2008	\$ 36,646,602.24	0.6663	\$ 26,129,027.39
2009	\$ 38,039,173.12	0.6227	\$ 25,345,501.05
2010	\$ 39,484,661.70	0.582	\$ 24,587,098.84
2011	\$ 40,985,078.84	0.5439	\$ 23,853,315.89
2012	\$ 42,542,511.84	0.5083	\$ 23,138,872.19
2013	\$ 44,159,127.29	0.4751	\$ 22,446,084.40
2014	\$ 45,837,174.13	0.444	\$ 21,777,241.43
2015	\$ 47,578,986.74	0.415	\$ 21,125,070.11
2016	\$ 49,386,988.24	0.3878	\$ 20,495,600.12
2017	\$ 51,263,693.79	0.3624	\$ 19,880,060.45
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 538,008,920.35</b>		<b>\$ 312,095,523.54</b>

Tabla 11. Comparación de costos y beneficios de la RVSM

COMPARACION DE COSTOS Y BENEFICIOS DE LA RVSM						
Iniciativa	Costo	Beneficio	Relación	Costo descontado	Beneficio descontado	Relación
PAC	\$ 21,700,000.00	\$ 120,000,000.00	5.53	\$ 19,500,000.00	\$ 83,800,000.00	4.30
WATRS	\$ 26,200,000.00	\$ 34,200,000.00	1.31	\$ 23,400,000.00	\$ 18,400,000.00	0.79
<b>CAR/SAM</b>	<b>\$ 141,243,000.00</b>	<b>\$ 538,008,920.35</b>	<b>3.81</b>	<b>\$ 127,683,672.00</b>	<b>\$ 312,095,523.54</b>	<b>2.44</b>
DRVSM	\$ 866,500,000.00	\$ 4,900,000,000.00	5.65	\$ 762,800,000.00	\$ 3,000,000,000.00	3.93