

COMUNICACIONES MARITIMAS

VIA SATELITES

Por
ALA
Capitán de corbeta, Armada de Chile

SEGUNDA PARTE (*)



L CONCEPTO DE INMARSAT está concebido sobre la base de crear una entidad internacional para la explotación de una red de comunicaciones vía satélite para los enlaces buque-tierra y buque-buque.

Las principales dificultades en la concreción de este proyecto estarían resumidas en:

- a) Aspectos económicos
- b) Areas de cobertura del satélite
- c) Interconexión a los sistemas en uso
- d) Parámetros técnicos
- e) Ubicación de las estaciones
- f) Capacidad del sistema
- g) Plazos.

El factor económico ha sido el más largamente estudiado y es necesario establecer en este aspecto dos aportes. El primero es uno societario para crear la comunidad INMARSAT sin análisis de otras variantes o factores incidentes. Este aparente derecho de participación denominado "inicial", se

ha estimado muy alto considerando que el proyecto aún está en la etapa de planificación.

El segundo aporte vendría a ser la infraestructura que requiere el sistema y que para algunos países viene a ser prohibitivo. Se ha estimado que la fase inicial oscilará entre US\$ 500.000 y US\$ 1.000.000, suma que representa un valor de acciones no superior al 0,50 por ciento del capital de INMARSAT. Los aportes de capital a futuro no han sido calculados.

Con el tiempo se han visualizado mejor las ventajas que pudiera tener INMARSAT, en especial para los países en desarrollo y ello ha sido el factor más importante en la toma de decisión de muchos de marginarse.

Si se toma en cuenta que la Organización permite la incorporación de países en forma posterior a cuando el sistema incluso esté operando, la única ventaja que se ve en la participación desde un principio está en la influencia que se ejercería en los modos y parámetros de trabajos y en obtener una reglamentación favorable a los casos particulares.

Es sí consecuente de la inversión inicial y de la falta de un proyecto generalizado a

(*) La primera parte fue publicada en la "Revista de Marina" N° 719, correspondiente a julio-agosto de 1977.

todo signatario potencial la ausencia de muchos países en la última ronda de trabajo del Inter Governmental Maritime Consultative Organization (IMCO), denominado Comité Preparatorio, cuyas sesiones fueran desarrolladas en Kuwait y donde asistieran Australia, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, República Federal de Alemania, Grecia, India, Italia, Japón, Kuwait, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, España, Suecia, URSS, Reino Unido, y Estados Unidos de Norteamérica.

También influye en esta marginación, que con el transcurso del tiempo se ha visualizado en forma más clara qué países estar an siendo mayormente beneficiados con la habilitación del sistema, de ahí la casi total ausencia de Sudamérica. INMAR-SAT también tiene un competidor, MARISAT, que ya está funcionando y provee enlace entre cualquier buque con sus estaciones en los Estados Unidos.

Considerando que la propietaria del sistema MARISAT es la Communications Satellite Corporation (COMSAT) en la cual tienen intereses RCA Global Communications, Western Union International e ITT World Communications, puede considerarse que un enlace por satélite de una compañía naviera es totalmente factible sin necesidad que el país sede sea consignatario de algún sistema mancomunado.

Costo de instalación por unidad (hipótesis) Satélites y lanzadores

Proyecto y desarrollo tecnológico del satélite

Millones de dólares EE.UU. de 1979

Clase TD 2914, estabilización por rotación	13
Clase TD 2914, estabilización triaxial	34
Clase TD 3914, estabilización triaxial	44
Costo del lanzamiento, supuesto su pago al tiempo del lanzamiento	
Lanzador TD 2914	13
Lanzador TD 3914	15

Costo del vehículo espacial, supuesto su pago en la fecha de entrega

Millones de dólares EE.UU. de 1979

Clase TD 2914, estabilización por rotación y activación por la voz (capacidad de hasta 20 canales de calidad telefónica)	10
Clase TD 2914, con estabilización triaxial y activación por la voz (capacidad de hasta 30 canales de calidad telefónica)	13
Clase TD 3914, estabilización triaxial y activación por la voz (capacidad de hasta 50 canales de calidad telefónica)	15
Estaciones terrenas terrestres típicas	
Estación trabajando en 1 océano	1,9
Estación trabajando en 2 océanos	2,5

Estaciones/instalaciones de teled medida, seguimiento y telemando

Millones de dólares EE.UU.

Estación de TT&C	3,2
o instalaciones de TT&C habilitadas en estaciones terrenas terrestres importantes a un costo adicional	0,6
Se estiman suficientes tres estaciones o instalaciones de TT&C. Cada estación cubriría 2 océanos. Se supone que estarían completamente amortizadas en el año inicial.	

Verificación de la precisión

Para verificar la precisión de la evaluación se ha aplicado un - 20% sobre el total invertido en el sistema, incluido el costo de desarrollo tecnológico.

Costos anuales de explotación
Costos anuales de la estación terrena terrestre

incluidos los de provisión de personal, energía y mantenimiento:

	Millones de dólares EE.UU.
Estación trabajando en 1 océano	0,25
Estación trabajando en 2 océanos	0,32
Estación de TT&C (o instalaciones de TT&C a un costo adicional)	0,44
Organización y Administración	3,80

Cálculo basado en una organización de unas 60 personas. El valor estimado en los años -1 y -2 es de 5 millones de dólares para costear la definición y planificación inicial del sistema.

El análisis económico general está basado en tres variantes de configuración de métodos a emplear al ponerlo en marcha, a saber:

- 1) Un sistema exclusivo para uso y beneficio de la comunidad marítima únicamente;
- 2) Un sistema multivalente basado en la posibilidad de que el servicio fijo por satélite y el servicio móvil marítimo por satélite compartan las comunicaciones proporcionadas por un sistema INTEL-SAT V;
- 3) Un sistema híbrido en el que inicialmente se haga uso de un sistema ya existente (basado en los datos relativos al INTEL-SAT V) y que al cabo de cierto tiempo se transforme en un sistema completamente exclusivo.

En el análisis económico de estos sistemas se han tenido en cuenta las exigencias generales del sistema, así como la hipótesis, los datos y la información que más adelante se indican.

Para efectuar un análisis completo se estudiaron las repercusiones de variar el tráfico, las tasas y/o los parámetros técnicos fundamentales de las terminales de barco. Se estudió asimismo el efecto de introducir el sistema escalonadamente, océano por océano, en lugar de hacerlo simultáneamente en todas las regiones previstas.

Algunos parámetros técnicos del sistema INTEL-SAT V propuesto diferían de los indicados para un sistema exclusivo (por ejemplo, los de capacidad, calidad de los canales y valor G/T de la terminal de bar-

co). Para facilitar las comparaciones se reajustaron estos parámetros y se estudiaron las repercusiones económicas de tales reajustes al analizar los sistemas multivalentes e híbrido.

Todos los precios citados corresponden al nivel de 1979 y se han obtenido de los datos disponibles admitiendo una inflación anual del 4%.

Aunque se reconoció la importancia de realizar un estudio completo de los costos/beneficios que entrañaría un sistema marítimo de satélites para la comunidad marítima, no se ha completado aún el estudio en este aspecto de la cuestión.

Esquema del análisis

- a) Se han establecido diversos planes de inversión para un sistema exclusivo, con arreglo a distintos calendarios de lanzamiento en función de cada una de las hipótesis elegidas para determinar los canales necesarios (según las previsiones de tráfico), los criterios relativos a los satélites de reserva y la correspondiente configuración de los satélites, y la probabilidad de lanzamientos infructuosos. Se estimaron la configuración y los costos anuales de explotación de estaciones terrenas terrestres y de telemidas, seguimiento y telemando. También se examinó la introducción escalonada del servicio.
- b) Se han examinado los aspectos económicos de un sistema multivalente fundado en estudios presentados por INTEL-SAT a la ÍMCO. A falta de ciertos detalles sobre determinados aspectos económicos, tales como la distribución de los costos y el tipo de descuento, sólo pudo evaluarse la gama de costos inherentes a la provisión del servicio marítimo.
- c) También se han examinado sistemas denominados "híbridos", es decir, en los que se utilizarán satélites multivalentes durante los primeros años, y satélites exclusivos una vez agotada la capacidad de los satélites del primer tipo.

Ambas metodologías tienen distintos usos. La del valor actual da una valoración del movimiento de caja acumulado una vez hecho el descuento adecuado y es utilizable para mostrar el punto de equilibrio entre gastos e ingresos aplicando una gama de tasas unitarias de forma acumulativa, en

tanto que el estado de cuentas presenta el cuadro de las operaciones financieras, excluidos los intereses sobre las inversiones desglosadas año por año, lo cual permite determinar el año en que el sistema se hace remunerador, es decir, que no hace incurrir en más déficit.

Antes de extraer nuevas conclusiones de este resumen de evaluaciones, deducciones y verificaciones de la precisión de los cálculos y de los resultados obtenidos por computador, conviene manejar el material con mucho cuidado. Es sumamente impórtame que estos resultados se utilicen siempre en el contexto de las diversas hipótesis principales (previsión de niveles de tráfico, fechas de lanzamiento previstas, planes de inversión, etc.), para no sacarlos de su debido ámbito de aplicación.

Se ha estimado el costo de la terminal de barco, incluida su instalación, así como la variación de dicho costo en función del valor G/T, partiendo de los datos estadísticos de 1974. Se han utilizado estos datos para el cálculo del costo total del sistema, es decir, el costo incluyendo el segmento espacial, las estaciones terrenas terrestres y las terminales de barco, pero sin tener en cuenta las líneas terrestres.

Se ha considerado un período de explotación de $2 \times 7 = 14$ años, designándolos por años 1 a 14. Se utilizaron diez resúmenes anuales para los fines de comparación con sistemas multivalentes.

Análisis del tráfico, previsiones y metodolog a

- a) El factor mas dif cil en toda evaluacion economica de un sistema mar timo de satelites, factor que es comun a todos los tipos posibles de sistema, es pronosticar el trafico probable. Para esta evaluacion se ha estimado una proyeccion de trafico de "probabilidad maxima" en torno a la cual se considero un margen arbitrario de 25 por ciento a fin de poner de manifiesto las variaciones razonables del trafico alrededor del valor central.
- b) En primer lugar era preciso determinar el numero medio de barcos que habran de contar con terminales en funcionamiento cada ano. Seguidamente hab a que calcular el numero total de minutos tasados de trafico telefonico y telegrafico, separadamente, por barco y por

día. De esta forma se ha calculado el número total de minutos tasados correspondientes a cada océano, habiéndose supuesto que el 50% del tráfico mundial se origina en la zona del Atlántico, y el resto por partes iguales en las zonas del Indico y Pacífico. Se reconoció que las variaciones en la posición de los satélites podría deparar una distribución más uniforme del tráfico. Sin embargo, para planear con precisión el sistema es necesario considerar el emplazamiento de las estaciones terrenas terrestres.

Para transformar las previsiones de tráfico en cantidad de canales necesaria se ha empleado el siguiente método:

Se obtuvo una fórmula a partir de los siguientes factores:

En la zona de cobertura de un satélite (que abarca diversos husos horarios), la relación entre el tráfico a la hora sobrecargada de un día normal y el correspondiente a la hora de carga media se ha estimado en aproximadamente 2:1.

Teniendo en cuenta los días festivos, los fines de semana y otros días no laborables o sólo semilaborables para el personal de las estaciones costeras marítimas, así como los períodos de mantenimiento de los buques, se supone que el número equivalente de días de trabajo es de 330.

Por termino medio, la relacion de tiempo tasado/tiempo no tasado (conexion) por llamada se calcula en 6:1.

Las variaciones que puedan experimentar estos factores se tienen en cuenta por medio de verificaciones de precision del $\pm 25\%$.

Justificacion del programa supuesto en cuanto a instalacion de terminales a bordo de los buques.

Se ha elaborado el programa de instalacion a bordo de los buques. Por regla general de 10.000 TRB como m nimo, sin excluir la posibilidad de que se instalen terminales a bordo de barcos de menos de 10.000 TRB.

Tras examinar el programa de instalacion se supuso que ser an principalmente buques nuevos los que llevar an terminales, por lo que se tuvo en cuenta el ritmo de construccion registrado en los ultimos anos, as como el ritmo de incremento previsto en el numero de barcos de mas de 10.000 TRB.

Admitiendo para los buques una vida útil del orden de quince años, para el año 14 del sistema de satélites la mayoría de los barcos que ofrecen interés habrán entrado en servicio desde el año 0 (probablemente 1978). Esto corresponde aproximadamente a una estimación más bien moderada del incremento anual del ritmo de construcción de buques, un 3 por ciento con relación al valor de 575 aproximadamente alcanzado en 1973. Se ha supuesto asimismo que para el año 14 del sistema, un 50 por ciento de los barcos de más de 10.000 TRB que hayan entrado en servicio durante el período de explotación del sistema estarán equipados de terminales. Esto arroja para dicho año un total de unos 7.000 barcos equipados.

Se ha supuesto una media de 200 barcos equipados para el año 1 y de 400 barcos equipados para el año 2. En caso de que funcione un sistema marítimo de satélites durante los años anteriores a la puesta en marcha del sistema que se viene estudiando, y de que haya terminales de barco compatibles, es posible que mejore la situación económica desde el principio. Se ha supuesto además, que el número anual de barcos equipados aumentará entre los años 3 y 14, en virtud de los siguientes efectos contrarios:

- 1) El deseo de los armadores de equipar los buques nuevos habrá de aumentar a medida que el sistema se vaya imponiendo.
- 2) El ritmo de instalación de terminales a bordo de los buques construidos antes del año 0 habrá de disminuir con el tiempo.

Metodo empleado para calcular el trafico por buque y d a

Se han hecho estimaciones de los niveles medios del tráfico telefónico y telegráfico por buque y día a base de modificar pasadas tendencias en el servicio por ondas decamétricas de forma que permitiera tener en cuenta las más altas tasas que cae esperar de un servicio por satélite. Se observó que el tráfico telefónico había aumentado históricamente a un ritmo anual superior en un 6 por ciento aproximadamente al del número de buques de todo el mundo, lo cual llevó a tomarlo como base

para establecer el crecimiento del tráfico telefónico y telegráfico por buque y día.

De la experiencia obtenida de la introducción de circuitos de alta calidad en líneas terrenales que funcionaban anteriormente por ondas decamétricas se dedujo un factor de incremento del tráfico debido al aumento de calidad de un 2.5. Suponiendo un valor plausible para la elasticidad de precios (aún sin calcular), de la demanda del tráfico telefónico (-0,5) se hizo otra modificación de la tendencia básica para el probable nivel de las tasas del servicio por satélite en comparación con las tasas actuales para las comunicaciones en ondas decamétricas (supuestas según la relación de 4: 1V2 a fin de obtener un factor de reducción de las tendencias del 0,6).

Se supuso que las ventajas operacionales de los circuitos telegráficos de alta calidad compensarían tan sobradamente de los efectos del aumento de precios que el tráfico sería en gran parte insensible a los niveles de precios. Para reajustar la tendencia básica histórica se ha aplicado el mismo factor "incrementar de la telegrafía que para el tráfico telefónico. Se ha calculado el tráfico medio actual por buque y día a partir de un pequeño muestrario de los niveles de tráfico nacionales ponderados de acuerdo con la magnitud de las flotas respectivas. Este cálculo ha sido de 2,6 minutos diarios por barco para telefonía y 2 minutos diarios por barco para telegrafía. Los futuros niveles de tráfico por barco y día se han pronosticado por separado para telefonía y telegrafía a base de reajustar por separado la calidad y el precio y de extrapolar el índice de crecimiento histórico.

Adviertase que las necesidades de circuitos y los resultados del análisis económico dependen en grado sumo de las incertidumbres inherentes a las hipótesis sobre niveles de tráfico.

SISTEMAS EXCLUSIVOS

Analisis de sistemas exclusivos

He aquí el método empleado:

Calculos efectuados mediante computador preven una tasa de U\$\$ 4 por minuto para el trafico telefonico y tambien para el telegrafico. Se han hecho asimismo amplios calculos aplicando otras tasas.

Cálculo de gastos, ingresos, movimiento neto de caja por año y valor acumulativo de este movimiento neto anual.

Cálculo del valor acumulativo neto actual del movimiento neto de caja para dos períodos de explotación de 7 años, aplicando un factor de descuento del 15 por ciento, y un margen de precisión de un 10 por ciento.

Determinación del valor residual al término de cada período operativo evaluado (-N años) y del valor neto actual. Para satélites y lanzadores se ha supuesto un valor residual 0 al final del año 14 entendiéndose que para entonces habrá de entrar en servicio una nueva generación.

Partiendo de los cálculos indicados en los párrafos 3º y 4º "supra" se ha determinado el valor acumulativo neto actual del sistema. El sistema está concebido para que se equilibren acumulativamente los gastos y los ingresos en el punto en que dicho valor equivalga a 0.

El punto en que el sistema podría rendir beneficio anualmente sin tener en cuenta el costo del dinero se alcanzaría a la mitad aproximadamente del período necesario para llegar acumulativamente y con descuento al equilibrio de gastos e ingresos.

Cálculo de las tasas de telefonía y telegrafía que permitirían equilibrar los gastos o ingresos del sistema al término de cada año.

Cálculo de la tasa telefónica necesaria para conseguir ese equilibrio todos los años siendo la tasa telegráfica de US\$ 2 por minuto.

Se incluyen únicamente los costos de administración, segmento espacial y estaciones terrenas terrestres. No se han tenido en cuenta ni los costos de las terminales de barco, ni los costos de las líneas terrestres.

Se considera que los siguientes sistemas exclusivos constituyen posibilidades realistas para los primeros 14 años e indicarían para más tarde las repercusiones financieras de las fechas elegidas para introducir el servicio:

- 1) Cuatro/cinco satélites en órbita; esto es, uno activo en cada zona oceánica, uno de reserva en la zona del Atlántico y otro de reserva en tierra.
- 2) Seis/siete satélites en órbita, esto es, un satélite activo y otro de reserva en

cada zona oceánica, más uno de reserva en tierra.

- 3) También se ha examinado una combinación 4/5 - 6/7.

El satélite suplementario mencionado en cada hipótesis resulta necesario para transmitir tráfico durante el segundo período de siete años en la zona del Océano Atlántico.

Se ha supuesto una probabilidad global de averías del orden de 0,25 en las operaciones de lanzamiento y puesta en servicio de los satélites. También se ha supuesto que en cada período de siete años puede quedar fuera de servicio un satélite que haya servido durante cinco años. La necesidad de redondear por exceso o por defecto las consecuencias de una probabilidad global de averías de 0,25 llevó a considerar un enfoque optimista y otro pesimista para la variante.

Los aspectos relativos a la gestión, la explotación y la técnica se han estudiado al establecer los volúmenes de tráfico, los costos y los calendarios de lanzamiento.

Análisis de los resultados

La evaluación de los distintos planes de inversión revelan que sería necesario contar con un aporte neto que oscila entre 220 a 300 millones de dólares calculados para 1979; durante un período inicial de 3 a 4 años, esto permitiría montar un sistema mundial que incluiría el segmento espacial con sus correspondientes estaciones de telemedidas, seguimiento y telecomando, como asimismo la organización que se requiere para operar con eficiencia el sistema.

Los costos de las estaciones terrenas que cada integrante deberá instalar se estiman, también en moneda 1979, en 60 millones de dólares.

Considerando las tasas calculadas en base a los parámetros adoptados en este análisis, se puede determinar de manera empírica que no hay equilibrio en los gastos antes del término del año 14, lo que significa que las respectivas administraciones deberán efectuar los desembolsos necesarios para paliar los déficit de operación durante toda esta fase inicial. En los cálculos también se han efectuado varias consideraciones que permitirían evitar estas pérdidas de comienzo, entre ellas la de efectuar un descuento en las tasas de las estaciones terrestres de un 10%.

En los cálculos obtenidos por computador, se aprecia un equilibrio acumulativo entre los gastos e ingresos para cualquier otro valor en la tasa (*), sean idénticas para los servicios telefónicos y/o telegráficos con la relación 3 a 2. Así, si se estableciera un valor de US\$ 6.00 por minuto para ambos servicios, el equilibrio se alcanzaría en el año 10 del proyecto. Para otro ejemplo de valores considerados de US\$ 10.50 en telefonía y de US\$ 7.00 en telegrafía; aun cuando en orden general son más altos, por el solo hecho de tomar parte en este enlace otro corresponsal, el equilibrio se obtiene en el año 11.

Habida cuenta de que las previsiones de tráfico empleadas para los cálculos son, en términos generales, comparables para los servicios telefónicos y telegráficos, los resultados del empleo de combinaciones de tasas tales como 3 a 1 y 4 a 2, pueden deducirse de los resultados del computador en cuyas formas se ha considerado combinaciones 4 a 4. Así por ejemplo, las tasas de US\$ 9.00 para telefonía y de US\$ 3.00 para telegrafía, o de US\$ 8 y US\$ 4 respectivamente, también permitirían lograr el equilibrio en el año 10.

Para lograr ese equilibrio acumulativo al cabo de 7 años de operación, las consideraciones paramétricas necesarias de introducir al programa elaborado para este fin determinan que habría que aplicar valores de US\$ 10.00 a US\$ 15.00 por minuto telegráfico como mínimo y que se mantuvieran las condiciones de volumen de tráfico consideradas para este trabajo.

Por otra parte, un aumento del orden del 20% en el costo de la inversión retarda en poco más de un año el punto de equilibrio ya mencionado; mientras que una reducción de un 20% en los costos ya mencionados adelanta en 1,8 como promedio el punto de equilibrio.

Lo anterior nos permite determinar la inconveniencia de la participación inicial en un sistema que no logra su financiamiento hasta 14 años después de su inicio, consi-

derando que los valores por las comunicaciones vía satélite serán del mismo costo que las actuales tarifas que cobra el servicio público marítimo.

Adelantar la fecha de equilibrio se hace en base a dos supuestos difíciles de aceptar, como lo son el reducir la proporción de ía tasa que actualmente perciben algunos servicios en la tramitación de comunicaciones marítimas, o bien, el alzar estas tarifas al punto que ellas serán tan altas que es posible que pocos estén dispuestos a requerir de estos servicios, considerando una comunicación telefónica mínima de tres minutos a un punto situado donde está el terminal de la estación terrena de US\$ 45.00.

Otro factor que se tuvo en consideración fue la combinación de satélites a colocar en órbita. La combinación 4/5 con la 6/7 es un poco más cara que la solución 4/5 sola, y comparativamente mucho más económica que la solución 6/7. Aun cuando se requiere una mayor inversión inicial de cerca de un 30% en los cálculos efectuados, la economía en el tiempo que esto significa al dar al sistema una mayor seguridad en la operación, la hace mayormente rentable.

Mientras que una reducción del 15 al 20 por ciento en el factor de descuento adelanta entre uno a dos años el punto de equilibrio acumulativo, una reducción del 40 por ciento en el costo de investigación y desarrollo de un satélite por estabilización triaxial aplicado a los cálculos precedentes afecta al punto de equilibrio acumulativo en bastante menos de un año.

Es evidente que el éxito económico de un sistema exclusivo depende de que se consigan en seguida niveles aceptables de tráfico y de que se adopten adecuados niveles de tasas. Las posibilidades de conseguir niveles aceptables de tráfico siguen siendo una incógnita, pero, tomando como base las estimaciones máximas de tráfico, se vislumbra la posibilidad de un servicio que alcance el punto de equilibrio antes de terminar el período de 14 años de explotación. Si se alcanzan, por ejemplo, los valores máximos de tráfico previstos, y suponiendo niveles de tasas que rindieran US\$ 5 aproximadamente por minuto para telefonía y telegrafía, cabría la posibilidad de satisfacer los costos de estos servicios y de obtener un beneficio de inversión del 15 por ciento anual aproximadamente antes de terminar el período de explotación.

(*) Tasa es el porcentaje, por acuerdos internacionales, que le corresponde recibir a cada organismo que participa con sus instalaciones en la realización de una comunicación entre dos puntos y que se realice entre dos o más estaciones como intermediarios de la misma.

Análisis de la introducción escalonada del servicio

La introducción escalonada del servicio de satélite exclusivo permitiría evidentemente reducir el costo de provisión del sistema, pero tendría también repercusiones en el ritmo de instalación de terminales a bordo de los barcos. Partiendo de la hipótesis de que en el año 1 se ha de brindar servicio en la zona del Atlántico, mientras que en las zonas del Pacífico y del Índico sólo se introducirá el servicio en el año 4, está claro que los barcos que sólo naveguen en estas dos últimas zonas no serán equipados con terminales hasta el año 4. No obstante, se ha estimado asimismo que el escalonamiento puede, hasta cierto punto, tener un efecto disuasivo para el equipamiento de otros barcos. Fue empero imposible determinar un ritmo de instalación de terminales de a bordo para un sistema exclusivo con introducción escalonada del servicio.

Habida cuenta de lo que precede, se ha considerado que el método más adecuado para estudiarlo consistiría en examinar su efecto en los costos mediante una comparación entre el costo de un sistema escalonado y el de otro no escalonado, determinando la medida en que podría tolerarse una pérdida de ingresos sin comprometer por ello los resultados.

Se calculó el costo de un sistema escalonado estableciendo un programa adecuado de lanzamiento de satélites.

El efecto del escalonamiento calculado de esta manera se traduce en una economía de aproximadamente US\$ 50.000.000 en términos del valor actual en el período de evaluación de 14 años.

También podría suponerse que el tráfico no llegará a igualar nunca al que corresponde a las proyecciones de tráfico medio del sistema no escalonado. En tal caso, el valor actual de los ingresos (14 años) para el valor medio de tráfico y tasas de US\$ 4 por minuto tanto para la telefonía como para telegrafía es de unos US\$ 290.000.000 con un tipo de descuento de 15 por ciento (aproximadamente US\$ 445.000.000 a 10 por ciento). El efecto de un retardo de tres años del sistema completo es una pérdida del orden de US\$ 150.000.000 independientemente del factor de descuento. El mismo retardo aplicado sólo a las zonas del Pacífico y del Índico (sin retardo alguno en

la del Atlántico) provocaría una pérdida de unos US\$ 75.000.000. Un retardo de tres años en las zonas del Índico y del Pacífico combinado con una reducción permanente de 25 por ciento en la del Atlántico, se traduciría en una pérdida de US\$ 180.000.000 a US\$ 240.000.000 (tipos de descuento de 15% respectivamente). Se ha supuesto en todo este razonamiento que el tráfico nunca llega a igualar las proyecciones de tráfico medio correspondientes al sistema no escalonado.

Las pruebas no son concluyentes, pero parece probable que la pérdida de ingresos, expresada en términos de valor actual, sería mayor que la economía en los gastos, lograda con la introducción escalonada del sistema de satélite exclusivo.

ANÁLISIS DE UN SISTEMA MULTIVALENTE

Se ha llevado a cabo un análisis económico de un sistema multivalente fundado en documentos facilitados por INTELSAT.

La Rueda no estaba en situación de optimizar la distribución de la capacidad de INTELSAT V entre el servicio fijo y el servicio móvil marítimo propuesto. En cambio, se examinaron las distintas posibilidades elaboradas por INTELSAT, empleando las cifras indicadas en los documentos de este organismo.

La información disponible daba a entender que INTELSAT asignaría al servicio móvil marítimo un costo en la gama comprendida entre:

- 1) El aumento de costo que supondría para INTELSAT la provisión del servicio, y
- 2) Un costo plenamente atribuido, pero teniendo en cuenta el costo de provisión del servicio por otros medios distintos de los satélites multivalentes de INTELSAT.

Algunos de los parámetros técnicos adoptados en los documentos de INTELSAT para los sistemas multivalentes difieren de los anteriormente supuestos en ese análisis (así, por ejemplo, la capacidad, la calidad de los canales y los valores G/T de las terminales de barco). A fin de facilitar las comparaciones se han ajustado dichos parámetros y se han examinado las consecuencias económicas de dichos ajustes.

No se disponía de información económica suficiente sobre el sistema multivalente como para analizar el año en que permiti-

ría equilibrar acumulativamente gastos ingresos, ni las tasas necesarias para conseguirlo dicho año. En particular, los documentos de INTELSAT no especifican el tipo de descuento aplicado. No obstante, existen razones para creer que sería de un 10%

En general, no se ha considerado conveniente la introducción escalonada del servicio móvil marítimo, inherente a los calendarios de lanzamiento ordinarios del INTELSAT V. Al evaluar el costo del sistema se han incluido los gastos estimados por INTELSAT para acelerar el programa INTELSAT V.

Los resultados indican lo siguiente:

- 1) De elegir INTELSAT el sistema de acceso múltiple por distribución en el tiempo (AMDT) en lugar del sistema de modulación de frecuencia (MF) para el servicio fijo, el aumento de costo debido a la provisión del servicio móvil marítimo se reduciría considerablemente.
- 2) El costo parece razonable en el caso de un sistema multivalente que proporcione calidad de canal de 50 dB-Hz, capacidad de 20 canales sobre el Océano Atlántico y valor G/T en la terminal de -7 dB-K, todo lo cual sólo puede considerarse moderado.
- 3) Es posible brindar mayor capacidad o mayor calidad de canales recurriendo a terminales de barco de mayor rendimiento ($G/T = -5$ a -2 dB-K). Esto podría tener repercusiones considerables en los factores económicos generales del sistema.

Se ha expresado preocupación en lo que respecta a la compatibilidad de explotación de los servicios fijo y móvil marítimos. En el análisis económico no se ha intentado examinar este aspecto desde el punto de vista cuantitativo.

COMPARACION ENTRE LOS SISTEMAS EXCLUSIVOS Y MULTIVALENTES

Las comparaciones se han limitado a las deducciones que pueden hacerse a partir de los documentos de INTELSAT de 1973 relativos a los sistemas multivalentes que INTELSAT está en condiciones de ofrecer, y los sistemas exclusivos estudiados.

Habida cuenta de que los parámetros -capacidad, calidad de canal y valor G/T en la terminal de barco- de los sistemas INTELSAT difieren de los parámetros corres-

pondientes al sistema exclusivo propuesto por la Rueda, las comparaciones se efectuaron procediendo de dos maneras:

- 1) Comparando los sistemas multivalentes con los sistemas exclusivos más afines.
- 2) Ajustando los sistemas multivalentes a fin de que sus parámetros resultaran equivalentes a los de los sistemas exclusivos.

A los fines de la comparación indicada ii) del párrafo b), se ha ajustado a 52 dB-Hz la calidad de canal de los sistemas comparables y como el costo que entraña dicho ajuste afecta en proporción apreciable el precio de los terminales de barco.

En caso de adoptarse para el servicio fijo de INTELSAT un sistema AMDT, el aumento del costo que supondría para INTELSAT la provisión de un servicio marítimo se reduciría en cierta proporción. No obstante, este problema merece un estudio más pormenorizado que tenga en cuenta la evolución en fecha más cercana a la entrada en servicio del sistema, ya que el AMDT puede resultar más competitivo en un sistema exclusivo.

El costo de un sistema multivalente podría resultar quizás inferior al de un sistema exclusivo, pero el sistema ofrecido no estaría en condiciones de transmitir el tráfico previsto en el párrafo 2.3 más allá de los primeros cuatro o cinco años sin entrañar gastos suplementarios indeterminados.

La comparación indicada señala que si se modifican los parámetros para ofrecer la capacidad requerida y se tiene en cuenta el efecto de esta modificación en el costo de las terminales de barco, los sistemas multivalentes tal vez resulten menos costosos que los sistemas exclusivos siempre que las tasas de INTELSAT estén en consonancia con su costo suplementario.

Ha sido difícil llevar a cabo esta comparación partiendo de la limitada información disponible, a mediados de 1974, en lo referente a la política de tasación del sistema multivalente. Considerando las hipótesis formuladas y la información de INTELSAT disponible, parece poco probable que dicho sistema resulte menos costoso que un sistema exclusivo. Esta conclusión únicamente es válida si las tasas de INTELSAT están en consonancia con su costo suplementario y si se aplica a las terminales de barco un valor G/T superior a -10 dB-K. Sin embargo, las fechas elegidas para introducir el

servicio y la magnitud de la cobertura serían un factor decisivo.

SISTEMAS HIBRIDOS

En el curso del examen de los aspectos económicos relativos de los sistemas exclusivos y multivalente se elaboró el principio de un sistema híbrido, habiéndose estimado que merecía ser estudiado. En un sistema de esta naturaleza durante los primeros años se brinda el servicio marítimo mediante satélites multivalentes, estableciéndose un sistema exclusivo una vez que la demanda de tráfico rebasa la capacidad del primer sistema. Además, comparando el costo del sistema híbrido con el de un sistema exclusivo equivalente es posible determinar el precio máximo que podría pagarse por el uso de un sistema multivalente sin que por ello dejara de resultar mas economico el sistema h brido que el exclusivo.

Para el estudio de los sistemas h bridos se formularon las siguientes hipotesis:

- i) Los parámetros corresponden a los utilizados en los análisis de INTELSAT, a saber: $G/T = -7\text{dB-K}$ y $C/\text{No} = 50 \text{ dB-Hz}$
- ii) La capacidad del sistema multivalente sería:
 - de 20 circuitos en el Atlántico;
 - de 10 circuitos en el Pacífico, y
 - de 10 circuitos en el Indico.
- iii) El sistema exclusivo ha de reemplazar en todas las regiones al sistema multivalente en los años 5 (estimación máxima de tráfico) ó 6 (estimación mínima de tráfico).
- iv) Los sistemas exclusivos han de utilizar los satélites estabilizados por rotación 2914, lanzados por un cohete Thor-Delta, y con capacidad para 60 circuitos.
- v) Se han supuesto 4/5 satélites en órbita y una baja proporción de averías en el caso de los sistemas exclusivos.
- vi) Se han previsto fechas y cobertura adecuadas para el sistema multivalente.

Los resultados de estos estudios se indican en el cuadro.

CONFIGURACIONES DEL SISTEMA	Costo en millones de US\$ (1979)	
	Estimacion minima de tráfico	Estimacion maxima de tráfico
Costo en valor actual del sistema exclusivo Años 6-14	US\$ 159,5	
Costo en valor actual del sistema exclusivo Años 5-14		US\$ 195,9
Costo en valor actual del sistema exclusivo Años 1-14	US\$ 318,9	
Costo en valor actual del sistema exclusivo Años 1-14		US\$ 326,4
Costo máximo posible del sistema multivalente que hace que el costo del sistema híbrido sea igual al del sistema exclusivo en un período de 14 años	US\$ 159,4	US\$ 130,5

Con el objeto de ilustrar estos resultados se calcularon las tasas correspondientes a tres sistemas híbridos. Se adoptó para el costo de los respectivos sistemas multivalentes el valor que figura en los números 5, 6 y 7, esto es, 117, 206 y 314 millones de dólares EE.UU. respectivamente, aunque

cabe señalar que podría haberse empleado cualesquiera otros valores adecuados. Los resultados, que figuran en el Cuadro, se comparan con el costo de un sistema exclusivo empleado durante la totalidad del período.

Hipótesis de tráfico	Costo total en valor actual del sistema multivalente en millones de US\$ (1979)	Año en que se introduce el sistema exclusivo	Tasa necesaria para lograr acumulativamente el equilibrio entre gastos e ingreso	
			7 años US (\$/mín.)	14 años US (\$/mín.)
1. Mínima	117	6	10,3	4,6
2. Mínima	206	6	15,1	6,0
3. Mínima	314	6	20,8	7,8
4. Mínima	Sistema Multivalente		12,5	5,5
5. Máxima	117	5	7,0	3,2
6. Máxima	206	5	9,9	4,0
7. Máxima	314	5	13,4	5,0
8. Máxima	Sistema Multivalente		7,5	3,4

Al efectuar esta comparación se ha admitido que el costo supuesto para el sistema multivalente está referido a un período de 10 años, pudiendo lograrse un costo inferior si se reduce el período de utilización de dicho sistema. No obstante, se estimó que estas cifras permiten realizar una comparación útil.

Los estudios precedentes han permitido

llegar a la conclusión de que en caso de recurrirse a un sistema híbrido, el costo en valor actual con un tipo de descuento de 15 por ciento del sistema multivalente incluido en la configuración híbrida, no debiera exceder de US\$ 130 M a US\$ 160 M para que dicha configuración resultase globalmente más económica que un sistema totalmente exclusivo.