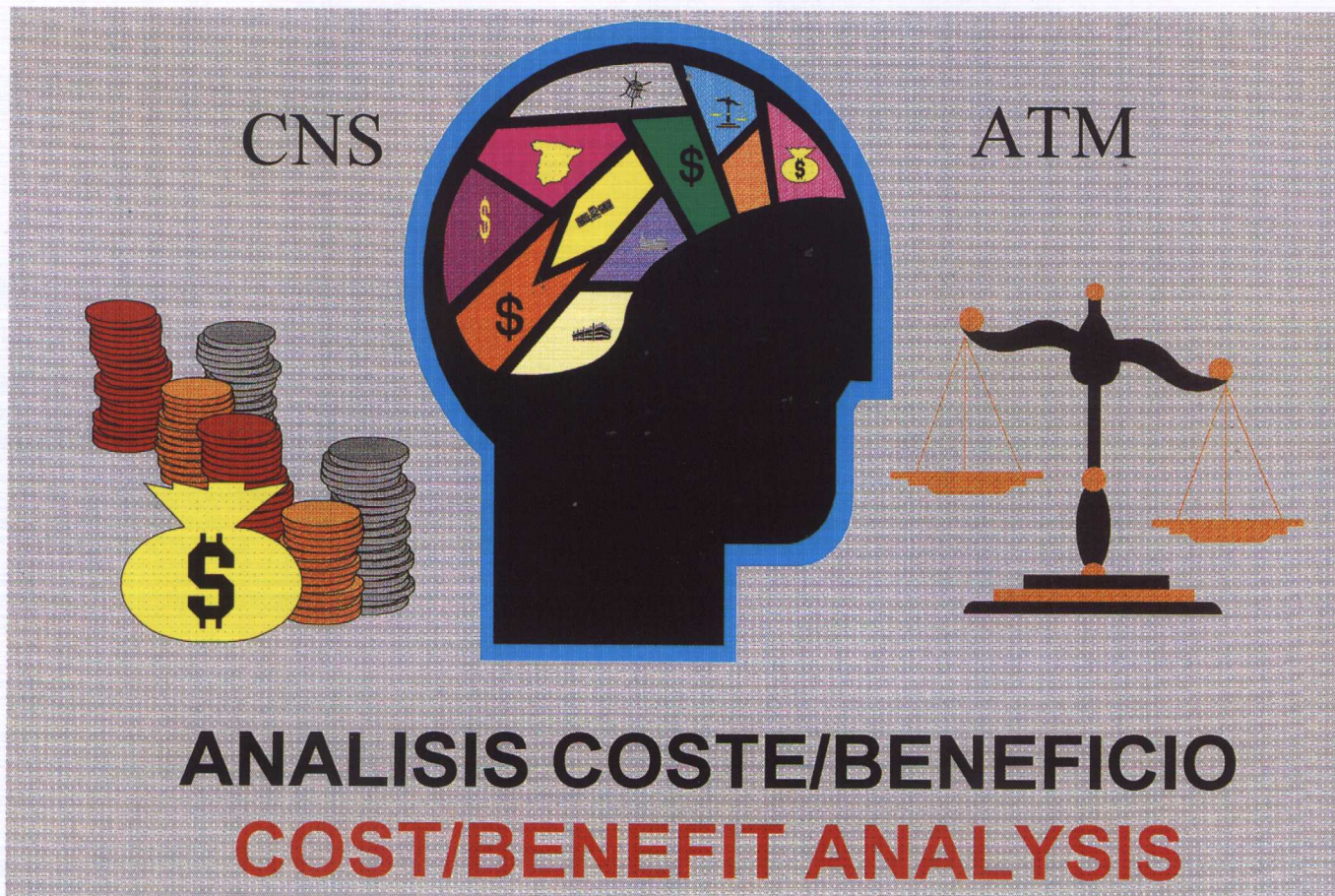


# Análisis coste/beneficio de los sistemas CNS/ATM



## ANALISIS COSTE/BENEFICIO COST/BENEFIT ANALYSIS

El concepto mundial de *comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo (CNS/ATM)* fue ratificado por la X Conferencia de Navegación Aérea de la OACI, en 1991 (ver *ATC magazine* nº 3, artículo titulado *El Comité FANS y los futuros sistemas de navegación aérea*).

La Conferencia reconoció las limitaciones del sistema actual de navegación aérea, diseñado hace ya más de 40 años. Se había hecho cada vez más evidente que el actual sistema ofrecía pequeñas perspectivas de crecimiento futuro. Sus deficiencias eran inherentes al mismo sistema e impedían el futuro desarrollo de la navegación aérea en casi todos los lugares del mundo. También se reconoció que, a nivel mundial, la tecnología basada en satélites, complementada por ciertos

sistemas con base en tierra, podría superar las limitaciones del sistema actual de navegación aérea y satisfacer las necesidades y requerimientos de la aviación civil internacional en el futuro previsible.

La X Conferencia de Navegación Aérea, a la que asistieron 450 participantes, pertenecientes a 85 estados contratantes, y a 13 organizaciones internacionales, había sido convocada con objeto de permitir la diseminación de información, las consultas entre Estados y, finalmente, conseguir la ratificación del concepto de los futuros sistemas de navegación aérea (FANS) por parte de los estados y organizaciones internacionales. Además de los evidentes beneficios tecnológicos del sistema CNS/ATM (FANS), el apoyo para esta ratificación había sido aportado por un extenso estudio económico que indicó

que, a nivel mundial, los beneficios de los nuevos sistemas excedían ampliamente los costes de su implantación. Para ser más precisos, el coste del nuevo sistema mundial, incluyendo los costes de capital, mantenimiento, y gastos de explotación, se había estimado en 1000 millones de dólares americanos por año; los costes que se podrían evitar como resultado de eliminar el actual sistema, ascendían también a 1000 millones de dólares americanos por año; por su parte, las mejoras de eficiencia relativas a rutas y de gestión de aeronaves atribuibles al nuevo sistema, se habían estimado en 5,500 millones de dólares americanos por año.

La Conferencia fue también informada de análisis coste/beneficio relativos a la implantación del concepto FANS en estados particulares y en el Atlántico

Norte, que indicaban que en todos los casos los beneficios totales superaban a los costes totales. Las metodologías aplicadas en dichos estudios se basaban en la elaborada por el Comité FANS y descrita en el informe FANS/4 (Doc. 9524).

En conclusión, la Conferencia hizo notar que allí donde se habían realizado análisis coste/beneficio por parte de los Estados, los beneficios superaban a los costes de implantación del futuro sistema de navegación aérea. Sin embargo, todavía subsistía una inquietud sustancial respecto a los aspectos económicos del concepto FANS. Se destacó que era necesario realizar estudios adicionales, teniendo en cuenta los costes de capacitación y de transición, que no habían sido tratados adecuadamente en los análisis realizados hasta el momento. Se reconoció que la implantación del concepto FANS era eficaz en cuanto a costes a nivel mundial, pero que se requería mayor información respecto a sus repercusiones a nivel regional y de los Estados, de manera individual. Asimismo, se reconoció que, aunque los análisis económicos de coste/eficacia o de coste/beneficio a nivel de Estado eran responsabilidad de los Estados -de forma individual-, la OACI debería proporcionar orientación y asistencia a los Estados con respecto a esta importante labor. A tal fin, la Conferencia formuló las siguientes recomendaciones:

—RECOMENDACIÓN 6/1:  
ANÁLISIS DE COSTE/EFICACIA Y/O COSTES/BENEFICIOS A NIVEL DE LOS ESTADOS.

Que los Estados:

- A) realicen, en forma individual, sus propios análisis de coste/eficacia y/o de costes/beneficios, para determinar cómo se verían afectados por la implantación del concepto FANS;
- B) presten atención en dichos análisis a los costes de capacitación, así como a los costes y beneficios indirectos, incluyendo especialmente los costes de la transición; y
- C) informen a la OACI de la metodología aplicada, las premisas y los resultados de dichos análisis.

—RECOMENDACIÓN 6/2:  
ASISTENCIA DE LA OACI EN MATERIA DE ANÁLISIS DE COSTE/EFICACIA Y/O COSTES/BENEFICIOS.

Que la OACI proporcione información y orientación a los Estados para ayudarles a realizar análisis sobre la eficacia en cuanto al coste y/o de los costes/beneficios de la implantación del concepto FANS, a escala estatal y regional.

### Circular OACI sobre análisis coste/beneficio CNS/ATM

En 1995, OACI publicó la circular 257-AT/106, titulada *Aspectos económicos de los servicios de navegación aérea por satélite*. El material de orientación que se presenta en esta circular constituye un elemento importante de la asistencia de OACI a los Estados, relativa a la Recomendación 6/2.

La circular describe cómo identificar, medir y calcular, los costes adicionales y beneficios asociados a la sustitución de los actuales sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia por los nuevos sistemas CNS/ATM, y cómo utilizar esta información para extraer conclusiones respecto a la viabilidad económica previsible de los nuevos sistemas y de sus repercusiones económicas en los proveedores de servicios (Estados) y usuarios (transportistas aéreos). También se proporciona orientación para ayudar a seleccionar la opción más rentable de implantación.

El texto de orientación sobre coste/beneficio de esta circular se concentra en el enfoque metodológico denominado del *Valor Neto Actual (VAN)*, que tiene en cuenta los costes de transición, y que es ampliamente reconocido y utilizado por instituciones financieras, como las que posiblemente podrían participar en la financiación CNS/ATM. Esta metodología se basa en la comparación entre un *caso proyecto* y un *caso base*, tanto en términos de costes como de beneficios, durante un periodo de unos 20 años. El *caso proyecto* es el caso en el que se implementan los sistemas CNS/ATM (FANS). El *caso base* es el caso en el que no se implementan los sistemas CNS/ATM (FANS), y, en su lugar, se siguen utilizando sistemas de tecnología actual clásica. Aquellos costes

que sean comunes al *caso proyecto* y *caso base* durante todo el periodo del análisis podrían ser excluidos de ambos casos, con objeto de minimizar la complejidad del análisis. La viabilidad económica del caso proyecto dependerá, en gran parte, de que los beneficios totales a obtener del proyecto superen la inversión a realizar.

La *figura 1* corresponde a una descripción general del método seguido en la circular de la OACI para el cálculo del VAN.

El número de horas de vuelo llevadas a cabo por las aeronaves en el espacio aéreo de relevancia es necesario para calcular los costes de las comunicaciones por satélite (ADS, mensajes de enlace de datos controlador-piloto...), los beneficios por eficiencias de vuelo (ahorros de tiempo debidos a rutas más directas...), el número de equipos de aviónica para los que hay que calcular su coste, y otros beneficios y costes. Hace falta, por tanto, un pronóstico de los valores anuales de esta variable en el periodo de 20 años de análisis.

Los costes del *caso proyecto* incluyen no sólo los costes de sistemas CNS/ATM, sino también aquellos costes correspondientes a sistemas de tecnología actual que sea necesario utilizar durante el periodo de transición.

El *beneficio neto* de un año se obtiene restando los costes a los beneficios. Es evidente que los costes del *caso base* son costes evitados y, por tanto, son sumados como beneficios a los beneficios del *caso proyecto*. El *beneficio neto* de un año particular será negativo cuando los costes excedan a los beneficios totales de dicho año.

Al objeto de tener en cuenta el hecho de que un dólar tiene ahora más valor que en el futuro (inflación), es necesario expresar el beneficio neto para cada año futuro en términos de su equivalente en el año base (o sea, habitualmente, el primer año del análisis). Esto se consigue mediante un proceso de descuento que pone todos los beneficios netos generados en cada año sobre una base comparable, permitiendo sumarlos (suma algebraica) para constituir el *Valor Neto Actual (VAN)*. Un valor residual es también añadido a esta suma para tener en cuenta la capacidad remanente que aún tiene el sistema para generar beneficios a partir del final del periodo del análisis (valoración de los activos depreciados que existen al final del periodo del análisis).

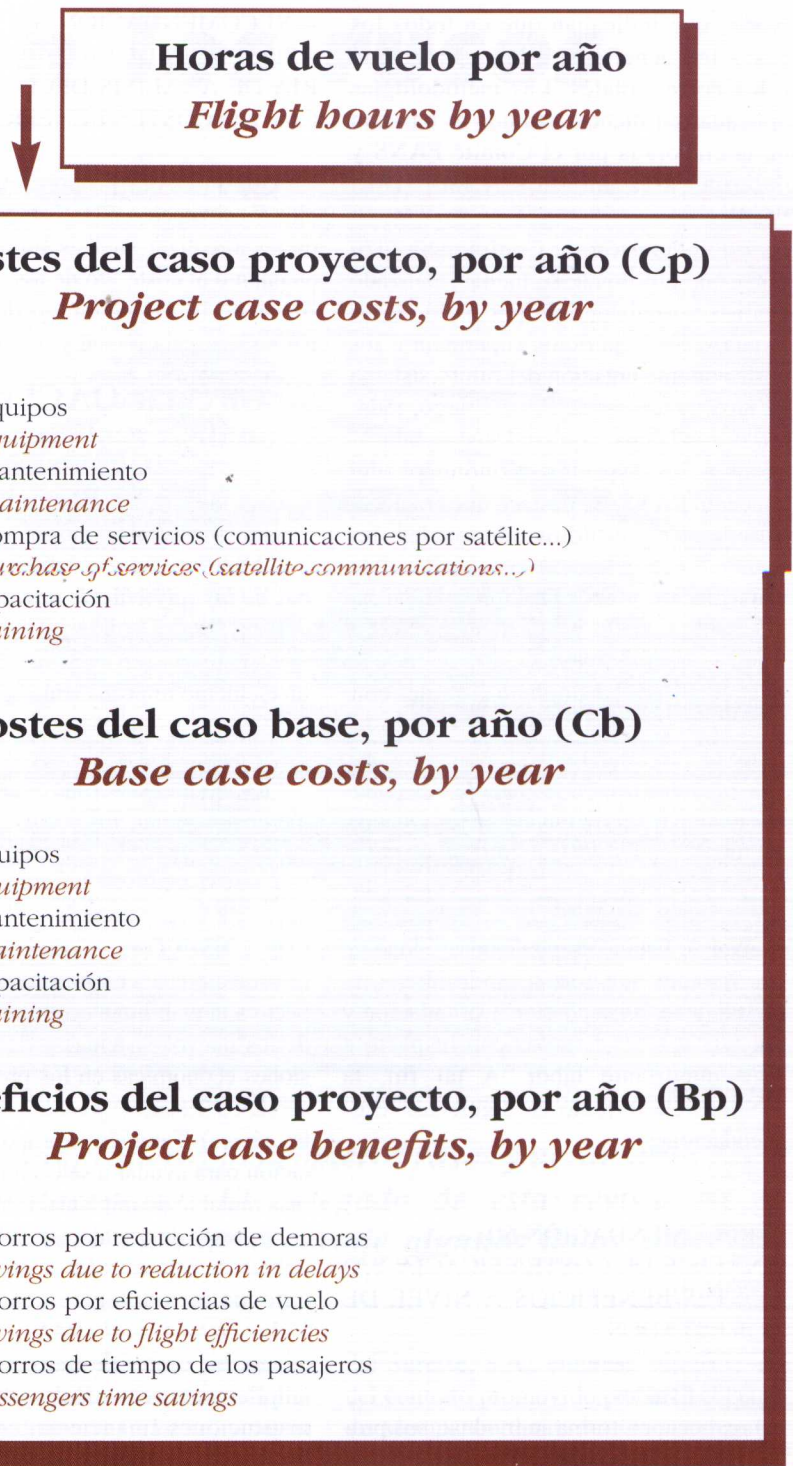
**¿Por qué hacer un análisis coste/beneficio?**

La adopción de los sistemas CNS/ATM (FANS) tiene importantes implicaciones económicas y financieras. Tanto los proveedores de los servicios de tránsito aéreo, como los usuarios de estos servicios, como también las organizaciones financieras, necesitan estar informados de tales implicaciones y convencidos de la viabilidad económica de los nuevos sistemas CNS/ATM. Es importante el determinar por separado el impacto en las administraciones estatales responsables de suministrar los servicios, y en los operadores de aeronaves que los utilizan. Por ejemplo, algunas administraciones estatales podrían estimar que los costes de capital y de explotación de los nuevos sistemas CNS/ATM son superiores a los actuales y, bajo estas circunstancias, podría resultar necesario ajustar las tasas de sobrevuelo (derechos por servicios en ruta) para garantizar que los costes se recuperan plenamente; los análisis coste/beneficio pueden proporcionar orientación en cuanto al alcance y la escala de tales ajustes.

Existen varias opciones técnicas e institucionales para implantar el concepto CNS/ATM. El análisis coste/beneficio puede ayudar a un Estado o a una región a seleccionar la opción de implantación más adecuada a sus circunstancias. El análisis coste/beneficio puede, igualmente, proporcionar orientación en cuanto al momento propicio de implantación de los diversos elementos del nuevo sistema, y ayudar a identificar cuándo se requerirá capital o crédito. El análisis coste/beneficio puede también utilizarse para animar a los usuarios a equipar lo antes posible las aeronaves al objeto de conseguir beneficios.

Podemos concluir que el análisis coste/beneficio CNS/ATM es una importantísima actividad que los Estados deberían llevar a cabo, tal como recomendó la X Conferencia de Navegación Aérea.

David Díez  
AENA



**Costes del caso proyecto, por año (Cp)**  
*Project case costs, by year*

- equipos
- *equipment*
- mantenimiento
- *maintenance*
- compra de servicios (comunicaciones por satélite...)
- *purchase of services (satellite communications...)*
- capacitación
- *training*

**Costes del caso base, por año (Cb)**  
*Base case costs, by year*

- equipos
- *equipment*
- mantenimiento
- *maintenance*
- capacitación
- *training*

**Beneficios del caso proyecto, por año (Bp)**  
*Project case benefits, by year*

- ahorros por reducción de demoras
- *savings due to reduction in delays*
- ahorros por eficiencias de vuelo
- *savings due to flight efficiencies*
- ahorros de tiempo de los pasajeros
- *passengers time savings*

**Beneficio neto por año**  
*Net benefit by year*  
 $Bp - (Cp - Cb) = Bp - Cp + Cb$

**Valor actual neto (VAN)**  
*Net present value (NPV)*

## *CNS/ATM systems cost/benefit analysis*

The global *communications, navigation and surveillance/air traffic management (CNS/ATM) systems* concept, developed by the FANS Committee, was endorsed by the ICAO Tenth Air Navigation Conference in 1991 (see ATC Magazine Nº 3, article titled *El Comité FANS y los futuros sistemas de Navegación Aérea*).

The Conference recognized the limitations of the present air navigation system, designed well over forty years ago. It had become increasingly evident that the present system offered little prospect for future growth. Its shortcomings were intrinsic to the system itself and inhibited the further development of air navigation almost everywhere in the world. It was also recognized that, on a global basis, satellite-based technology, complemented by certain ground-based systems, could overcome the shortcomings of the present air navigation system and fulfil the needs and requirements of international civil aviation for the foreseeable future.

The Tenth Air Navigation Conference, which was attended by 450 participants, from 85 contracting states and 13 international organizations, had been convened to provide an opportunity for disseminating information; for consultations among states; and, ultimately, to obtain the endorsement of the future air navigation systems (FANS) concept by States and international organizations.

Apart from the evident technological benefits of the CNS/ATM system (FANS) concept, support for this endorsement was supplied by a broad economic study which indicated that, at the global level, the benefits from the

new systems greatly exceeded the cost of implementing them. To be more precise, the cost of the new global system, including capital costs, maintenance and operating cost, had been estimated at U.S. \$1 billion (U.S.) per year; avoided costs resulting from the elimination of the existing system also came to U.S. \$ 1 billion (U.S.) per year; and efficiency improvements in the routing and handling of aircraft which were attributable to the new system had been estimated at U.S. \$ 5.5 billion (U.S.) per year.

The Conference was also apprised of cost/benefit analyses relating to the implementation of the FANS concept in individual states and in the North Atlantic which showed that in all instances total benefits exceeded total costs. The methodologies in these analyses were based on that developed by the FANS Committee and described in the FANS/4 Report (Doc 9524).

In conclusion, the Conference noted that where cost-benefit analyses had been carried out by States, benefits had exceeded costs of implementation of the future air navigation system. Nevertheless, considerable concern over the economic aspects of the FANS concept still remained. It was emphasized that there was a need for further studies to take into account the costs of training and transition that were not properly addressed in the analyses until then done. It was recognized that implementation of the FANS concept was cost-effective on a global basis, but more information was required with regard to its implication on regional and individual state levels. It was also recognized that while economic, cost-effectiveness or cost-benefit

analyses at the state level were the responsibility of States individually, ICAO should provide guidance and assist states with regard to this important work. To that end, the Conference developed the following recommendations:

—RECOMMENDATION 6/1:

COST/EFFECTIVENESS AND/OR COST/BENEFIT ANALYSES AT THE STATE LEVEL

That States:

- A) individually perform their own cost-effectiveness and/or cost/benefit analyses to determine how they would be affected by the implementation of the FANS Concept;
- B) in such analyses give attention to the cost of training, and indirect costs and benefits, including in particular the costs of transition; and
- C) inform ICAO of the methodology applied, assumptions and results of these analyses.

—RECOMMENDATION 6/2:

ASSISTANCE BY ICAO IN THE AREA OF COST/EFFECTIVENESS AND/OR COST/BENEFIT ANALYSES

That ICAO provide information and guidance to States to assist them in carrying out cost-effectiveness and/or cost/benefit analyses on the implementation of the FANS concept on a state and region-wide basis.

### **ICAO circular on CNS/ATM cost/benefit analysis**

In 1995, ICAO published circular 257-AT/106 titled *Economics of satellite-based air navigation services*.

The guidance material presented in this circular is an important element of the ICAO envisaged assistance to States related to Recommendation 6/2.

The circular describes how to identify, measure and aggregate the incremental costs and benefits associated with the replacement of existing communications, navigation and surveillance systems with the new CNS/ATM systems and how to use this information to draw conclusions about the expected economic viability of the new systems and their economic impact on service providers (States) and users (air carriers). Guidance is also provided to assist in the choice of the most cost-effective approach to implementation.

The cost/benefit guidance material of this circular focuses on the methodological approach of *Net Present Value (NPV)*, which takes into account transition costs and which is widely recognized and used by financial institutions such as those potentially involved in funding CNS/ATM. This methodology is based on the comparison between a **project case** and a **base case**, both in terms of costs and benefits during a period of such as 20 years. The **project case** is the case in which CNS/ATM (FANS) systems are implemented. The **base case** is the case in which CNS/ATM (FANS) systems are not implemented and current classic technology continues to be used. Costs which are common to both **project case** and **base case** during the whole analysis period could be excluded from both cases in order to minimize the analysis complexity. The economic feasibility of the project case depends, to a large extent, on whether the total benefits to be obtained from the project exceed the investment to be made. *Figure 1* outlines the approach followed in the ICAO circular for the *NPV* calculation.

The number of hours flown by aircraft in the relevant airspace is needed to calculate satellite communications costs (ADS, pilot-controller data link messages,...), benefits due to flight efficiencies (time savings due to shorter routes,...), number of on-board equipments that need to be costed, and other benefits and costs. A forecast of annual values of this variable over the 20-year period of analysis is therefore required.

**Project case** costs include not only CNS/ATM systems costs but also those corresponding to current technology systems that need to be used during the transition period.

The **net benefit** of a year is obtained by subtracting the costs from the benefits. It is evident that the **base case** costs are avoided costs and therefore are added as benefits to the **project case** benefits. The **net benefit** of a year will be negative if the costs exceed the total benefits of that year.

In order to take into account the fact that one dollar now is more valuable than one dollar in the future (inflation), it is necessary to express the net benefit for each future year in terms of its equivalent in the base year (i.e. first year of the analysis). This is achieved by a discounting process which puts all the net benefits generated in each of the 20 years of the analysis on a comparable basis, allowing them to be aggregated (algebraic sum) to form the *Net Present Value (NPV)*. A residual value is also added to this sum to account for the remaining capacity of the system to still produce benefits after the analysis period (valuation of the depreciated assets in place at the end of the analysis period).

## Why cost/benefit analysis?

The adoption of the CNS/ATM (FANS) systems has major economic and financial implications. The providers of air traffic services,

the users of these services, and financing organizations, all need to be advised of such financial implications and convinced of the economic viability of the new CNS/ATM systems. It is important to determine the separate impacts on State administrations responsible for providing the services, and on aircraft operators who use the services. For example, some State administrations may find that the capital and operational costs of the new CNS/ATM systems are greater than at present and that under such circumstances, the en-route charges may need to be adjusted to ensure that the costs are fully recovered; the cost/benefit analysis can give guidance on the scope and scale of these adjustments.

There is a range of technical and institutional options for implementing the CNS/ATM concept. Cost/benefit analysis can help a State or region to choose the implementation option most appropriate to its circumstances. Cost/benefit analysis can also provide guidance on the appropriate timing for implementation of the various elements of the new system and help to know when capital will be needed and credit might be required. Cost/benefit analysis can also be used to encourage users to early equip aircraft in order to achieve expected benefits.

We can conclude that CNS/ATM cost/benefit analysis is a most important task that states should carry out as recommended by the Tenth Air Navigation Conference.

by David Diez

AENA

(Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea)