

A-09/85

INFORME FINAL

Accidente ocurrido el 19 de Febrero de 1985 a  
la aeronave Boeing B-727/256, matrícula EC-DDU,  
en el Monte Oiz (Vizcaya)



## A D V E R T E N C I A

El presente Informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación, con sus causas y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el Anexo 13 al - Convenio de Aviación Civil Internacional y al Artículo 12 del Decreto de 28 de Marzo de 1974, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico sin que se haya - dirigido a la declaración o limitación de derechos ni de responsabilidades personales o pecuniarias. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de futuros accidentes. Los resultados de la investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier expediente sancionador - que, en relación con el accidente, pudiera ser incoado con arreglo a lo previsto en la Ley de Navegación Aérea.



I N D I C E

	<u>Página</u>
ADVERTENCIA .....	III
INDICE .....	V
INDICE DE ANEXOS .....	VIII
INDICE DE ABREVIATURAS .....	IX
SINOPSIS .....	1
1.- INFORMACION SOBRE LOS HECHOS .....	3
1.1 Reseña del vuelo .....	3
1.2 Lesiones a personas .....	4
1.3 Daños sufridos por la aeronave .....	4
1.4 Otros daños .....	5
1.5 Información sobre personas .....	5
1.5.1 Comandante .....	5
1.5.2 Copiloto .....	6
1.5.3 Oficial Técnico de Vuelo .....	7
1.5.4 Tripulación de cabina de pasajeros ...	7
1.6 Información sobre la aeronave .....	8
1.7 Información meteorológica .....	9
1.8 Ayudas a la navegación .....	11
1.9 Comunicaciones .....	13
1.10 Información sobre el aeródromo .....	14

	<u>Página</u>
1.11 Registradores de vuelo .....	14
1.11.1 CVR .....	14
1.11.2 FDR .....	15
1.12 Información sobre los restos de la aeronave e impacto .....	15
1.13 Información médica y patológica .....	17
1.14 Incendio .....	17
1.15 Salvamento y supervivencia .....	17
1.16 Ensayos e investigaciones .....	18
1.16.1 Sistema de Control Automático de Vuelo (AFCS) .....	18
1.16.2 Sistema de Alerta de Altitud .....	20
1.16.2.1 Ensayos .....	24
1.16.3 Errores de lectura en altímetros de tambor y aguja .....	31
1.17 Información adicional .....	38
1.17.1 Antenas Monte Oíz .....	38
1.17.2 Carta de aproximación al Aeropuerto de Bilbao .....	40
1.17.2.1 Carta de aproximación del AIP España .....	40
1.17.2.2 Carta de aproximación de la Compañía .....	41

	<u>Página</u>
2.- ANALISIS .....	42
2.1 Desarrollo del vuelo .....	42
2.2 Actuación de la tripulación .....	50
2.2.1 Piloto a los mandos .....	50
2.2.2 Descenso desde nivel de crucero hasta 5.000 pies .....	52
2.2.3 Actuación desde 5.000 pies hasta el impacto .....	53
2.2.3.1 Fase del vuelo por debajo de la altitud mínima de la maniobra de aproximación intermedia .....	54
3.- CONCLUSIONES .....	63
3.1 Deducciones .....	63
3.2 Causa .....	64
4.- RECOMENDACIONES .....	65

A N E X O S

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E

## INDICE DE ABREVIATURAS

ac	Alto-cúmulos
ADF	Equipo radiogoniométrico automático
AFCS	Sistema de Control Automático de Vuelo
AIP	Publicaciones aeronáuticas internacionales
APP	Oficina de aproximación
APCH	Aproximación
ATC	Control de tránsito aéreo
AUTO	Automático
AUX	Auxiliar
C1	Comandante
C2	Copiloto
C3	Ingeniero de vuelo
cm	Centímetros
cu	Cúmulos
CVR	Registrador de voces de cabina
DME	Equipo medidor de distancias
DOC	Documento
EM	Emisor, emisión
F.A.A.	Agencia Federal de Aviación
FD	Equipo director de vuelo
FDR	Registrador de datos de vuelo
Fig	Figura
ft	Pies

07°/07°	Grados centígrados
GHz	Gigahertzios
G/S	Senda de planeo
IAS	Velocidad indicada
IB	Iberia
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
Kgs	Kilogramos
KHz	Kilohertzios
Km	Kilómetros
Kts	Nudos
Kw	Kilovatios
L	Radiobaliza omnidireccional
LECM	Control Madrid
Lev/Ile	Leves/Ilesos
LOC	Localizador
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
MAC	Punto medio de la cuerda aerodinámica de la aeronave
MAN	Manual
MAR	Marzo
Mbs	Milibares
METAR	Informe meteorológico ordinario
MHz	Megahertzios
min	Minutos
Mod	Modelo
Mts	Metros
mW	Miliwatios

N	Norte
N/I	No identificado
NAV	Navegación
NDB	Radiofaro no direccional
NE	Noreste
N.G.	Norte geográfico
NM	Millas náuticas
N°	Número
n°	Número
núm.	Número
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCT	Octubre
OPS	Operaciones
P/A	Piloto automático
PDC	Sistema de proceso de los datos de actuación.
P/N	Número de la parte (Part number)
QNH	Ajuste de la escala de presión para hacer que el altímetro marque la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar en el aterrizaje y en el despegue.
43°13'42"	Grados, minutos y segundos.
Ref	Referencia
RWY	Pista
SC	Estratocúmulos
SE	Sudeste
Seg	Segundos
S/C	Sobrecargo
S/N	Número de serie.
%	Tanto por ciento

T.M.	Término Municipal
TWR	Torre de Control
UHF	Ultra alta frecuencia
UTC	Tiempo universal coordinado
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
W	Oeste
w	Vatios

Operador: IBERIA

Aeronave Tipo y Modelo: Boeing B-727-256  
Nacionalidad: Española

Lugar del accidente: Monte Oiz de 1.027 mts. de altitud  
30 Km. al SE del Aeropuerto de Bilbao.  
43° 13' 42" N - 2° 35' 24" W (M. Oiz)

Fecha y hora: 19 de Febrero de 1985  
a las 08.27:04 horas

**NOTA:** Todas las horas del presente informe son U.T.C.,  
excepto que específicamente se indique lo contrario.

**SINOPSIS:**

La aeronave Boeing B-727-256 matrícula EC-DDU, de la Compañía IBERIA, que realizaba el vuelo regular IB-610 (Madrid-Bilbao), colisionó con una estructura metálica, soporte de antenas de televisión, situada en el monte Oiz (1.027 mts.).

El B-727 había despegado del Aeropuerto de Madrid-Barajas a las 07.47:00 horas, teniendo prevista su llegada al Aeropuerto de Bilbao (Sondica) a las 08.35:00 horas.

A las 08.22:07 horas la Torre de Control del Aeropuerto de Bilbao tuvo el último contacto con el avión, y hasta pasados unos 40 minutos no tuvo confirmación del accidente.

Del examen de los restos y de su dispersión sobre el terreno se puede deducir que la colisión con la antena se produjo con el ala izquierda y parte inferior del fuselaje, para posteriormente sufrir otros impactos contra el terreno.

Todos los pasajeros (141) y los tripulantes (7) a bordo de la aeronave perecieron en el accidente.

Las condiciones meteorológicas en el Aeropuerto de Bilbao a las 08.00 horas eran las siguientes:

Viento en calma.

Visibilidad 4 Km. con bruma.

1/8 de cúmulos a 3.000 pies.

2/8 de estratocúmulos a 5.000 pies.

2/8 de altocúmulos a 10.000 pies.

QNH 1.025.

Temperatura y punto de rocío 07°/07°.

1.- INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

La aeronave Boeing B-727-256, matrícula EC-DDU "Alhambra de Granada" de la compañía IBERIA en vuelo regular IB-610 (Madrid-Bilbao) despegó del Aeropuerto de Madrid-Barajas a las 07.47:00 horas, teniendo prevista su llegada al Aeropuerto de Bilbao (Sondica) a las 08.35:00 horas.

A las 08.09:58 horas Madrid-Control da la estimada y los datos de la aeronave a la TWR de Bilbao.

A las 08.16:03 horas se establece la primera comunicación entre IB-610 y TWR de Bilbao:

IB-610: "BILBAO TORRE BUENOS DIAS, SEIS UNO CERO".

TWR: "IBERIA SEIS UNO CERO, BUENOS DIAS, ADELANTE".

IB-610: "ESTAMOS LIBRANDO UNO TRES, PARA NIVEL CIEN, VEINTIOCHO FUERA".

TWR: "RECIBIDO IBERIA SEIS UNO CERO, UN MOMENTITO POR FAVOR".

A las 08.16:33 horas, TWR comunica: "IBERIA SEIS UNO CERO PUEDE CONTINUAR DESCENSO, PARA APROXIMACION ILS A BILBAO PISTA TRES CERO, EL VIENTO ES DE CIEN GRADOS TRES NUDOS, QNH UNO CERO DOS CINCO Y NIVEL DE TRANSICION SIETE CERO".

A las 08.16:44 horas, IB-610 contesta: "GRACIAS, DESCENDIENDO PARA MINIMOS DEL SECTOR. CON MIL VEINTICINCO".

A las 08.16:48 horas, contesta TWR: "CORRECTO MIL VEINTICINCO Y SI LO DESEA PUEDE PROCEDER DIRECTO AL FIJO".

A las 08.16:55 horas, IB-610 responde: "VAMOS A HACER LA MANIOBRA ..... ESTANDAR".

A las 08.16:57 horas, TWR acusa recibo: "RECIBIDO, NOTIFIQUE PASANDO EL VOR".

A las 08.22:04 horas la aeronave informa a TWR: "SIETE MIL PIES SOBRE EL VOR, IBERIA SEIS UNO CERO INICIANDO MANIOBRA".

A las 08.22:07 horas TWR acusa recibo: "RECIBIDO SEIS UNO CERO". Esta fue la última comunicación con el IB-610.

### 1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	7	141	-
Graves	-	-	-
Lev./Ile.	-	-	-

### 1.3 Daños sufridos por la aeronave

A consecuencia del primer impacto con la antena, se produjo la pérdida de parte de la llanta de la rueda izquierda y compuerta del mismo lado del tren de morro, tren principal izquierdo y separación total del plano izquierdo. Posteriormente tras los sucesivos impactos en la zona de la ladera noreste del monte Oíz, cubierta de pinos, se produjo la destrucción total de la aeronave.

#### 1.4 Otros daños

Quedaron afectados por el impacto, la estructura metálica de la antena de "EUSKAL TELEBISTA" con la que colisionó la aeronave y numerosos pinos que resultaron destruidos o dañados. La extensión de terreno afectada fue de 20.000 m<sup>2</sup> aproximadamente, en la ladera NE del Monte Oiz.

#### 1.5 Información sobre personas

##### 1.5.1. Comandante

Sexo:	Varón
Edad:	51 años
Título:	Piloto de Transporte de Línea Aérea n° 715
Antigüedad:	19-04-1966
Validez licencia:	07-08-1985
Ultimo reconocimiento médico:	21-01-1985
Calificación B-727:	16-04-1976
<u>Experiencia de vuelo</u>	
Total horas de vuelo:	13.678
Total horas en tipo como Copiloto:	211
Total horas en tipo como Comandante:	4.671
Total horas últimos seis meses:	29
Total horas últimos 90 días:	29

Total horas últimos  
30 días: 17  
Tiempo de descanso  
anterior al vuelo: 72 horas

Nota: En el año 1984, entre el 19 de Junio y el 24 de Julio, hubo huelga de pilotos en la Compañía. Como consecuencia de la misma, el 18 de Julio le fue rescindido el contrato al Comandante. El 19 de Noviembre de 1984, reingresó en la Compañía. Desde esta fecha y hasta el 29 de Noviembre de 1984 realizó el curso precedente. Posteriormente superó las inspecciones de vuelo a que fue sometido.

#### 1.5.2 Copiloto

Sexo: Varón  
Edad: 38 años  
Título: Piloto de Transporte de  
Línea Aérea n° 1.815  
Antigüedad: 16-01-1980  
Validez licencia: 17-04-1985  
Ultimo reconocimiento  
médico: 20-03-1984  
Calificación B-727: 04-05-1981

#### Experiencia de vuelo

Total horas de vuelo: 5.548  
Total horas en tipo: 2.045  
Total horas últimos  
seis meses: 283  
Total horas últimos  
90 días: 143  
Total horas últimos  
30 días: 52  
Tiempo de descanso  
anterior al vuelo: 24 horas

1.5.3 Oficial Técnico de Vuelo

Sexo: Varón  
Edad: 38 años  
Título: Mecánico de vuelo n° 682  
Antigüedad: 21-03-1972  
Validez licencia: 05-03-1985  
Ultimo reconocimiento  
médico: 23-02-1984  
Calificación B-727: 30-06-1980

Experiencia de vuelo

Total horas de vuelo: 2.721  
Total horas en tipo: 2.721  
Total horas últimos  
seis meses: 288  
Total horas últimos  
90 días: 117  
Total horas últimos  
30 días: 50  
Tiempo de descanso  
anterior al vuelo: 48 horas

1.5.4 Tripulación de cabina de pasajeros

Todos los miembros de la tripulación de cabina de pasajeros, estaban en posesión de sus correspondientes certificados, y habían realizado sus cursos de entrenamiento.

1.6 Información sobre la aeronave

Tipo: B-727-256  
 Fabricante: The Boeing Company  
 Fecha fabricación: 1979  
 Núm. de serie: 21.777  
 Matrícula: EC-DDU  
 Propietario: IBERIA, Líneas Aéreas de España

Certificado de

Aeronavegabilidad: n<sup>o</sup> 1.971  
 Fecha última renovac.: 13-05-1984  
 Fecha de caducidad: 13-05-1985

Registro de

Mantenimiento:

Horas totales aeronave: 13.408  
 Ciclos totales: 12.347

	<u>Horas</u>	<u>Fecha.</u>
Total desde la revisión A:	115	29-01-85
Total desde la revisión B:	471	12-12-84
Total desde la revisión C:	928	28-08-84

Motores: Pratt & Whitney JT8D-9A

Posición	N° serie	Tiempo desde overhaul		Tiempo total horas
		Horas/ciclos	Fecha.	
1	665.963	5.094,44/4.475	15-11-82	20.685,44
2	665.795	1.905,37/1.629	04-04-84	23.487,37
3	665.809	775,52/663	21-09-84	22.909,00



QNH ..... 1025

No se preveen cambios significativos.

Hora 08:30

Viento ..... 110/04

Visibilidad general ..... 4.000 mts.

Condiciones presentes ..... bruma

Nubosidad ..... 2/8 sc a 4.000 pies

2/8 ac a 8.000 pies

Temperatura y punto de rocío. 07°/07°

QNH ..... 1026

No se preveen cambios significativos.

En los días 17 y 18 de Febrero, una borrasca en superficie, con un sistema de frentes asociados, atravesó la Península de Oeste a Este. Se desplazó a lo largo del paralelo 40°N., produciendo a su paso abundante nubosidad, especialmente en la mitad norte de España. El día 19 quedaban sobre la Península restos de nubosidad de la borrasca citada. Entre el Golfo de Cádiz y el norte de Marruecos había una baja que originaba nubosidad sobre Andalucía. En Europa había un potente anticiclón de 1.041 mbs, que producía un flujo de viento del primer cuadrante a todos los niveles, hacia la Cordillera Cantábrica, produciendo nubosidad de estancamiento sobre la costa.

La fotografía del Meteosat a las 09.00 horas, confirma la nubosidad de tipo bajo sobre todo el País Vasco, aunque sin formar una capa continua.

Según los Metar del Aeropuerto de Bilbao, entre las 06.00 y 11.00 horas, el cielo estuvo casi cubierto con nubes bajas fragmentadas, con sus bases a dos alturas distintas, 2.500 y 4.000 pies. Debido a la bruma existente, dada la abundante humedad originada durante la noche y la proximidad al Cantábrico, la visibilidad oscilaba entre 4 y 5 Km..

Aunque, según el Anexo 3 de OACI, los datos del Metar sólo son representativos del Aeropuerto y su vecindad inmediata; teniendo en cuenta la situación meteorológica, se puede suponer que las condiciones de nubosidad serían muy similares en un área mayor, posiblemente en toda la zona oriental de la costa cantábrica.

Debido al anticiclón europeo que afectaba al norte de la Península, la nubosidad era estratificada, por lo que los cúmulos y estratocúmulos existentes tenían un espesor aproximado de 1.500 a 3.000 pies.

El viento, en superficie, en el Aeropuerto oscilaba entre 050° y 110° con una velocidad de 3 a 5 nudos, por lo que la visibilidad reducida persistió durante varias horas, dada la velocidad del viento. Esta velocidad era inferior a la que correspondería por la situación meteorológica existente, debido, posiblemente, a efectos de la orografía local de los alrededores del Aeropuerto de Bilbao.

Según testigos próximos a la zona del accidente, ésta se encontraba cubierta de nubes.

### 1.8 Ayudas a la navegación

#### VOR/DME

Señal distintiva:	BLV
EM:	A9W/PON
Transmite en:	115.9 MHz
Coordenadas:	43° 18' 15" N 02° 56' 01" W
Horas de funcionamiento:	24

Situación: A 0.30 NM en un rumbo magnético de 294° del punto de referencia del Aeropuerto.

Potencia: 0.2 Kw

DME: Canal 106X

NDB

Señal distintiva: BLO

EM: NON/A2A

Transmite en: 370 KHz

Coordenadas: 43° 19' 26" N

02° 58' 26" W

Horas de funcionamiento: 24

Situación: A 2.43 NM en un rumbo magnético de 309° del punto de referencia del Aeropuerto.

Potencia: 0.25 Kw

Cobertura: 70 NM

NDB

Señal distintiva: BIL

EM: NON/A2A

Transmite en: 323 KHz

Coordenadas: 43° 11' 17" N

02° 35' 47" W

Horas de funcionamiento: 24

Situación: A 27.070 m de la cabecera pista 30 y a 150 m a la derecha de la prolongación del eje de pista, en el sentido de la aproximación ILS.

Cobertura: 50 NM

L

Señal distintiva: B  
EM: NON/A2A  
Transmite en: 395 KHz  
Coordenadas: 43° 22' 26" N  
03° 02' 01" W  
Horas de funcionamiento: Horario del Aeropuerto  
Situación: A 7.04 NM en un rumbo magnético  
de 320° del punto de referencia  
del Aeropuerto.  
Potencia: 0.02 Kw  
Cobertura: 15 NM

1.9 Comunicaciones

La Torre del Aeropuerto de Bilbao dispone de un equipo de comunicaciones tierra-aire, de las siguientes características:

Aproximación - APP

Servicio: APP  
Señal distintiva: Bilbao APCH  
EM: A3E  
Transmite y recibe en: 120.7 MHz  
Horas funcionamiento: OCT/MAR 06.30/21.00

Torre - TWR

Servicio: TWR  
Señal distintiva: Bilbao  
EM: A3E

Transmite y recibe en: 118.5 MHz  
121.7 MHz (rodadura)  
121.5 MHz (emergencia)  
Horas funcionamiento: OCT/MAR 06.30/21.00

Todos y cada uno de estos equipos reciben en la misma frecuencia en que transmiten y disponen de grabadores, por lo que todas las comunicaciones quedaron registradas.

### 1.10 Información sobre el aeródromo

No afecta.

### 1.11 Registradores de vuelo

La aeronave estaba equipada con un CVR (Cockpit Voice Recorder), y FDR (Flight Data Recorder) que fueron recuperados en el mismo día del accidente, ambos instalados en el cono de cola detrás del mamparo de presión.

#### 1.11.1 CVR

Este registrador era marca Sundstrand, modelo AV-557C, S/N 9060, P/N 980-6005-074 y Date Code 1.078.

Cuando se desmontó se pudo observar que la cinta se encontraba en buenas condiciones para su audición, si bien su protección sufrió ligeros desperfectos.

### 1.11.2 FDR

Este registrador era marca Sundstrand, modelo FA-542, S/N 2724 y P/N-101035-1.

Cuando se desmontó se pudo observar que se encontraba en buenas condiciones para su análisis.

Este equipo registra los siguientes parámetros:

- Tiempo.
- Rumbo.
- Pulsaciones de micro.
- Velocidad.
- Altitud.
- Aceleración vertical.

### 1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La situación del impacto inicial es 43° 13' 43" N-02° 35' 26" W a unos 30 Km. al SE del Aeropuerto de Bilbao. Se produjo contra la estructura soporte de antenas de 54 mts. de altura, cuya base estaba próxima a la cumbre del Monte Oiz en la cota de 1.000 mts.

Este primer impacto ocurre aproximadamente 10 segundos después de iniciado el viraje hacia aproximación final para la pista 30 del Aeropuerto de Bilbao. En éste momento el avión estaba controlado, con un alabeo de 29°, régimen de descenso de 600 pies/minuto y una IAS de 208 nudos. Los motores estaban a baja potencia y el control automático de los mandos de vuelo conectado.

La colisión, contra la plataforma que existía a 42 metros de la base del soporte de antenas, comienza con la parte inferior izquierda del morro, por delante del alojamiento del tren delantero. Continúa rozando la parte inferior izquierda del fuselaje y al colisionar el plano izquierdo éste se desprende.

La compuerta y rueda izquierda del tren de morro, así como otros elementos del mecanismo de accionamiento de compuerta quedan separados en el impacto con la plataforma mencionada, a una distancia lógica próxima a la torre. Algunos elementos del avión desde el morro hasta el encastre de ala, sistema de aire acondicionado, y parte del aislamiento térmico se separan en el impacto. También aparecen congruentemente distribuidos (más cerca del punto del impacto cuanto menor sea la relación peso/superficie) el tren principal y la viga soporte de dicho tren. Por otra parte el plano desprendido gira y choca, contra unas rocas próximas a la cumbre del monte. Se desplaza siguiendo la pendiente del terreno que marca la trayectoria del avión y queda a 620 metros de la torre.

El avión después de perder el ala izquierda ya sin posibilidad de control, sigue el rumbo que tenía en el momento del impacto. Continúa con una trayectoria parabólica en el plano vertical y gira, respecto a su eje longitudinal, en sentido contrario a las agujas del reloj impactando en posición invertida contra la ladera del monte, a 930 metros del soporte de antenas. Continúa avanzando arrasando la floresta, abre una vía en la que va dejando restos de cola y fuselaje anterior-superior, así como parte del motor n° 1. Los restos principales, (tren de morro con la rueda derecha, el tren principal derecho y los motores 2 y 3 completos, así como la parte trasera del fuselaje incluida la escalera cuya zona era fácilmente reconocible en su forma), quedan en una vaguada al final de la ladera.

### 1.13 Información médica y patológica

La naturaleza de los impactos que sufrió la aeronave contra el terreno, después de la colisión con la antena, hizo que este accidente no tuviera supervivientes.

La totalidad de las víctimas presentaban mutilaciones y/o politraumatismos, que fueron la causa de muerte. No hay evidencia de muerte por asfixia o por efecto del fuego.

### 1.14 Incendio

Como consecuencia de los impactos no se produjo un incendio general de la aeronave, sino tan sólo pequeños incendios aislados, producidos por el combustible derramado de los tanques rotos y en contacto con restos metálicos, calentados por la energía generada en el impacto. Las partes más afectadas fueron el cono de cola y los motores.

### 1.15 Salvamento y supervivencia

Aproximadamente a los 40 minutos de haberse producido la última comunicación de la aeronave con TWR de Bilbao, informando de su paso por el VOR, se tuvo confirmación del accidente por una llamada telefónica. Inmediatamente los servicios médicos y contra-incendios de la zona se dirigieron al lugar del accidente. Al mismo tiempo las fuerzas de orden público acordonaron la zona del accidente para proteger los restos y las labores de rescate. El rescate de los restos de los ocupantes de la aeronave, fue complejo, se coordinó en dos etapas, primero hasta la falda del monte y desde allí en heli-

cópteros hasta unos locales habilitados al efecto, en la ciudad de Bilbao, para proceder a su identificación. En el accidente no hubo posibilidad de supervivencia.

## 1.16 Ensayos e investigaciones

### 1.16.1 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO DE VUELO (AFCS)

El avión tenía instalado un equipo de la marca Sperry Mod. SP-150 MBV.

El "Piloto Automático" (P/A) proporciona control en vuelo en los tres ejes del avión y permite realizar aproximaciones en categorías I y II.

Sus mandos están situados en el panel electrónico posterior del pedestal central, accesible a ambos pilotos. Consta de los siguientes elementos (Fig. 1):

- Mando "PITCH SELECTOR", permite seleccionar los modos siguientes:

VERT. SPEED (Veloc. vertical) posición a la que vuelve por resorte siempre que se desactive cualquier otro modo.

PITCH HOLD (mantenimiento del ángulo de ataque).

PDC SPEED (Velocidad programada por el PDC o por el piloto).

IAS HOLD y MACH HOLD (estas posiciones no están activadas en el sistema).

- Mando "VERTICAL SPEED", permite al piloto mandar al P/A un determinado régimen de ascenso/descenso o que mantenga altitud. Si se acciona este mando, el Pitch Selector salta a la posición Vertical Speed, sea cual fuera el modo seleccionado.

- Mando "TURN", controla el avión en alabeo. Puede mantenerse en cualquier posición, teniendo una retención en la posición neutra, requerida para poder conectar el P/A.
  
- Interruptor "HDG SEL", permite que el P/A lleve a la aeronave al rumbo selectado.
  
- Interruptor "ENGAGED-DESENGAGED", embraga simultáneamente los ejes de cabeceo y alabeo, se activa por solenoide al cerrarse los circuitos eléctricos apropiados y salta a la posición DESENGAGED (desembragado), cuando alguno de estos circuitos se abre. Si la apertura de uno de estos circuitos, no es mandada por el interruptor que existe en la palanca de mando de cada piloto, se encienden las luces de aviso "AUTOPILOT DESENGAGED" (rojas intermitentes) de desembrague del P/A, situadas en los paneles frontales de ambos pilotos.
  
- Interruptor de "NAV. SELECTOR", selecciona los modos:
  - AUX. NAV. (esta posición está desactivada en el sistema).
  - NAV. LOC.
  - TURN. KNOB.
  - AUTO G/S.
  - MAN G/S.
  
- Interruptor "ALT. SEL", se utiliza conjuntamente con el selector de altitud para capturar la altitud prefijada. Este interruptor es del tipo "pulsar para conectar", "pulsar para desconectar". En el mismo interruptor existen dos luces: ARM (ambar) y ENG (verde).

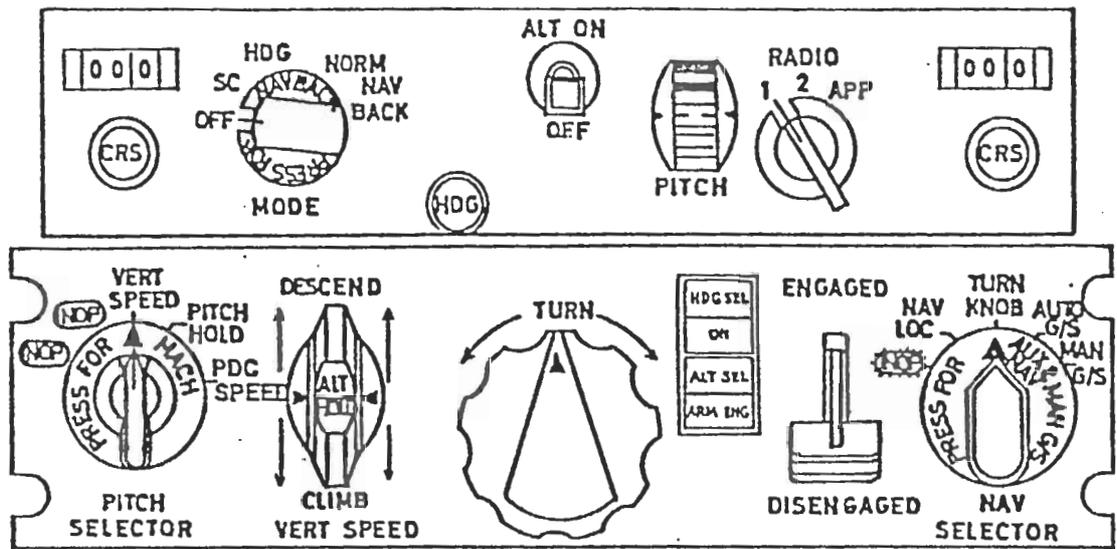


FIG. 1

1.16.2 SISTEMA DE ALERTA DE ALTITUD

El avión tenía instalado un equipo de la marca Sperry siendo su P/N 25933564-908, su S/N 2020312 y su estado de modificaciones A,B,D,E,F,G,J,S según se notifica en su placa de identificación.

Este sistema proporciona señales de aviso visual y audible cuando el avión se desvía ó aproxima a una altitud seleccionada. Esta altitud debe ser previamente ajustada manualmente por uno de los pilotos.

El sistema de alerta de altitud consta de los siguientes elementos (FIG. 2):

- SELECTOR DE ALTITUD, situado en el panel electrónico delantero, accesible a ambos pilotos y compuesto por:

Un mando de ajuste "BARO" con una doble ventana para hacer visible la escala barométrica en milibares y en pulgadas de mercurio.

Un mando de selección de altitud, con el que el piloto puede preseleccionar la altitud requerida en incrementos de 100 ft. hasta un máximo de 49.000 ft. Lo selectado se visualiza en una ventana en la que en caso de fallo del equipo, aparece una bandera de aviso (bandas blancas y negras). Si se selectan altitudes por debajo del nivel del mar, aparece una bandera roja (indicación de altitud negativa). La pínula de mando de selección de altitud, al presionarla, actúa como botón de "RESET" que cambia el modo aproximación/desviación al modo aproximación. Una vuelta completa del selector equivale a una variación de 3000 ft. aproximadamente en el dial indicativo de altitud.

- UNIDAD DE AVISO AUDIBLE, situada en el panel del techo. La señal audible es un tono musical de una duración de 1 ó 2 segundos.
  
- DOS SEÑALES LUMINOSAS, situadas en ambos tableros de instrumentos, llevando impresa en su frontal la identificación "ALTITUDE ALERT".
  
- INTERRUPTOR DE INHIBICION DEL SISTEMA POR POSICION DE FLAPS, situado en el alojamiento de las ruedas del tren derecho. Actúa cuando la posición de los flaps sea mayor de 25°.

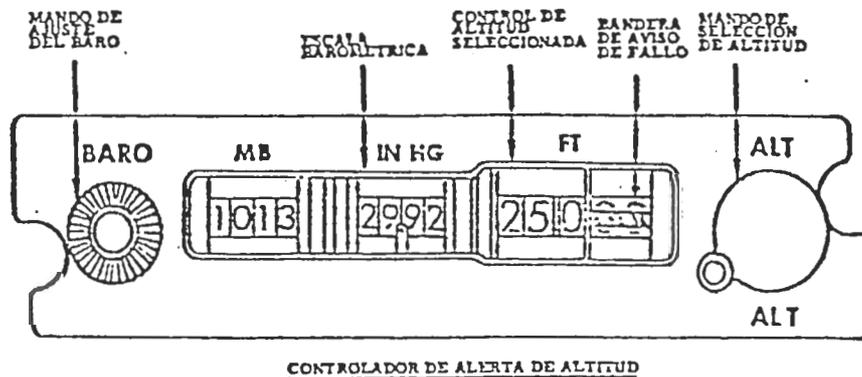


FIG. 2

El sistema de Alerta de Altitud opera según la siguiente secuencia:

Cuando el avión va hacia la altitud selectada y dista de ella 900 ft., se activa el generador de audio y se encienden las señales luminosas con luz ambar fija. Cuando continua acercandose a la altitud selectada y dista de ella 300 ft., se apagan las señales luminosas y el sistema pasa automáticamente al modo desviación. Mientras que la diferencia de cota entre la altitud del avión y la altitud selectada sea menor de 300 ft. no hay ninguna señal de aviso. Si se desvía más de 300 ft. de la altitud selectada, se activa el generador de audio y se encienden las señales luminosas de forma intermitente; estos destellos durarán hasta que se aleje 900 ft. de la altitud selectada. A partir de este momento el sistema se rearma automáticamente al modo aproximación.

Generalmente se utiliza el sistema de Alerta de Altitud conjuntamente con el P/A, en este caso la secuencia de funcionamiento es como sigue ( Fig. 3 ): una vez que el piloto haya

selectado la altitud deseada y haya ajustado con el mando "BARO" la presión barométrica, se pulsa la pínula del selector de altitud para efectuar el "RESET", el conjunto se arma pulsando el interruptor "ALT SEL" situado en el panel de control del P/A, encendiéndose la luz ARM (ambar) situada en el mismo interruptor. Cuando el avión pasa por los 900 ft. con respecto a la altitud selectada, se activa el generador de audio, se encienden las señales luminosas "ALTITUDE ALERT" con luz fija ambar en los paneles de ambos pilotos; cuando el avión continua acercandose a la altitud selectada y dista de ella 300 ft., se apagan estas luces y dependiendo del régimen de descenso y del error de altitud a una distancia prefijada de la selectada se apagará la luz ARM (ambar) y se encenderá la luz ENG (verde) que indica que el avión ha cambiado a modo ENGAGED comenzando la nivelación hacia la altitud selectada, hasta su captura cambiando a modo captura. Esta luz permanecerá encendida hasta que el avión abandone la altitud capturada.

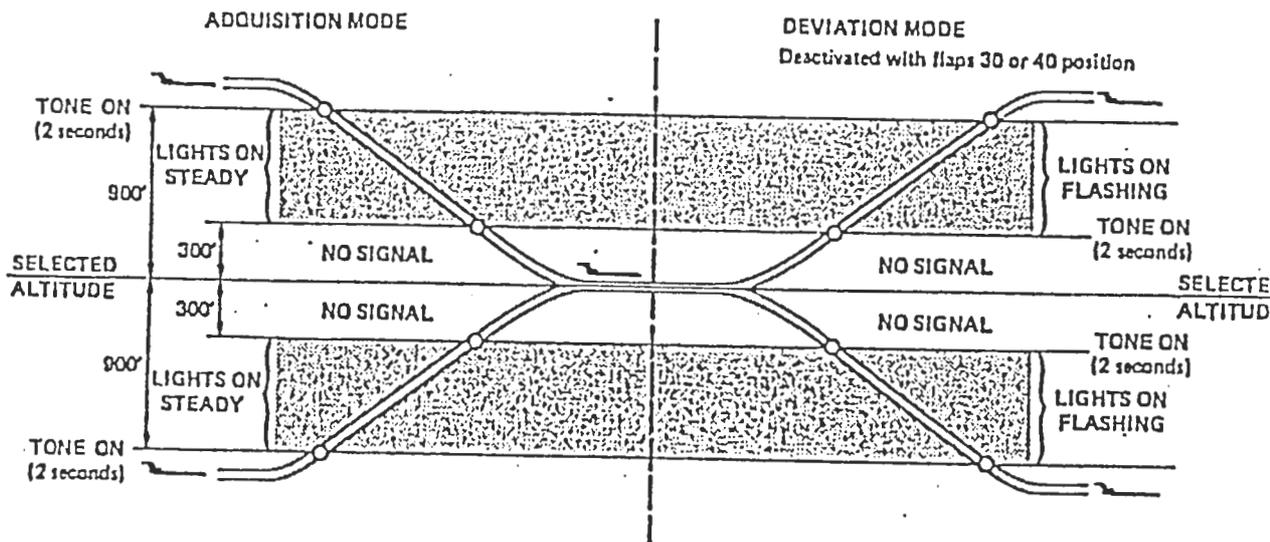


FIG. 3

1.16.2.1 ENSAYOS

Se han efectuado ensayos sobre la actuación del sistema de Alerta de Altitud:

A).- Ensayos en laboratorio

B).- Ensayos en vuelo

A).- Ensayos en laboratorio

1.- El equipo de Alerta de Altitud fue recuperado de entre los restos de la aeronave, estaba bastante dañado por los impactos. En la ventana de selección de altitud, el tambor de las decenas de millar aparecía sin dígitos (indicando una selección menor de 10.000 ft.), en el tambor de las unidades de millar aparecía el dígito 4, y en el tambor de las centenas aparecía el dígito 3.

De las ventanas de selección barométrica sólo era visible la de pulgadas de mercurio (indicando 30.27, que corresponde a 1.025 Mb.). La ventana de Mb. había desaparecido.

Se comprobó que los tambores de las decenas y de las unidades de millar, estaban bloqueados, no giraban respecto a su eje. Se pudo observar que la chapa superior de cierre del equipo, como consecuencia de los impactos, estaba separada y doblada hacia afuera, permitiendo ver en su cara interior la señal dejada por una rueda dentada del sistema mecánico de transmisión del

selector de altitud, por lo que hizo suponer que hubo un primer impacto que bloqueó los ejes de las ruedas que arrastran estos tambores.

El tambor de las centenas permitía un ligero movimiento del dígito 3 al dígito 2, (con este movimiento no se producía arrastre de la transmisión mecánica). Los tambores de dígitos de la ventana indicadora de presión en pulgadas de mercurio, se podían mover.

Por todo ello, se consideró la posibilidad de estudiarlo en laboratorio por si las posiciones de la parte mecánica del sistema o sus componentes electrónicos permitían determinar la última selección de altitud.

Una vez analizado se comprobó que no era posible obtener otras conclusiones aparte de las indicadas anteriormente, principalmente porque de los componentes electrónicos faltaba el sincro fino que se había perdido en el accidente, el sincro grueso se encontraba fuera de su posición de bloqueo con el eje de su rotor girando libremente, y el componente mecánico no tiene posición de referencia inicial.

2.- Para efectuar un análisis del comportamiento del sistema se utilizó un equipo análogo al recuperado en el accidente (marca SPERRY, P/N 2593564-908, S/N 3120447 y con un estado de modificaciones similar). Se realizaron dos

tipos de ensayos: estudio de funcionamiento como sistema independiente y como sistema conectado al P/A.

2.1 Como equipo independiente se comprobó que la secuencia de funcionamiento coincidía, tanto en señales acústicas como luminosas, con lo descrito en el apartado 1.16.2. Se observaron variaciones de +/- 50 ft. en la actuación de las señales respecto a lo establecido.

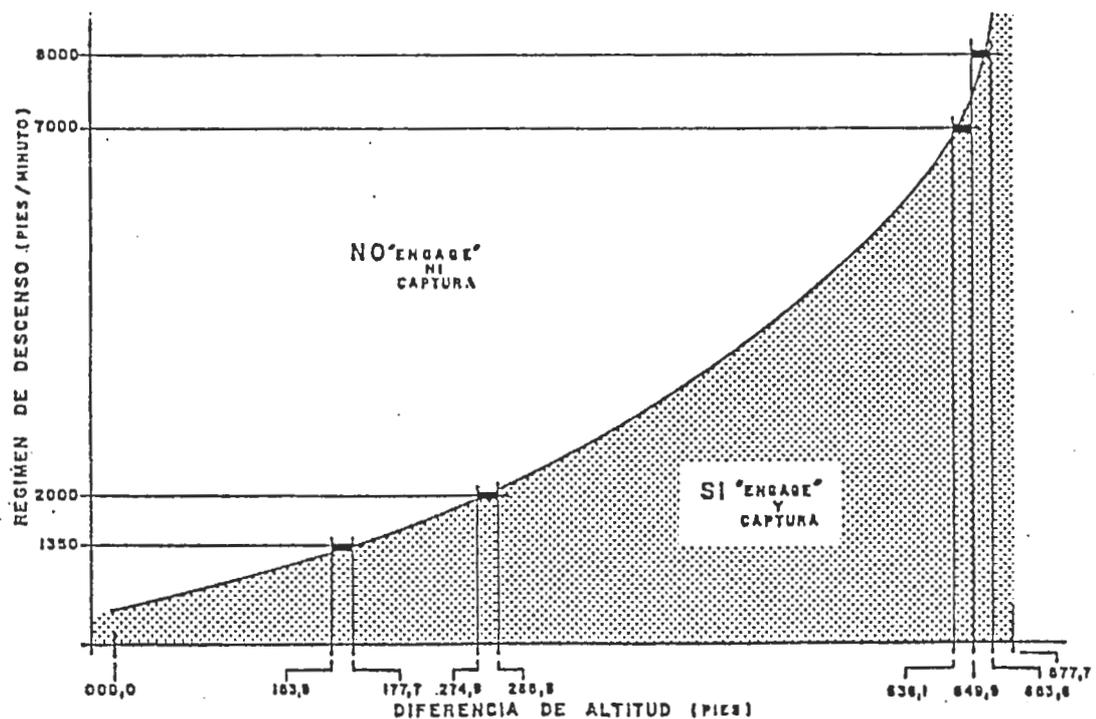
Manteniendo una altitud, cualquier cambio es interpretado como un alejamiento de la altitud selectada anteriormente, por lo tanto, moviendo el dial hacia una nueva altitud, tendremos aviso acústico y luminoso intermitente.

Cuando el sistema está en modo de desviación si se pulsa "RESET" cambia a modo de aproximación y puede producirse una señal acústica momentánea.

2.2 Como sistema conectado al P/A, y una vez sometido el conjunto a su secuencia lógica de funcionamiento, es decir: estableciendo referencia barométrica, fijando en el selector de altitud la altitud deseada, realizando un RESET, selectando modo de cabeceo y armando el sistema, podemos reseñar los siguientes resultados:

- Una vez armado el sistema, al seleccionar el modo de cabeceo (con el VERT SPEED). El régimen de aproximación a la altitud selectada tiene que hacerse de acuerdo con la posición del avión respecto a dicha altitud. Si el avión se encuentra por encima de la altitud selectada, la rueda de régimen de descenso, deberá moverse hacia la posición DESCENT. Si el avión está por debajo de la altitud selectada y la rueda se mueve hacia la posición DESCENT el sistema no realiza la fase de ENGAGE y el avión estaría siempre descendiendo. (La luz ARM permanecería encendida).

- La fase ENGAGE comienza en un punto variable dependiendo del régimen de descenso y del cálculo de diferencias de altitud realizado por el sistema.



- SI SE PULSA LA TECLA "ALT SEL" SE ENCIENDE LA LUZ DE ARMADO.  
 - ZONAS DE TOLERANCIA.

- Al comenzar la fase de ENGAGE, se enciende la luz ENG (verde) y se apaga la luz ARM (ambar), el mando PITCH SELECTOR pasa a la posición VERT SPEED, el avión inicia una suave maniobra de aproximación a la altitud selectada. Esta acaba en el punto de captura.
  
- Cuando el equipo de selección de altitud detecta que está entre 40 y 10 ft. respecto a la altitud selectada, se activa el modo captura pasando el P/A al modo ALT HOLD, desactivandose el modo ALT SEL.
  
- Alcanzado el punto ENGAGE, si se mueve la rueda VERT SPEED se desactiva el modo ALT SEL, lo que origina que el avión continúe con el régimen manualmente selectado.
  
- Al pulsar "ALT SEL" por debajo de un punto que se denomina de "indecisión" y que está próximo al punto de ENGAGE (menor que éste último entre 25 y 50 ft.) en el equipo se encenderá la luz ARM de armado, pero no se realizará la fase ENGAGE, quedando la luz ARM (ambar) encendida. El avión continuará con su régimen de descenso sin capturar la altitud selectada, y se producirán las señales acústicas y luminosas de alejamiento.

B).- Ensayos en vuelo

Se realizaron pruebas con aviones del mismo tipo, sometiéndoles a diferentes regímenes de descenso, obteniendo los siguientes resultados:

- La secuencia de luces y señales audio responde a lo expuesto en la descripción del sistema, si bien, el punto de ENGAGED (función del régimen de descenso y de la diferencia de altitud calculada), varía del observado en el comportamiento del sistema en laboratorio, por tener como referencia el altímetro de la aeronave.
- Para que la operación de captura se lleve a cabo hay que conectar el interruptor "ALT SEL" del P/A antes de que se llegue al punto de ENGAGED (con una tolerancia de 25 ft.); si se conecta con posterioridad la aeronave no captura y continua su descenso.
- Si se arma por debajo de la selectada la aeronave no recupera la altitud seleccionada sino que continúa el descenso.
- Una vez efectuado el armado, si dentro de la fase de ENGAGED se mueve manualmente el mando "VERT. SPEED", se pierde la condición de captura y la aeronave continua descendiendo con el régimen manualmente selectado.
- Si una vez efectuado el armado se desembraga el P/A por cualquier circunstancia, se mantiene el sistema de alerta de altitud selectado pero no armado. No recupera su condición de armado aunque se embrague de nuevo el P/A.

- Con regímenes de descenso próximos a 2.000 ft./min., partiendo de una altitud de referencia, con selección de nueva altitud y armado del sistema antes de abandonar dicha altitud; según la diferencia entre la altitud de referencia y la altitud selectada, se observa:

Para diferencias superiores a 900 ft., al ajustar en el selector de altitud la nueva cota de altitud a capturar, sonó en primer lugar, el aviso de audio de alejamiento de 300 ft. y las señales luminosas "ALTITUDE ALERT" quedaron apagadas (ya que, en el dial, el paso de 300 ft. a 900 ft. en alejamiento es rápido, y no dá lugar a que se aprecie la secuencia de funcionamiento de luces). Al pasar, en el dial, por los 900 ft. en alejamiento el sistema quedó en modo aproximación, y una vez armado e iniciado el descenso, el avion capturó la altitud selectada, de acuerdo con su secuencia normal.

Para diferencias iguales o inferiores a 900 ft. y superiores a su punto de "indecisión" (aproximadamente 300 ft.), al ajustar en el SELECTOR DE ALTITUD la nueva altitud a capturar, sonó en primer lugar el aviso de audio de alejamiento de 300 ft. y las señales luminosas "ALTITUDE ALERT" quedaron encendidas con luz intermitente. Una vez armado e iniciado el descenso, la captura de la altitud selectada se desarrolló según su secuencia normal. Volviendo a repetir la operación para la misma diferencia, una vez selectada y armada la nueva altitud, se

pulsó la pínula del selector oyendose un aviso audio y el sistema pasó a modo aproximación con lo que las señales luminosas "ALTITUDE ALERT" quedaron encendidas con luz fija, el resto de la operación se realizó según su secuencia normal. Para diferencias iguales o menores a 300 ft. el sistema no captura, por haber sobrepasado el punto de "indecisión".

Para regímenes superiores e inferiores se obtuvieron las mismas secuencias, teniendo en cuenta la variación existente entre sus puntos de "indecisión".

### 1.16.3 ERRORES DE LECTURA EN ALTIMETROS DE TAMBOR Y AGUJA

Consultada la amplia bibliografía sobre el tema, se seleccionaron los siguientes documentos:

- NASA TM - 81967 "How a Pilot Looks at Altitude".
- NASA CR - 3306 "Instrument Scanning and Controlling: Using Eye Movement Data To Understand Pilot Behavior and Strategies".
- NASA TP - 1250 "Airline Pilot Scan Patterns During Simulated ILS Approaches".
- NASA CR - 1535 "The Measurement and Analysis of Pilot Scanning and Control Behavior During Simulated Instruments Approaches".
- "HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN". McCormick, Ernest J.
- "HUMAN FACTORS DESIGN HANDBOOK". Woodson

De ellos se han extraído diferentes párrafos que pueden ser de aplicación al análisis de este accidente, habiendo tomado básicamente los dos primeros documentos.

Hipotéticamente, un "buen instrumento" es aquél que es fácil de leer y ofrece al piloto la información que busca y necesita. El anemómetro es un "buen instrumento". Se lee con una sola fijación y proporciona la cantidad de información necesaria. El altímetro de tambor y aguja probablemente no es un "buen instrumento" porque hay veces que requiere de dos fijaciones, una para leer la aguja y otra para leer el tambor. Hay veces que ambas se pueden leer a la vez y hay veces que el piloto solo leerá una.

La cantidad de tiempo necesaria para leer un instrumento se puede medir por el tiempo de fijación de la mirada dentro de los límites de ese instrumento. En la práctica esto no es posible ya que no se tiene en cuenta la importancia relativa de la información. En términos de procesamiento de la información humana, la calidad de un instrumento puede ser factor a considerar a la hora de determinar el tiempo del proceso perceptivo/cognitivo como parte de la carga de trabajo cognitiva.

Lo más importante es la carga de trabajo y el tipo de vuelo según sea automático o manual. Con piloto automático los chequeos son más rápidos (los tiempos de fijación más cortos). Pero el hombre aumenta la velocidad a costa de la precisión. Esto incluye dos posibilidades: en automático la imagen de la posición del avión es menos precisa y/o será menos probable de detectar una desviación significativa del avión en automático que lo pueda ser en manual.

Otra consideración es la duda psicológica. Los movimientos de los pilotos son pronosticados por lo que saben o creen saber acerca de la posición del avión. Las dudas acerca de un parámetro aumentarán desde el momento de su última comprobación y serán sopesados en función de la importancia que

se le dá al parámetro. El conocimiento acerca de una altitud inicial y un régimen de descenso constante puede producir un lento aumento de la incertidumbre. Debido a la redundancia de instrumentos, el aumento de la incertidumbre no dependerá necesariamente del tiempo transcurrido desde la última mirada a un instrumento en particular.

El movimiento del ojo sugiere que el altímetro es un instrumento de baja prioridad, a pesar del hecho de que instructores y pilotos pretenden que sea alta.

Esta afirmación no es inconsistente con el comportamiento de su mirada si nosotros incluimos la información secundaria disponible desde otros instrumentos. La información de altitud puede tener alta prioridad pero la incertidumbre aumentará lentamente manteniéndola en posición de baja prioridad respecto a otros parámetros.

El nivel de incertidumbre para un parámetro dado será función de la memoria del piloto (respecto a su mirada previa), su integración de esa información dentro del conjunto de la imagen, la cual dependerá de su información más reciente de otros instrumentos correlacionados, y su predicción basada en la integración.

Los argumentos presentados aquí implican que el piloto podría saber la altitud de manera bastante precisa sin haberla mirado durante un rato. Midiendo la precisión de una respuesta verbal en relación con el tiempo desde que el piloto miró al instrumento, se podría dar una indicación razonable de su incertidumbre.

Los tests, de los que se obtienen los resultados que se describen a continuación, se hicieron en un simulador certificado por la F.A.A.; el único cambio en el panel de instrumentos fue incorporar un oculómetro óptico, que se montó debajo del ADF y detrás del panel. Se montó una cámara de

televisión detrás del piloto para poder ver el panel de instrumentos y se puso un monitor de televisión detrás del asiento del piloto para permitir al director del test observar los puntos de fijación de la mirada del piloto sobre dicho panel.

En aproximación ILS los pilotos solo miran el altímetro de un 3 a un 6% del tiempo total. Aún así, tienen información de altitud por la senda de planeo y las barras del F.D..

Los resultados de estos tests demuestran que los pilotos miran poco la ventanilla de miles de pies (aparentemente porque es difícil de leer), como indica el tiempo de fijación medio de 0,6 segundos.

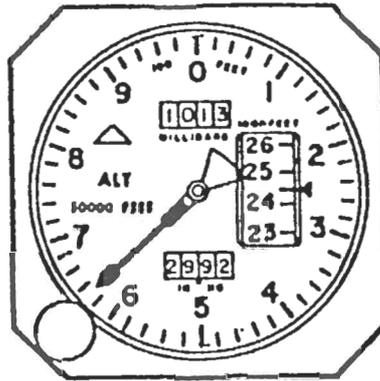
El diseño de altímetro normal no es del todo adecuado, como lo indica el número de accidentes/incidentes debidos a lecturas erróneas.

Se hizo un estudio para averiguar el porcentaje de pilotos que habían leído mal o habían visto a otros pilotos leer mal el altímetro de tambor. Los resultados sobre 169 pilotos que respondieron fueron: 137 declararon que habían leído mal el altímetro y 134 declararon que habían observado a otro piloto leerlo mal (el 85% de cada grupo dijeron que les había ocurrido en más de una ocasión). Los resultados de este estudio indican también que un número sorprendente de lecturas erróneas (50) ocurren en fase de aproximación.

Algunos comentarios de pilotos relativos al altímetro de tambor son:

- 1° "Este altímetro necesita más concentración de la que debería ser necesaria para poder leerlo correctamente".
- 2° "La ventanilla es una complicación en el instrumento y es bastante pequeña, muy a menudo requiere una doble mirada y apartar la atención de la aguja. Otros instrumentos

requieren solamente un único punto de atención visual para comprenderlos y no apartar, retrasar o complicar la comprobación de los instrumentos".



- 3° "Las lecturas erróneas parecen ocurrir siempre a baja altitud, cuando la atención está dividida entre más actividades".
- 4° "Cuando las situaciones son de mayor stress se producen más lecturas erróneas."
- 5° "Una rápida mirada después (de algún tiempo) puede usualmente inducir a leer 1000 pies de error si la indicación está a la mitad de dos miles de pies."

Los pilotos consideran, normalmente, al altímetro como el tercer instrumento más mirado en el avión (con el F.D. primero y el Anemómetro después). De hecho cuando preguntamos, algunos pilotos contestaron que ellos gastaban de un 20 a un 25% de su tiempo en el altímetro. Otros estudios realizados con estos mismos pilotos (Ref. Nasa TP-1250) indican que, para todas las condiciones del test, gastan por término medio de un 3 a un 6% de su tiempo mirando los altímetros. Esta discrepancia entre la opinión de los pilotos y el tiempo real gastado en el altímetro, puede no ser tan mala como parece a primera vista.

Las indicaciones son que, mientras el piloto puede estar preocupado acerca de su altitud el 25% de su tiempo, ello no equivale a gastar todo este tiempo mirando el altímetro. En la parte recta y nivelada de la fase de aproximación, una vez establecida la altitud, el piloto puede utilizar la barra horizontal del F.D. para indicar su posición con respecto a la altitud deseada u otras señales que pueden indicar si se está efectuando un cambio de altitud. Cuando se empieza a descender hay otros instrumentos que también dan información de altitud.

Citando un piloto de test de NASA: "en la senda el altímetro lo es todo pero relegado. Mis fuentes de información son: 1° la senda, 2° las barras del F.D. y 3° cuando están presentes, los avisos del segundo piloto". Mientras que los dos primeros no dan información absoluta de altitud, sí dicen al piloto donde está con respecto a su altitud deseada y en que punto de su aproximación. Por lo tanto, mientras que un piloto puede en realidad gastar hasta el 25% de su tiempo preocupado con la información de la altitud, no es necesario, sin embargo, que gaste todo ese tiempo mirando el altímetro.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Las referencias (NASA TP-1250 y NASA CR-1535) indican que los pilotos, cuando vuelan aproximaciones simuladas tienen un tiempo medio de fijación en el altímetro comprendido solo entre 0,3 y 0,6 segundos. También se comprobó que el piloto mira al lado izquierdo del altímetro incluso cuando la aguja está marcando en el lado derecho. Esto hizo necesario volver a analizar los tiempos de fijación y dividir el altímetro en tres zonas: lado izquierdo, lado derecho y ventanilla.

Se tomaron los datos de siete pilotos que realizaron un total de 108 aproximaciones simuladas.

301, iniciando aquí la aproximación final al interceptar la senda de planeo.

De acuerdo con el citado DOC-8168, el área de aproximación intermedia se estableció, hacia fuera del fijo 13 DME, con una longitud de 8,5 NM, y una anchura de 8 NM (5 NM desde el rumbo en el lado del viraje reglamentario y 3 NM en el otro lado).

Según el DOC-8168 no se hará la aproximación intermedia a una altura inferior a 300 m. (1.000 pies) sobre todos los obstáculos dentro de su área.

Cuando se hizo el estudio de maniobras posibles, teniendo en cuenta la topografía del lugar, se comprobó que el Monte Oiz (1.027 m.), era el obstáculo determinante para fijar la altitud mínima en la maniobra de aproximación intermedia, por lo que ésta quedó establecida en 1327 m. (4354 pies).

Hechas las comprobaciones necesarias, la carta de aproximación VOR/DME ILS RWY-30, fue aprobada y publicada. Entra en vigor el día 14 de Noviembre de 1981. En la carta de aproximación no figuraba la cota del Monte Oiz.

En la fecha del accidente estaba en estudio la realización de una nueva carta de aproximación al Aeropuerto de Bilbao, de acuerdo con el Doc.-8168 Segunda Edición de 1.982, que había reemplazado a todas las ediciones anteriores, desde el 25 de Noviembre de 1.982.

#### 1.17.2.2 Carta de aproximación de la Compañía.

Estaba de acuerdo con el AIP España. Tampoco figuraba la cota del Monte Oiz.

## 2.- ANALISIS

### 2.1 Desarrollo del vuelo

La aeronave Boeing 727, matrícula EC-DDU de la Compañía Iberia, despegó del Aeropuerto de Madrid (Barajas) a las 07.47:00 horas, del día 19 de Febrero de 1.985 para realizar el vuelo regular IB-610, con destino al aeropuerto de Bilbao (Sondica).

No hay evidencia de ninguna anomalía en la preparación previa al vuelo. Era el primer vuelo del día que realizaba la tripulación, que había tenido, como mínimo, un descanso previo de 24 horas.

Desde las 07.55:37 horas (31:27) (1), en que comienza la grabación del C.V.R. (Registrador de Voces de Cabina), hasta las 07.57:18 (29:54), se mantiene una conversación en cabina sobre temas del servicio, entre el Copiloto y el Oficial Técnico de Vuelo, en la que no interviene el Comandante. A la hora referenciada entra un tripulante de cabina de pasajeros al que le piden café los tres miembros de la tripulación técnica.

A las 07.58:24 horas (28:39), el Comandante comunica a Control (Sector Despegues Este en frecuencia 127.5), el paso por el NDB Arbancón, librando el nivel de vuelo uno siete cinco. Control le comunica que pase a frecuencia uno tres tres ocho cinco; una vez establecida la comunicación, informa: "ESTAMOS ABANDONANDO UNO OCHO CINCO PARA DOS CUATRO CERO EN CURSO A DOMINGO". Posteriormente Control le dice que pase al Sector Madrid, en frecuencia uno tres cuatro tres cinco.

(1) Nota. Las cifras entre paréntesis son tiempos en minutos y segundos a impacto.

A las 07.59:53 horas (27:10), se establece contacto con el Sector Bilbao y se realizan las siguientes comunicaciones, hasta las 08.00:13 horas (26:51):

CI "MADRID IBERIA SEIS UNO CERO BUENOS DIAS".

LECM "SEIS UNO CERO MADRID, BUENOS DIAS CONTACTO RADAR ¿QUE NIVEL DESEA?".

CI "DOS SEIS".

LECM "SEIS UNO CERO, AUTORIZADO A NIVEL DE VUELO DOS SEIS CERO".

CI "OKEY PARA DOS SEIS CERO ABANDONAMOS AHORA DOS UNO CINCO, GRACIAS".

LECM "RECIBIDO".

Del análisis del F.D.R. (Registrador de Datos de Vuelo), se ha podido comprobar que los datos de las comunicaciones, concuerdan con la actuación de la aeronave en rumbo, altitud y posición.

No hay más comunicaciones, hasta que se ponen en contacto con Operaciones de la Compañía en Bilbao.

Mientras la aeronave sigue ascendiendo para alcanzar el nivel de crucero, se mantienen conversaciones intrascendentes en cabina, entre el Copiloto y el Oficial Técnico de Vuelo, sin que intervenga en ningún momento el Comandante.

En el C.V.R. se oye, a las 08.02:18 horas (24:46), la bocina de Altitud Alert que concuerda con el aviso del sistema, de que estaban, aproximadamente a 900 pies para alcanzar el

nivel de vuelo dos seis cero, que estaba previsto. Diecinueve segundos más tarde, suena la bocina de Palanca de Gases Atrás, con el avión en nivel de crucero, probablemente como consecuencia de pasar el selector del PDC de la selección de CLIMB a la de CRUISE y tener la pínula del anemómetro en una selección de velocidad menor que la de subida.

A las 08.07:41 horas (19:22), el copiloto comunica con Operaciones de la Compañía en Bilbao para informar de los datos del vuelo, dar la estimada de toma de tierra y recabar información meteorológica del aeropuerto. Da una estimada aproximada de 17 minutos para la toma de tierra. Todas las comunicaciones, a partir de este momento, tanto con Operaciones como con los Centros de Control las realiza el Copiloto. La información meteorológica que recibe de Operaciones, es la siguiente: "VIENTO CIENTO DIEZ GRADOS, CUATRO NUDOS, VISIBILIDAD, CUATRO KILOMETROS REDUCIDO POR NIEBLA Y DOS DE CUMULOS A DOS MIL QUINIENTOS, CUATRO DE ESTRATOCUMULOS A CUATRO MIL, TEMPERATURA SIETE, PUNTO DE ROCIO SIETE Y QNH MIL VEINTICINCO, UNO CERO DOS CINCO."

A las 08.09:29 horas (17:34), se establece la siguiente comunicación:

C2 "MADRID, SEIS UNO CERO LISTO DESCENSO"

LECM "SEIS UNO CERO, AUTORIZADO A NIVEL DE VUELO UNO TRES CERO, CAMBIO. CORRECCION, UNO CERO CERO."

C2 "PARA NIVEL CIEN, COPIADO. LIBRANDO DOS SEIS."

Inmediatamente se oye la bocina del sistema de Alerta de Altitud, probablemente por la selección del nivel uno cero cero al que habían sido autorizados.

A continuación entra una tripulante de cabina de pasajeros, aunque su frase no es inteligible, por la contestación del Copiloto: "QUINCE MINUTOS SIETE GRADOS NEBLINA"; hay que suponer que recababa información para transmitírsela a los pasajeros, lo que hace a continuación por megafonía, en español e inglés.

A las 08.10:16 horas (16:48), hasta las 08.11:01 horas (16:03), se produce una conversación en cabina, entre, una tripulante de cabina de pasajeros y los tres miembros de la tripulación técnica, de la que se deduce, que les traen los cafés que habían pedido anteriormente.

A las 08.12:13 horas (14:51), se oyen ruidos en el C.V.R., que se identifican con el selector de frecuencias, e inmediatamente después se oye la señal morse del NDB-BIL. No se oye ninguna conversación en cabina, aunque sí se aprecian comunicaciones con otros tráficos que están en la misma frecuencia con Control Madrid, hasta que este, a las 08.15:55 horas (11:09), se dirige a la aeronave y se producen las siguientes comunicaciones:

LECM "IBERIA SEIS UNO CERO COMUNIQUE AHORA BILBAO APROXIMACION, HASTA LUEGO. CIEN DIECIOCHO CINCO."

C2 "HASTA LUEGO."

A las 08.16:03 horas (11:00):

C2 "BILBAO TORRE, BUENOS DIAS SEIS UNO CERO."

TWR "IBERIA SEIS UNO CERO BUENOS DIAS ADELANTE"

C2 "ESTAMOS LIBRANDO NIVEL UNO TRES PARA NIVEL CIEN, VEINTIOCHO FUERA"

TWR "RECIBIDO IBERIA SEIS UNO CERO, UN MOMENTITO POR FAVOR"

TWR "IBERIA SEIS UNO CERO PUEDE CONTINUAR DESCENSO, PARA APROXIMACION ILS A BILBAO PISTA TRES CERO, EL VIENTO ES DE CIEN GRADOS TRES NUDOS, QNH UNO CERO DOS CINCO Y NIVEL DE TRANSICION SIETE CERO"

C2 "GRACIAS, DESCENDIENDO PARA MINIMOS DEL SECTOR, CON MIL VEINTICINCO"

TWR "CORRECTO, MIL VEINTICINCO Y SI LO DESEA PUEDE PROCEDER DIRECTO AL FIJO"

08.16:54 (10:09) (BOCINA ALTITUD ALERT)

C2 "VAMOS A HACER LA MANIOBRA ..... ESTANDAR"

TWR "RECIBIDO, NOTIFIQUE PASANDO EL VOR"

El sonido de la bocina del sistema Alerta de Altitud, se produce por la selección de nivel siete cero, que era el mínimo del Sector y que coincidía con el nivel de transición.

A las 08.17:49 horas (9:15) el Copiloto anuncia: "DIEZ MIL BAJANDO", y el Oficial Técnico de Vuelo, comienza la lectura de la lista de diez mil pies que finaliza a las 08.19:45 horas (7:18) a falta de cinturones. En el C.V.R., se oyen claramente las voces del Copiloto y del Oficial Técnico de Vuelo, pero no la del Comandante.

A las 08.20:23 horas (6:41), se oye la bocina del sistema de Alerta de Altitud, que de acuerdo con los datos del FDR, se corresponde con el aviso del sistema hacia nivel siete cero.

A las 08.20:32 horas (6:32), suena la bocina de Gases Atrás. En ese momento la IAS era de 260 nudos. Se considera que la acción de gases atrás, junto con la disminución del régimen de descenso, es mandada por la tripulación para disminuir la velocidad, y así poder iniciar la secuencia de flaps.

A las 08.21:40 horas (5:24), el Copiloto dice: "DOS POR FAVOR" y el Oficial Técnico de Vuelo informa, catorce segundos más tarde, "DOS VERDE, UNO NUEVE ... MIN". Que se corresponden, respectivamente, con la petición de dos grados de flaps y el anuncio de que ya están extendidos simétricamente, y al mismo tiempo da la velocidad mínima para esa posición de flaps.

En este momento, la aeronave estaba con rumbo 006° hacia el VOR de Bilbao, a una altitud aproximada de 7.100 pies y a una IAS de 215 nudos.

A las 08.22:04 horas (05:00), el Copiloto comunica a TWR: "SIETE MIL PIES SOBRE EL VOR, IBERIA SEIS UNO CERO INICIANDO MANIOBRA"; esta es la última comunicación de la aeronave. Inmediatamente TWR, dice: "RECIBIDO SEIS UNO CERO". Cuando el Copiloto inicia su comunicación, la aeronave iba en rumbo 006°, estaba a 7.000 pies y a una IAS de 211 nudos. Al mismo tiempo que recibe la contestación de TWR, inicia un viraje a la derecha hasta el rumbo 084° e inmediatamente, antes de que la aeronave se estabilice, vuelve a seleccionar un nuevo rumbo que les lleva a 130°.

Durante el viraje, hasta que alcanza un rumbo de 125°, la aeronave mantuvo la altitud de 7.000 pies y una IAS de 204 nudos. En éste período, 12 segundos antes del abandono de los 7.000 pies, suena la bocina del sistema Alerta de Altitud, que

se considera corresponde a la selección de 5.000 pies, de acuerdo con la carta de aproximación, las actuaciones posteriores de la aeronave y avisos del sistema de Alerta de Altitud.

A las 08.23:14 horas (03:50) abandonan 7.000 pies.

Desde el abandono de 7.000 pies y hasta alcanzar 5.000 pies -a las 08.25:14 horas (01:50)-, la aeronave desciende con régimen de 1.000 pies/minuto, la IAS oscila entre 198 y 214 nudos, el rumbo después de llegar a 130° se modifica hasta 113°, posteriormente se inicia otra corrección hasta 124°, siendo el rumbo al alcanzar los 5.000 pies de 117°. Durante el descenso de 7.000 pies a 5.000 pies, en el C.V.R. se oye al Copiloto, a las 08.24:00 horas (03:04), decir: "PONEMOS CINTURONES YA", acción que realiza inmediatamente puesto que también se oye el timbre de aviso a pasajeros. Once segundos más tarde, se oye por megafonía en español e inglés la petición a los pasajeros para que se abrochen los cinturones.

A las 08.24:27 horas (02:37), suena la bocina del sistema de Alerta de Altitud, que coincide con el aviso de 900 pies hacia una altitud de 5.000 pies, que se considera selectaron antes de abandonar 7.000 pies, cuando se oyó el sonido de la bocina.

A las 08.25:14 horas (01:50), la aeronave alcanza los 5.000 pies, y hasta que los abandona 25 segundos más tarde, el rumbo varía de 117° a 124°, la IAS disminuye de 209 nudos a 203 nudos. A las 08.25:30 horas (01:34), es decir, nueve segundos antes de abandonar 5.000 pies, suena la bocina del sistema de Alerta de Altitud, probablemente al seleccionar 4.300 pies.

A las 08.25:39 horas (01:25), la aeronave abandona 5.000 pies con un régimen de descenso de 1.500 pies/minuto, que mantiene hasta alcanzar una altitud de 3.870 pies cuarenta y

ocho segundos más tarde, cambiando a un régimen de 700 pies/minuto que mantiene prácticamente hasta el impacto. Desde el abandono de 5.000 pies hasta la colisión, la velocidad se mantiene entre 203 nudos y 213 nudos.

Cinco segundos después de abandonar 5.000 pies inicia un cambio de rumbo a la izquierda, que le lleva de 124° a 078° en el momento del cambio de régimen de descenso y que continua variando ligeramente hasta alcanzar 076° diez segundos antes de impacto; inmediatamente después inicia un viraje a la derecha que le lleva a un rumbo de 096° cuando se produce el impacto contra el soporte de antenas de televisión.

Cuarenta y un segundos después de haber abandonado 5.000 pies y cuarenta y cuatro antes del impacto, a 4.040 pies de altitud, suena la bocina del sistema de Alerta de Altitud que, de acuerdo con el funcionamiento lógico del mismo, sóloamente lo hace 900 pies hacia la altitud selectada y/o 300 pies después de haber sobrepasado la misma. Hay que suponer que habrían selectado 4.300 pies, puesto que una selección de 3.100 pies que haría sonar la bocina en el modo de aproximación (900 pies para la altitud selectada), no concuerda con ningún valor de la carta. Por el contrario la selección de 4.300 pies, sí entra en la lógica porque al ser la selección entre 5.000 pies y 4.300 pies inferior a 1.000 pies, no suena la bocina del sistema en su modo de aproximación y sí sonaría a los 4.000 pies, aproximadamente, en el modo de desvío (300 pies en alejamiento de la altitud selectada).

A las 08.26:54 horas (00:10), coincidiendo con el inicio del viraje a la derecha, el Copiloto dice:

"CINCO POR FAVOR"

Dos segundos más tarde:

"MINIMO, UNO SEIS ... TRES. CUATRO MIL TRESCIENTOS, CURVA"

La primera frase se corresponde a la petición de cinco grados de flaps. La segunda, a un comentario o lectura de la velocidad mínima para ésa condición y altitud mínima de curva de la maniobra, de acuerdo con la interpretación de la carta haciendo un redondeo de la altitud (4.354 pies) por defecto o por haberla leído en las ventanillas del selector del sistema de Alerta de Altitud. Inmediatamente después de concluir la frase el Copiloto se oye el ruido del impacto de la aeronave con el soporte de antenas, a las 08.27:04 horas.

## 2.2 Actuación de la tripulación

### 2.2.1 Piloto a los mandos

Es práctica común cuando se van a realizar varias escalas en el mismo día, que cada tripulante haga un salto completo.

De acuerdo con el C.V.R. las comunicaciones en la fase de ascenso las realiza el Comandante con lo que cabe suponer que no es el piloto a los mandos. No se oye en la grabación del C.V.R. ningún aviso de 1.000 pies para nivel. Excepto en muy breves comentarios no participa en ninguna conversación ni hace observación verbal alguna al Copiloto, sobre el desarrollo de la operación.

Aunque las comunicaciones con Operaciones de la Compañía en Bilbao y posteriormente con Control Madrid y TWR Bilbao, las hace el Copiloto, éstas son muy breves y en fases de crucero y descenso, además las frecuencias en que se realizan, están bastante libres de comunicaciones con otros tráficos.

No obstante, parece que las selecciones de niveles o altitudes en el sistema de Alerta de Altitud, las realiza el Comandante. Pudo ser una forma de dirigir la operación sin que considerase necesario dar instrucciones audibles. La selección del sistema de Alerta de Altitud y los avisos de éste sistema hacia los niveles o altitudes selectadas, pudieron inducir al Comandante a no dar los avisos de 1.000 pies.

Se considera que era el Comandante el que realizaba las selecciones y armado del sistema de Alerta de Altitud, porque de acuerdo con declaraciones de tripulantes de la Compañía era su costumbre. Además en dos momentos en que suena la bocina del sistema por nueva selección, no es fácil entender que al mismo tiempo que el Copiloto está haciendo una transmisión, esté selectando el sistema de Alerta de Altitud que por su posición en el pedestal central no resulta de cómoda operación.

Las estimadas para la toma de tierra dadas a Operaciones de la Compañía y a la Tripulante de cabina de pasajeros, diecisiete y quince minutos respectivamente (dadas dos minutos una después de la otra) lo son por el Copiloto.

Normalmente, los cambios de configuración (flaps, tren, etc.) los pide el piloto a los mandos. En este caso es el Copiloto quien pide dos y cinco grados de flaps.

El sonido de aviso a pasajeros para hacer uso de los cinturones, coincide en tiempo con el comentario del Copiloto de "PONEMOS CINTURONES YA". Teniendo en cuenta, que era el punto que faltaba para completar la lista de chequeo de los diez mil pies y no haber dicho la frase como pregunta, cabe suponer que esta acción la realiza el Copiloto.

Por todo lo anterior se puede deducir que el piloto a los mandos era el Copiloto.

#### 2.2.2 Descenso desde nivel de crucero hasta 5.000 pies

De acuerdo con los datos obtenidos del F.D.R., la sincronización en tiempo con el C.V.R. y la reconstrucción de la trayectoria se puede determinar que el Copiloto, después de sobrepasar el punto DOMINGO a nivel de crucero y, una vez obtenida la autorización de control para iniciar el descenso, mantiene unas velocidades, rumbo y régimen de descenso acordes con los idoneos para el desarrollo de esta parte del vuelo.

Sus regimenes desde nivel de crucero son de 2.500 pies/minuto hasta aproximadamente nivel 190, de algo inferior a 2.000 pies/minuto hasta aproximadamente nivel 100, donde se hace disminuir el régimen a 750 pies/minuto hasta que suena la bocina del sistema de Alerta de Altitud (900 pies para 7.000 pies que era la última selectada), en que se reduce a 600 pies/minuto y casi simultáneamente se llevan hacia atrás las palancas de gases para disminuir la IAS que en ese momento era de 260 nudos y poder llegar a 210 nudos a 7.000 pies.

Las comunicaciones tanto con Control Madrid como con TWR Bilbao, se corresponden perfectamente con los niveles que abandona o alcanza la aeronave.

Las selecciones en el sistema de Alerta de Altitud se realizan inmediatamente que se reciben las autorizaciones de Control para nuevo nivel.

Cuando el Copiloto hace la comunicación a TWR de que han alcanzado los 7.000 pies la aeronave se encuentra efectivamente a esa altitud, a unas 4 MN. del VOR e inmediatamente inicia el viraje a la derecha hacia rumbo de alejamiento, cuando termina el viraje mantiene una trayectoria sensiblemente paralela al radial correspondiente, convergiendo en apariencia hacia el NDB-BIL.

Nueve segundos antes de abandonar 7.000 pies, en el C.V.R. se oye la bocina del sistema de Alerta de Altitud, que se corresponde con la selección de 5.000 pies, que era la altitud a la que tenía que llegar al fijo de las 13 DME. Posteriormente en el descenso hacia 5.000 pies, 900 pies para esta altitud, se oye de nuevo la bocina del sistema de Alerta de Altitud. Este aviso concuerda con la actuación del sistema, en su modo de aproximación a la altitud selectada.

El régimen de descenso entre 7.000 y 5.000 pies es de 1.000 pies/minuto.

### 2.2.3 Actuación desde 5.000 pies hasta el impacto.

Una vez establecida la aeronave en 5.000 pies y antes de abandonar esta altitud, se oye la bocina del sistema de Alerta de Altitud, como consecuencia de una nueva selección.

De acuerdo con las características del sistema de Alerta de Altitud, no se pueden seleccionar valores inferiores a centenas de pies. La selección correcta debería haber sido de 4.400 pies, ya que la altitud mínima indicada en la carta es de 4.354 pies.

En o próximo al fijo 13 DME la aeronave inicia el descenso, así como un viraje a la izquierda a rumbo 076°, que es el establecido en la carta para el tramo rectilíneo del viraje de procedimiento.

Teniendo en cuenta que el area de protección de la aproximación intermedia comienza en el fijo en alejamiento y, aunque la maniobra establecida indica que se debe mantener el alejamiento hasta alcanzar la altitud mínima, puede considerarse aceptable el comienzo del viraje de procedimiento en este punto.

Desde que la aeronave abandona 5.000 pies se mantiene un régimen de descenso de 1.500 pies/minuto, durante 48 segundos, que le hace alcanzar una altitud de 3.870 pies, cambiando en ése momento a un régimen de 700 pies/minuto, que mantienen prácticamente, durante los últimos 37 segundos, hasta el impacto.

#### 2.2.3.1 Fase del vuelo por debajo de la altitud mínima de la maniobra de aproximación intermedia

Al no registrarse en el C.V.R. ninguna conversación (desde antes del abandono de los 5.000 pies, hasta la petición por parte del Copiloto de 5° de flaps, 10 segundos antes del impacto) que indique intención de realizar esta fase del vuelo del modo que se desarrolló, hay que analizar los motivos que pudieron inducir a la tripulación a volar inadvertidamente por debajo de la altitud mínima de maniobra.

De acuerdo con el análisis realizado, ésta situación podría haberse producido por:

- a) actuación errónea como respuesta a un conocimiento falso o equivocado de la situación real, que se agrava con
- b) la respuesta a los avisos del sistema de Alerta de Altitud, y
- c) una lectura errónea del altímetro.

- a) Al llegar al punto de iniciación de la maniobra de aproximación intermedia, sólo es necesario descender 600 pies, si se seleccionan en el sistema de Alerta de Altitud 4.400 pies o, 700 pies si se han seleccionado los 4.300 pies, que al parecer, seleccionó la tripulación.

Teniendo en cuenta: que, los regímenes de descenso, ya estudiados anteriormente, excepto en el abandono de nivel de crucero y hasta nivel 100, han sido inferiores a 1.500 pies/minuto; que, para alcanzar la altitud mínima en la maniobra tenía todo el tiempo del viraje de procedimiento o cuando menos el del tramo anterior a la curva del mismo; que, éste lo inicia diez segundos antes de impacto y setenta y cinco segundos después de haber abandonado 5.000 pies, puede explicarse éste régimen de descenso porque el Copiloto considerase que lo iniciaba desde una altitud diferente a la de 5.000 pies.

En la época en que se produjo el accidente, no era infrecuente, cuando se accedía a Bilbao, el proceder directo al fijo 13 DME, bien porque así lo solicitaba la tripulación o porque se lo comunicaba la TWR, siempre que el tráfico lo permitiese. La maniobra directa al fijo, evitaba el paso por el VOR de Bilbao, con la consiguiente ganancia de tiempo, sin detrimento de la seguridad, siempre que no se descendiese por debajo de la altitud mínima del sector, que era de 7.000 pies.

En éste vuelo es la TWR la que comunica a la aeronave, cuando ésta se encuentra librando nivel uno tres cero y a 28 millas del VOR, es decir, a 3 millas del límite del sector, que puede continuar descenso para aproximación ILS y puede proceder directo al fijo si lo desea.

De la contestación del Copiloto y los comentarios posteriores en cabina, podría deducirse que el Copiloto tenía intención de dirigirse al fijo, pero que, probablemente por una señal o un gesto del Comandante, comunica que van a hacer la maniobra estandar.

En este momento se pudo producir un conflicto mental entre el deseo del Copiloto de hacer un vuelo más corto, puesto que TWR se lo ha autorizado, y la indicación del Comandante para hacer la maniobra estandar. La diferencia entre ambas, estriba en que la maniobra procediendo directo al fijo obliga a llegar a éste a 7.000 pies y la estandar permite llegar a 5.000 pies al mismo punto.

En consecuencia, para una selección del sistema de Alerta de Altitud de 4.300 pies, en la primera hay que descender 2.700 pies y en la segunda 700 pies en la maniobra de aproximación intermedia.

La selección del sistema de Alerta de Altitud por el Comandante, y el que éste no diese avisos de 1.000 pies para nivel, junto con los silencios continuados en cabina, sobre todo en los últimos 6 minutos del vuelo, pudieron hacer que la llegada de la aeronave al fijo 13 DME (teniendo en cuenta que habían tenido autorización para ello, aunque no la hubiesen aceptado), indujese al Copiloto a considerar que había llegado a este punto según la maniobra que tenía planificada mentalmente y actuar a partir de ese momento como si estuviese a 7.000 pies, altitud mínima en el fijo 13 DME cuando se procedía directo a él. Y en consecuencia descender a un régimen de 1.500 pies/minuto para alcanzar la altitud de la maniobra de aproximación intermedia.

- b) El sistema de Alerta de Altitud tiene dos tipos de aviso, acústico y luminoso. Si se pulsa la tecla "ALT SEL" situada en el pedestal central en el panel de control del P/A, de los avisos acústico y luminoso se producirán únicamente los anteriores a la captura de la altitud selectada (siempre que la selección se realice con una diferencia de 1.000 pies o más, entre la altitud en que se encuentra y la altitud selectada).

Si la selección del sistema se produce con una diferencia menor de 1.000 pies, y no se "resetea", el sistema continuará con la luz intermitente de la selección anterior, que se apagará 300 pies antes de la altitud selectada y, de acuerdo con los estudios realizados, capturará si está armado. En caso contrario continuará el descenso, y dará el aviso acústico de 300 pies después de la altitud selectada, al mismo tiempo que se enciende la luz intermitente de abandono, hasta los 900 pies después de sobrepasada en que se apagará.

De acuerdo con el F.D.R., el C.V.R. y el examen de restos, se puede afirmar, que: nueve segundos antes de abandonar 5.000 pies, hay una selección en el sistema de Alerta de Altitud, que el equipo se encontró con la cifra de las unidades de millar bloqueadas en la cifra cuatro; que la cifra de las centenas estaba en tres y sólo admitía el movimiento entre tres y dos; que, suena la bocina del sistema cuando la aeronave está a una altitud muy próxima a 4.000 pies.

La actuación sobre el sistema y la respuesta del mismo, pudo realizarse del modo siguiente:

1. El Comandante, selecta 4.300 pies en el sistema de Alerta de Altitud, inadvertidamente pudo no apretar la tecla de "ALT SEL" o bien, una vez pulsada, alguno de los pilotos la pulsase de nuevo, con lo que el sistema se desarma y no realiza la captura.

2. Que el Copiloto tuviese su mano izquierda sobre el pedestal central, impidiendo al Comandante la acción normal de pulsar la tecla "ALT SEL", y que cuando la pulsase ya se hubiese sobrepasado el margen en que la captura es posible.
  
3. El sistema había funcionado correctamente en las capturas anteriores, a 7.000 pies y 5.000 pies, aunque no se puede descartar un mal funcionamiento en esta captura.

En cualquiera de los casos, al abandonar la altitud de 5.000 pies, la primera señal acústica que daría el sistema, por haber selectado una diferencia menor de 1.000 pies, sería el aviso acústico de 300 pies después de la altitud selectada y se encendería en el tablero frontal la luz de aviso, en su modo intermitente. Esto se produciría a 4.000 pies y hubiese continuado la luz intermitente hasta 3.400 pies de altitud. El aviso luminoso puede no ser significativo, y no cumplir su función de alarma, puesto que el indicador es el mismo tanto para la señal de acercamiento como para la de alejamiento de la altitud selectada.

En consecuencia, el Copiloto debió interpretar el aviso acústico del sistema de Alerta de Altitud, como el de aproximación a la altitud selectada. Su actuación es similar a la que realizó cuando oyó el aviso acústico hacia 7.000 pies e iba a iniciar el viraje sobre el VOR. Disminuyendo el régimen

de descenso, que mantuvo hasta el impacto, esperando que el P/A capturase la altitud de 4.300 pies, que era la selectada.

- c) Esta aeronave iba equipada con altímetros de los denominados de tambor y aguja. El instrumento está situado a 70 cm. aproximadamente de los ojos del piloto y ligeramente desplazado a su derecha, su diametro es de 69.7 milímetros, está dividido en diez sectores de cien pies, numerados del cero al nueve y con subdivisiones de veinte pies. En el semicírculo derecho, tiene una ventanilla en la que aparecen de arriba hacia abajo en sentido decreciente las cifras de millares de pies. La citada ventanilla, que permite la visión de hasta cuatro cifras, tiene en su lateral derecho una flecha indicadora fija.

Para proceder a la lectura, es necesario tomar la cifra menor de las dos que pueden estar próximas a la flecha indicadora en la ventanilla de los miles de pies y añadir los cientos y decenas de pies que indique la aguja.

Los resultados de los tests efectuados sobre errores de lectura en los altímetros de tambor-aguja, señalan que los pilotos miran poco la ventanilla de miles de pies (aparentemente porque es difícil de leer), el tiempo de fijación medio, para la lectura de la altitud, es de 0,6 sg.

Del estudio de NASA para averiguar el porcentaje de pilotos que habían leído mal o habían visto a otros pilotos leer mal el altímetro de tambor, se obtuvieron los siguientes datos: sobre 169 pilotos que respondieron, 137 declararon que habían leído mal el altímetro y 134 declararon que habían observado a otro piloto leerlo mal (el 85% de cada grupo dijeron que les había ocurrido en más de una ocasión).

En otros estudios efectuados por NASA se considera que: los movimientos de los pilotos son pronosticados por lo que saben o creen saber acerca de la posición del avión. Su conocimiento de la altitud en un momento dado y con un régimen de descenso constante, puede producir un lento aumento de la incertidumbre, lo que les puede hacer olvidar la necesidad de mirar el altímetro.

Apoya ésta situación de confianza, el hecho de realizar el vuelo en automático y, según se vió en los estudios antes citados, en vuelo automático es menos probable detectar una desviación significativa del avión.

Conviene recordar los comentarios de los pilotos, de acuerdo con los estudios referenciados, relativos al altímetro de tambor:

"Este altímetro necesita más concentración de la que debería ser necesaria para poder leerlo correctamente".

"La ventanilla es una complicación en el instrumento y es bastante pequeña, muy a menudo requiere una doble mirada y apartar la atención de la aguja. Otros instrumentos requieren solamente un único punto de atención visual para comprenderlos y no apartar, retrasar o complicar la comprobación de los instrumentos".

"Las lecturas erróneas parecen ocurrir siempre a baja altitud, cuando la atención está dividida entre más actividades".

"Cuando las situaciones son de mayor stress se producen más lecturas erróneas."

"Una rápida mirada después (de algún tiempo) puede usualmente inducir a leer 1000 pies de error si la indicación está a la mitad de dos miles de pies."

El hecho de que la aeronave permanece 55 segundos por debajo de la altitud selectada, y por lo tanto 57 segundos por debajo de los límites de protección de la maniobra, hace pensar que cualquier lectura de altitud que se realizase, debió hacerse únicamente tomando como referencia la aguja del altímetro, sin hacer una fijación específica sobre la ventanilla de los miles de pies, ya que una lectura correcta hubiese hecho notar en los primeros 30 segundos después de abandonar los 5.000 pies, la proximidad a los 4.300 pies (altitud selectada en el sistema de Alerta de Altitud y a la que hace referencia el Copiloto 3 segundos antes del impacto) y posteriormente, que se estaba volando por debajo de ella.

### 3.- CONCLUSIONES

#### 3.1 Deducciones

- a) El Comandante y demás miembros de la Tripulación estaban adecuadamente calificados y experimentados.
- b) El Controlador estaba adecuadamente calificado, experimentado y físicamente bien.
- c) El avión tenía el Certificado de Aeronavegabilidad, Certificado de Registro de Matrícula y Certificado de Mantenimiento válidos. Los archivos demuestran que había sido mantenido de acuerdo con el programa de mantenimiento autorizado.
- d) Las ayudas a la navegación y aproximación funcionaban correctamente, de acuerdo a las comprobaciones realizadas.
- e) No hay constancia de mal funcionamiento, en los equipos de comunicaciones de ATC.
- f) En la investigación no se encontró ninguna evidencia de anormalidad en el funcionamiento de los motores y sistemas de la aeronave.
- g) El peso y centrado de la aeronave estaban dentro de los límites establecidos.
- h) La aeronave voló, los últimos 57 segundos, por debajo de la altitud establecida para la maniobra que estaba realizando.

- i) La tripulación, de acuerdo con el desarrollo del vuelo, no realizó correctamente las comprobaciones de altitud o sus lecturas fueron erróneas.
- j) La filosofía de funcionamiento del sistema de Alerta de Altitud, no permite que la tripulación relaje su vigilancia sobre la altitud de vuelo, en la confianza de que vaya a ser capturada, la altitud selectada, por el P/A.
- k) La tripulación redondeó, la cifra de altitud de 4.354 pies, en la selección del sistema de Alerta de Altitud por defecto, a 4.300 pies, en vez de hacerlo por exceso, a 4.400 pies.
- l) No hubo suficiente supervisión de la maniobra por parte del piloto que no estaba a los mandos, ni dió los avisos de 1.000 pies para las diferentes altitudes.
- m) El soporte de antenas de televisión, con el que colisionó la aeronave, sobrepasaba en 28 metros la cota del monte, que aunque no figuraba en la carta, a su vez, era el obstáculo determinante para calcular la altitud de seguridad del area de protección de la maniobra de aproximación intermedia.

### 3.2 Causa

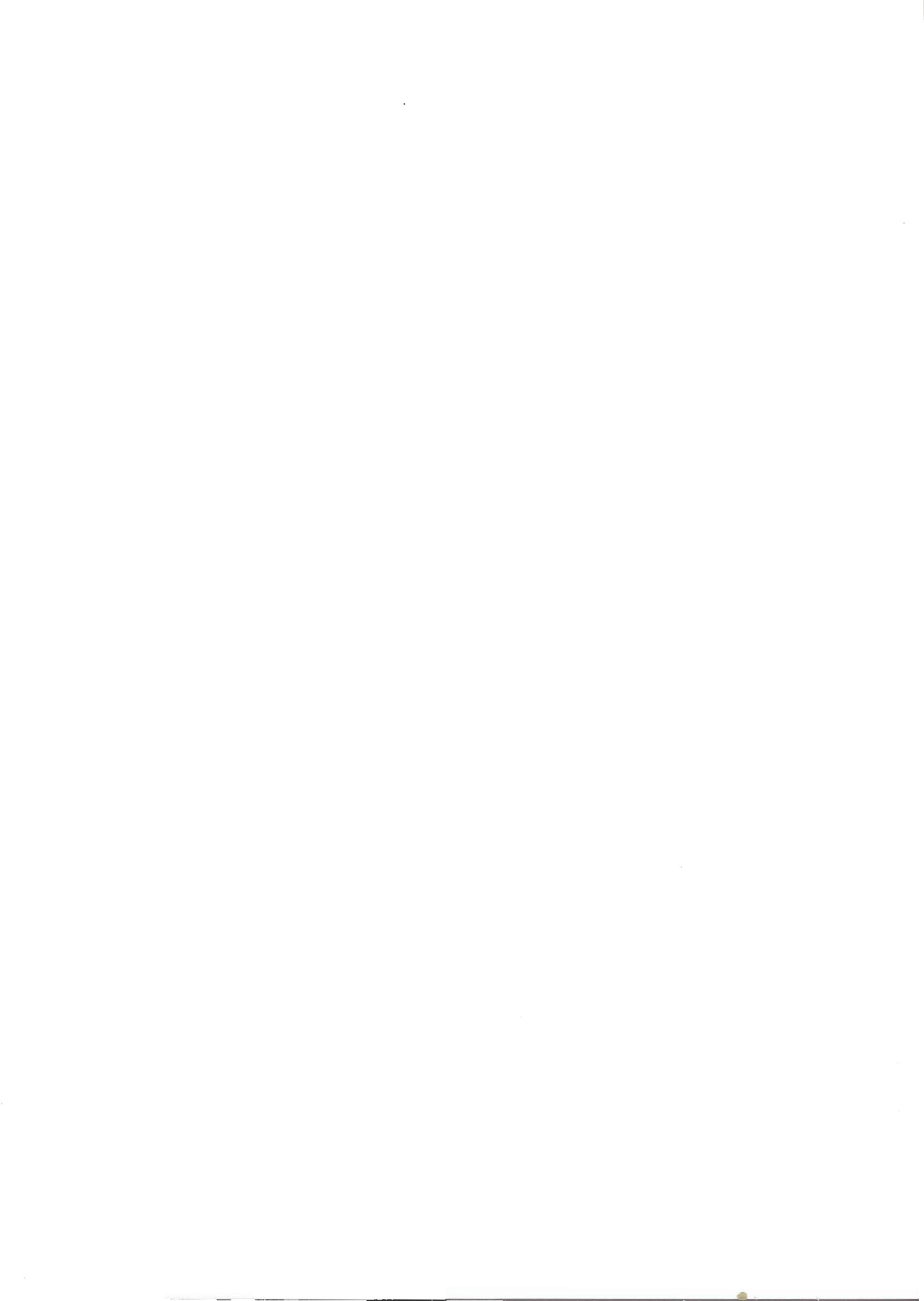
La confianza en la captura automática del sistema de alerta de altitud, la incorrecta interpretación de sus avisos, así como un probable error de lectura de altímetro, hizo que la tripulación volase por debajo de la altitud de seguridad, colisionando con un soporte de antenas de televisión, que le hizo perder el plano izquierdo, precipitándose contra el terreno sin posibilidad de control.

4. - RECOMENDACIONES

- a) Reiterar a las tripulaciones técnicas la necesidad e importancia de realizar los avisos de altitudes mínimas (la autorizada por ATC, la del sector, sobre la radioayuda, en viraje de procedimiento, etc...) por parte del piloto que no está a los mandos.
  
- b) Reiterar e instruir a las tripulaciones técnicas sobre la importancia y necesidad del entrenamiento referente a coordinación en cabina y organización de los recursos de la misma.
  
- c) Sustituir los altímetros de tambor y aguja por otros modelos que eviten, en lo posible, los errores de lectura.
  
- d) Recordar a las tripulaciones técnicas la necesidad de una lectura cuidadosa, de la ventanilla de cifras de millar, en los altímetros de tambor y aguja.
  
- e) Estudiar, en el equipo de Alerta de Altitud, el cambio del aviso audio de abandono de la altitud selectada, por uno intermitente sincronizado con la señal luminosa del sistema, y que el armado de la captura automática sea permanente (Excepto cuando el P/A esté en el modo de Auto G/S).
  
- f) Instar a la autoridad aeronáutica competente para que se acelere el proceso de actualización de las cartas aeronáuticas, de acuerdo con la normativa del Doc. 8168 de OACI en vigor.

- g) Insistir a las tripulaciones técnicas, para que las altitudes, que figuran en las cartas de aproximación, se pongan en las ventanillas de los equipos de Alerta de Altitud redondeando siempre a la centena superior.
  
- h) Instar a la autoridad aeronáutica competente para que asegure sistemas de inspección periódica, de las zonas específicas que tengan superficies de protección, para evitar la aparición de obstáculos que superen las alturas máximas permitidas.

A N E X O : A



TRANSCRIPCIÓN DEL CVR .

HORA	ORIGEN	COMUNICACIONES	CONVERSACION CABINA
		*****	
07.59:42	LECM	IBERIA SEIS UNO CERO, LLAME A MADRID, UNO TRES CUATRO TRES CINCO	
07.59:45	CI	UNO TRES CUATRO TRES CINCO HASTA LUEGO	
07.59:53	CI	MADRID, IBERIA SEIS UNO CERO BUENOS DIAS	
07.59:59	LECM	SEIS UNO CERO, MADRID, BUENOS DIAS CONTACTO RADAR, ¿QUE NIVEL DESEA?	
08.00:03	CI	DOS SEIS	
08.00:05	LECM	SEIS UNO CERO, AUTORI- ZADO A NIVEL DE VUELO DOS SEIS CERO	
08.00:08	CI	OKEY, PARA DOS SEIS CERO ABANDONAMOS AHORA DOS UNO CINCO, GRACIAS	
08.00:13	LECM	RECIBIDO	
			*****
08.02:19			(BOCINA ALTITUD ALERT)
			*****
08.02:37			(BOCINA DE PALANCA DE GASES ATRAS)
		*****	
08.07:41	C2	BILBAO OPERACIONES SEIS UNO CERO	
08.07:45	OPS-IB	SEIS UNO CERO, BUENOS DIAS, ADELANTE PARA BIL- BAO... (ilegible)	
08.07:48	C2		PASAJE A BILBAO
	C3		MOMENTO, CIENTO CUARENTA Y UNO
08.07:51	C2	EL COMANDANTE PATIÑO DELTA DELTA UNION CON, CIENTO CUARENTA Y UN PASAJEROS, TRIPULACION STANDARD ESTIMADA LA TOMA DE TIERRA APROXI- MADAMENTE A Y VEINTICIN- CO. ¿ME DAS POR FAVOR EL ULTIMO?. ¿ERES JUAN MARI?	
	OPS-IB	NO, NEGATIVO, NO SOY JUAN MARI, AHORA SE PONE ¿PUEDE COPIAR?	
08.08:05	OPS-IB	IBERIA SEIS UNO CERO DE COORDINACION BILBAO ¿PUEDE COPIAR EL TIEMPO DE BILBAO DE LAS SIETE TREINTA ZETA?	
08.08:28	C2	PUEDO, PUEDO ADELANTE	
08.08:30	OPS-IB	VIENTO CIENTO DIEZ GRA- DOS, CUATRO NUDOS, VISI- BILIDAD CUATRO KILOMETROS REDUCIDO POR NIEBLA Y DOS DE CUMULOS A DOS MIL QUI-	



HORA	ORIGEN	COMUNICACIONES	CONVERSACION CABINA
		NIENTOS, CUATRO DE ESTRA TOCUMULOS A CUATRO MIL, TEMPERATURA SIETE, PUNTO DE ROCIO SIETE Y QNH MIL VEINTICINCO, UNO CERO DOS CINCO, CAMBIO	
08.08:46	C2	OIDO, HASTA AHORA	
08.09:06	C2	¿PONEMOS SESENTA Y SEIS O SESENTA Y CUATRO?	
08.09:10	C3	VAMOS A PESAR SESENTA Y CUATRO	
08.09:23	C3	EMILIO, DIME TU NUMERO, POR FAVOR	
08.09:26	C2	VEINTIOCHO CERO OCHO TRES SEIS	
08.09:29	C2	MADRID, SEIS UNO CERO LIS TO DESCENSO.	
08.09:31	LECM	SEIS UNO CERO, AUTORIZADO A NIVEL DE VUELO UNO TRES (entrecortado) CERO, CAM BIO. CORRECCION, UNO CERO CERO	
08.09:37	C2	PARA NIVEL CIEN, COPIADO. LIBRANDO DOS SEIS	
08.09:40		(BOCINA ALTITUD ALERT)	
	AUX	(Ilegible muy débil)	
08.09:47	C2	QUINCE MINUTOS SIETE GRADOS NEBLINA	
08.09:51		(BOCINA PALANCA DE GASES ATRAS)	
08.09:57	S/C	SEÑORES PASAJEROS, DENTRO DE QUINCE MINUTOS TOMAREMOS TIERRA EN EL AEROPUERTO DE BILBAO, LA TEMPERATURA ES DE SIETE GRADOS CENTIGRADOS Y HAY NIEBLINA. GRACIAS. LADIES AND GENTLEMEN IN FIFTEEN MINUTES TIME, WE'LL LAND AT BILBAO WHICH TEMPERATURE IS SEVEN DEGREES CENTIGRADES AND IT'S FOGGY. THANK YOU	
		*****	
08.12:13		(RUIDO DE SELECCION DE FRECUENCIAS)	
08.12:18		(SEÑAL MORSE DEL NDB: BIL)	
		*****	
08.15:55	LECM	IBERIA SEIS UNO CERO CO MUNIQUE AHORA BILBAO APROXIMACION, HASTA LUE GO. CIEN ... DIECIOCHO CINCO.	
08.16:00	C2	HASTA LUEGO	
08.16:03	C2	BILBAO TORRE BUENOS DIAS SEIS UNO CERO	
08.16:06	TWR	IBERIA SEIS UNO CERO BUENOS DIAS ADELANTE	
08.16:09	C2	ESTAMOS LIBRANDO NIVEL UNO TRES PARA NIVEL CIEN, VEINTIOCHO FUERA	
08.16:13	TWR	RECIBIDO IBERIA SEIS UNO CERO, UN MOMENTITO POR FAVOR	



HORA	ORIGEN	COMUNICACIONES	CONVERSACION CABINA
08.16:33	TWR	IBERIA SEIS UNO CERO PUE DE CONTINUAR DESCENSO, PARA APROXIMACION ILS A BILBAO PISTA TRES CERO, EL VIENTO ES DE CIENTO GRADOS TRES NUDOS, QNH UNO CERO DOS CINCO Y NI VEL DE TRANSICION SIETE CERO	
08.16:44	C2	GRACIAS, DESCENDIENDO PARA MINIMOS DEL SECTOR CON MIL VEINTICINCO	
08.16:48	TWR	CORRECTO, MIL VEINTICIN CO Y SI LO DESEA PUEDE PROCEDER DIRECTO AL FIJO	
08.16:54			(BOCINA ALTITUD ALERT)
08.16:55	C2	VAMOS A HACER LA MANIO- BRA ..... ESTANDARD	
08.16:57	TWR	RECIBIDO, NOTIFIQUE PA- SANDO EL VOR	
08.17:01	C2		¿TE HAN PAGAO? ¿TE HAN PAGAO LOS ATRASOS? HACEMOS LA MANIOBRA ESTANDAR ENTONCES
	C1		SI
08.17:07	C2		VALE (RISAS)
08.17:15			EL OTRO DIA VOLE, AYER, ANTEAYER CON SANTIAGO DE LA PAZ, LO MISMO. ES OTRO DE LOS ENCARTAO ... TAMBIEN, EN LA MISMA SITUACION
08.17:30	C2		PUES ESO. LO QUE TU  (SEÑAL MORSE DEL NOB: BIL Y DEL VOR: BLV)
08.17:41	C2		BUENO, VAMOS A ESPERAR PORQUE COMO NOS VAMOS A DAR (CARRASPEO)
08.17:45	C2		LO QUE PUEDO HACER ES MIL VEINTICINCO AQUI
08.17:49	C2		DIEZ MIL BAJANDO
08.17:52	C3		PUES MINIMUM SAFE
	C2		PENDIENTE DE LOS CINTURONES, PORQUE COMO VAMOS A ...
	C3		ANTI-ICE
08.17:57	C2		PUES SIETE MIL QUE ESTA PUESTO,
	C2		ANTI-ICE CLOSED
	C3		GO AROUND, EPR V.REF AUTOMATICO. SESENTA Y CUATRO MIL KILOS VELOCIDAD VEINTIOCHO; TREINTA Y NUEVE SIETE SIETE
08.18:06	C2		AQUI, BUGS SET
	N/I		(SI O SET)
08.18:12	C3		VEINTIOCHO ... TREINTA Y NUEVE SIETE SIETE
08.18:20	C3		GALLEY OFF, FUEL SET FOR LANDING, HYDRAULICS PRESSURE AND QUANTITY NORMAL, PRESSURITATION AND COOLING DOORS SET, CIRCUIT BRAKERS CHECKED
08.18:31	C3		MISSED APROACH



HORA	ORIGEN	COMUNICACIONES	CONVERSACION CABINA
08.18:34	C2		DIRECTO AL BRAVO LIMA OSCAR QUE ESTA PUESTO EN EL DOS, CON UN VIRAJE A LA DERECHA RUMBO TRES CUATRO CERO, ASCENDER A CINCO MIL PIES, VOLVER A ...
08.19:20	C2		AAH! MIL VEINTICINCO DIJO, VERDAD?
	C3		SI
08.19:29	N/I		NO SE VE ... (ilegible)
08.19:32	C2		SET AND CROSS CHECKED
08.19:38	C3		FLIGHT INSTRUMENTS FLIGHT DIRECTORS
	C2		¡FOR APPROACH!
	C3		INBOARD LANDING LIGHTS
			(CHASQUIDO INTERRUPTORES LUCES)
	C3		FUEL, HEAT OFF, DESCEND CHECK LIST COMPLETED A FALTA DE CINTURONES.
08.20:23			(BOCINA ALTITUD ALERT)
08.20:29			(BOCINA GASES ATRAS)
08.21:17	C1		HAY QUE VER, PORQUE HAY QUE VER (con entonación musical)
08.21:40	C2		DOS POR FAVOR
08.21:54	C3		DOS VERDE, UNO NUEVE, ... MIN
08.22:04	C2	SIETE MIL PIES SOBRE EL VOR, IBERIA SEIS UNO CERO INICIANDO MANIOBRA	
08.22:07	TWR	RECIBIDO SEIS UNO CERO	
08.22:09	BABID	SPEED BIRD EIGHT ONE DELTA, START CLEARANCE TO LONDON GATWICK	
08.22:15	TWR	SPEED BIRD EIGHT ONE DELTA ROGER, STAND BY CLEARANCE ON REQUEST	
08.22:18	BABID	OKEY	
08.22:40			(RUIDO DE COMPENSADOR)
08.23:02			(BOCINA DE ALTITUD ALERT)
08.23:59	C2		PONEMOS CINTURONES YA
08.24:00			(TIMBRE AVISO A PASAJEROS)
08.24:12	AUX		SEÑORES PASAJEROS, POR FAVOR ABROCHENSE LOS CINTURONES DE SEGURIDAD. LADIES AND GENTLEMEN, WILL YOU PLEASE FASTEN YOUR SAFETY BELT, THANK YOU
08.24:27			(BOCINA ALTITUD ALERT)
			(SEÑALES MORSE DE: BLV, VOR, DME Y NOB: BIL)
08.25:30	BABID	TOWER, SPEED BIRD EIGHT ONE DELTA, READY TO START MUCH DELAY?.	(BOCINA ALTITUD ALERT)
08.25:33	TWR	NEGATIVE SIR, JUST STANDING-BY FOR YOUR ATC CLEARANCE	
08.25:42	BABID	CAN WE START UP AND TAKE THE CLEARANCE TAXIING OUT?	



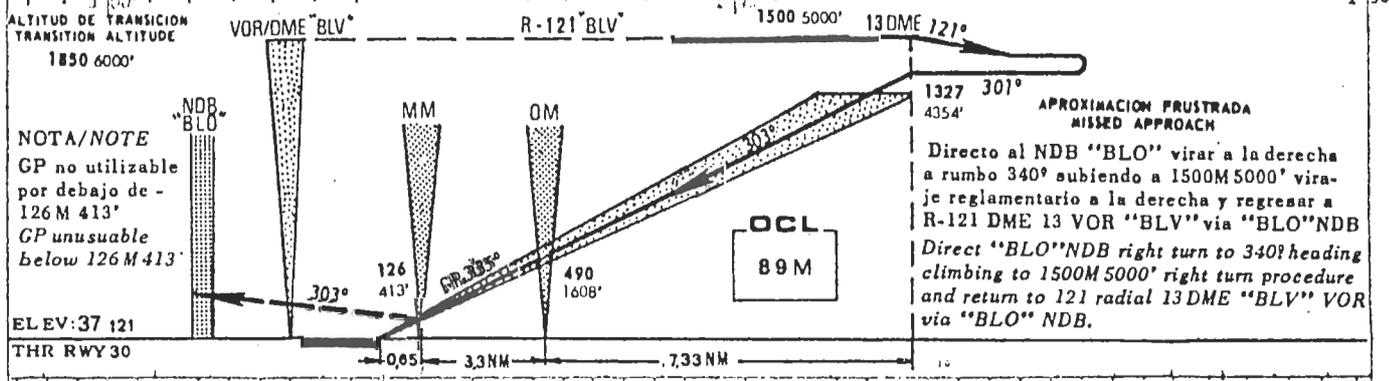
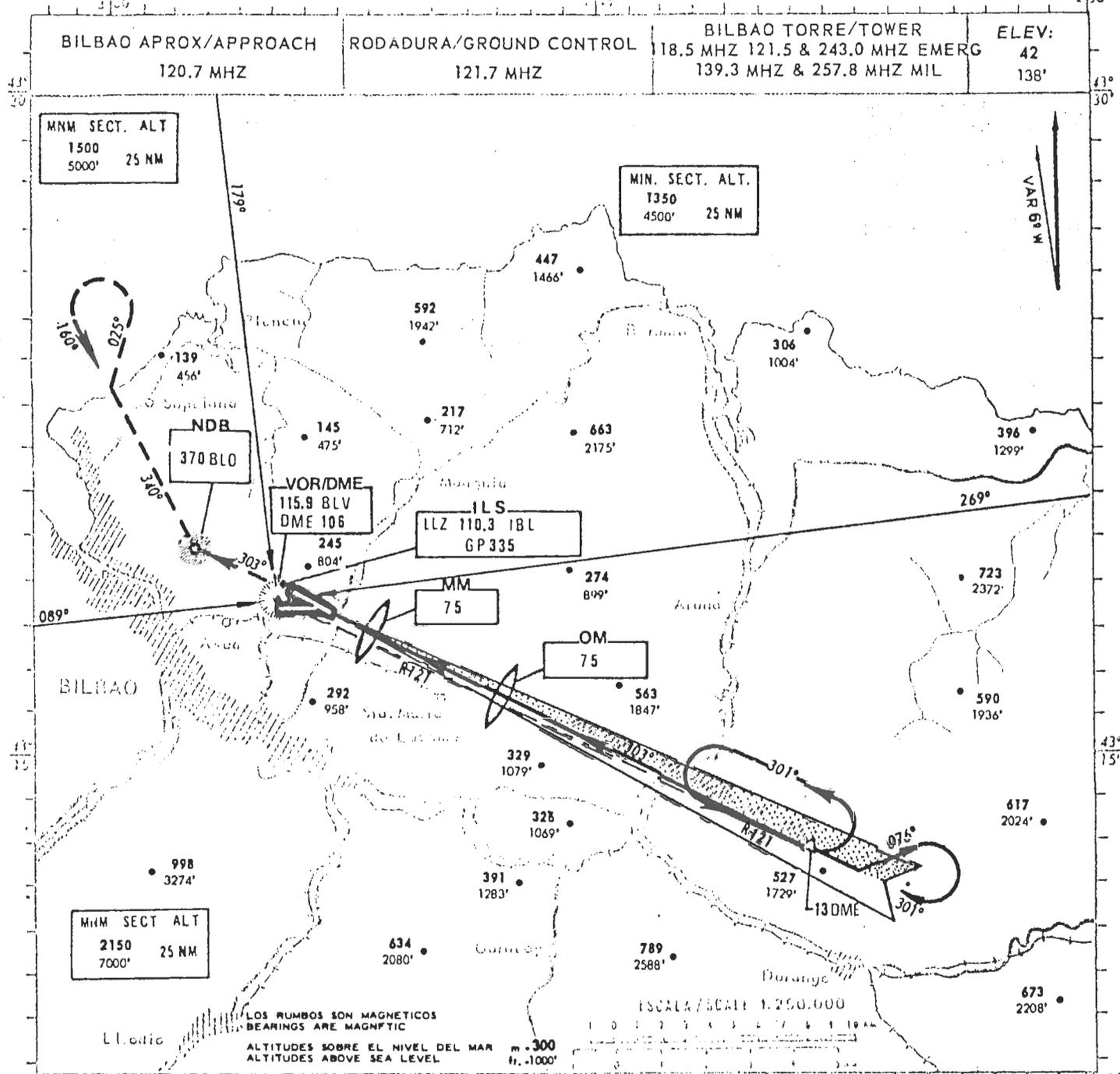
HORA	ORIGEN	COMUNICACIONES	CONVERSACION CABINA
08.25:46	TWR	AFFIRMATIVE, SIR	
08.25:48	BA81D	THANK YOU	
08.26:20			(BOCINA DE ALTITUD ALERT)
08.26:54	C2		CINCO POR FAVOR
08.26:57	C2		MINIMO, UNO SEIS ... TRES. CUATRO MIL TRESIENTOS, CURVA
08.27:04		*** (RUIDO DE IMPACTO) ***	
			(A CONTINUACION SE PRODUCEN RUIDOS Y VOCES NO IDENTIFICADAS)
08.27:14		*FIN DE LA GRABACION*	



A N E X O : B



CARTA DE APROXIMACION POR INSTRUMENTOS OACI  
INSTRUMENT APPROACH CHART ICAO



ALTIMETRIA / ALTITUDE

ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE	ALTIMETRIA / ALTITUDE			
DIRECTO / STRAIGHT IN	126	90	0.8 KM	126	90	0.8 KM	110	125	140	160	180	190	204	231	250	296	333	
NO DIRECTO / CIRCLING	460	420	2.4 KM	460	420	2.4 KM	2-40	2-11	1-55	1-43	1-30	1-20	2-40	2-11	1-55	1-43	1-30	1-20

DESE DE OM A LA PISTA - FROM OM TO RWY 30 7.4 KM = 4 NM



B-1

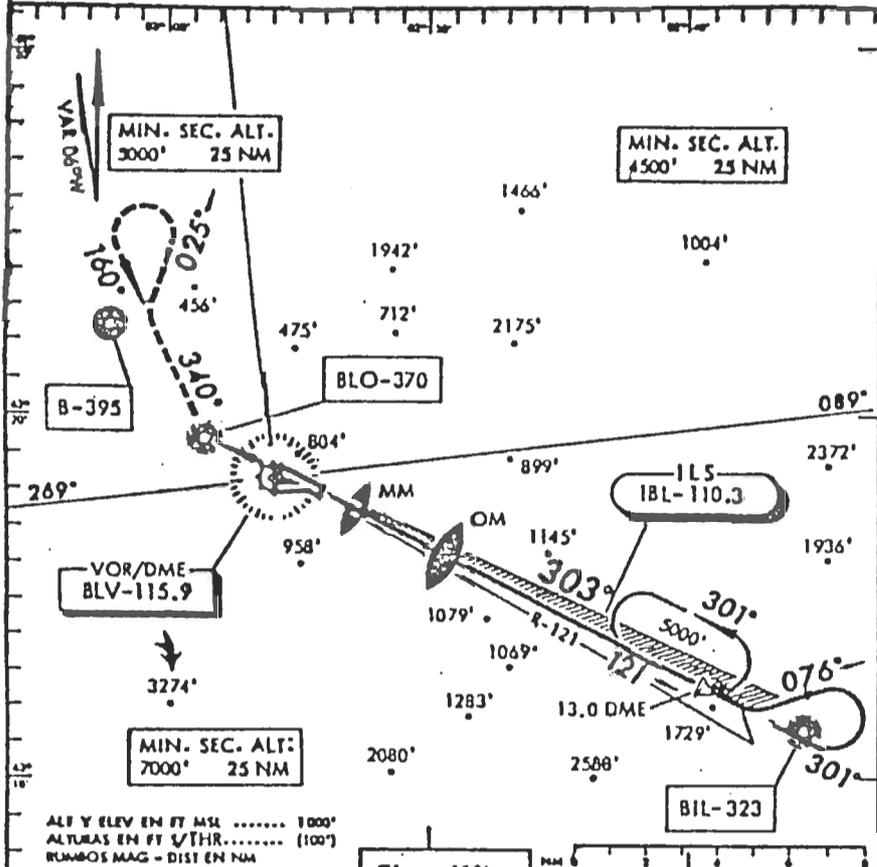
ISIRIA VOR/DME+ S 30

IL L 110.3

TWR: 118.50  
 APP: 120.70  
 VDF:  
 GND: 121.70

GCA:  
 PAR:  
 SRE:  
 ATIS:

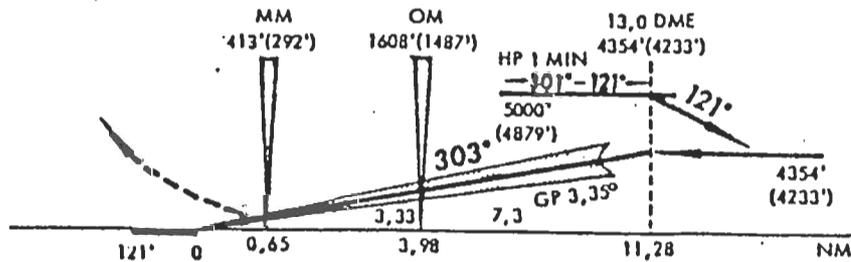
BILBAO  
 ESPAÑA



ALT Y ELEV EN FT MSL ..... 1000'  
 ALTURAS EN FT V/THR..... (100)  
 RUMBOS MAG - DIST EN NM

ALT TRANSMISION: 6000'  
 (5879')

Elev: 138'



**APROXIMACION FRUSTRADA :**

Directo al NDB "BLO", viraje a la derecha en rumbo 340°. ASC 5000'(4879'), viraje reglamentario a la derecha y regresar a INT R-121/13,0 VOR/DME "BLV" vía NDB "BLO".

Veloc. APCH (Kts)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Descenso en Ft/m	652	711	771	830	889	948	1008	1067	1126	1186
OM RWY = 3,98 NM	2:10	1:59	1:50	1:42	1:36	1:30	1:24	1:20	1:15	1:12

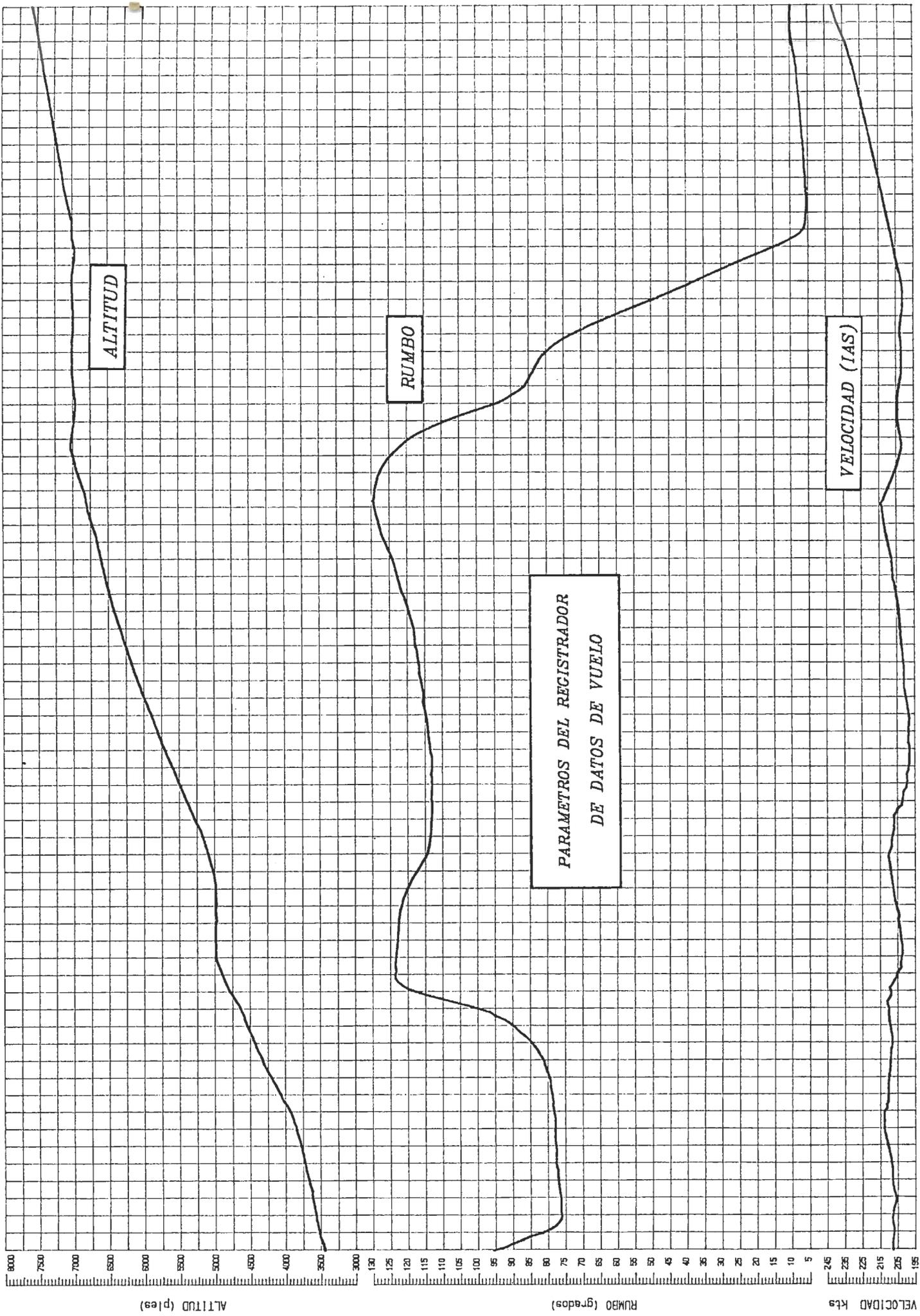
CAMBIOS : REV.

17-JUL-84 Bilbao

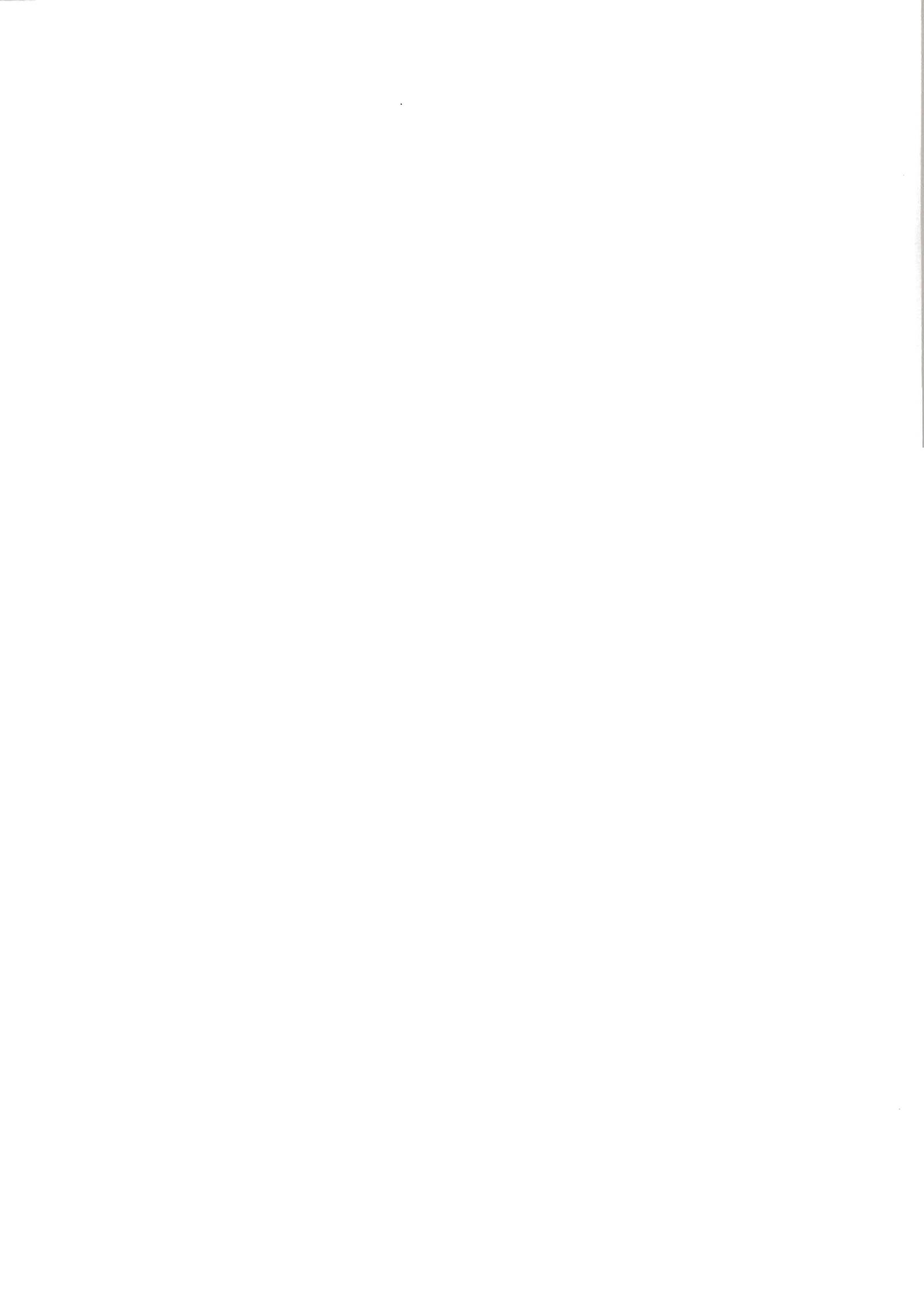


A N E X O : C





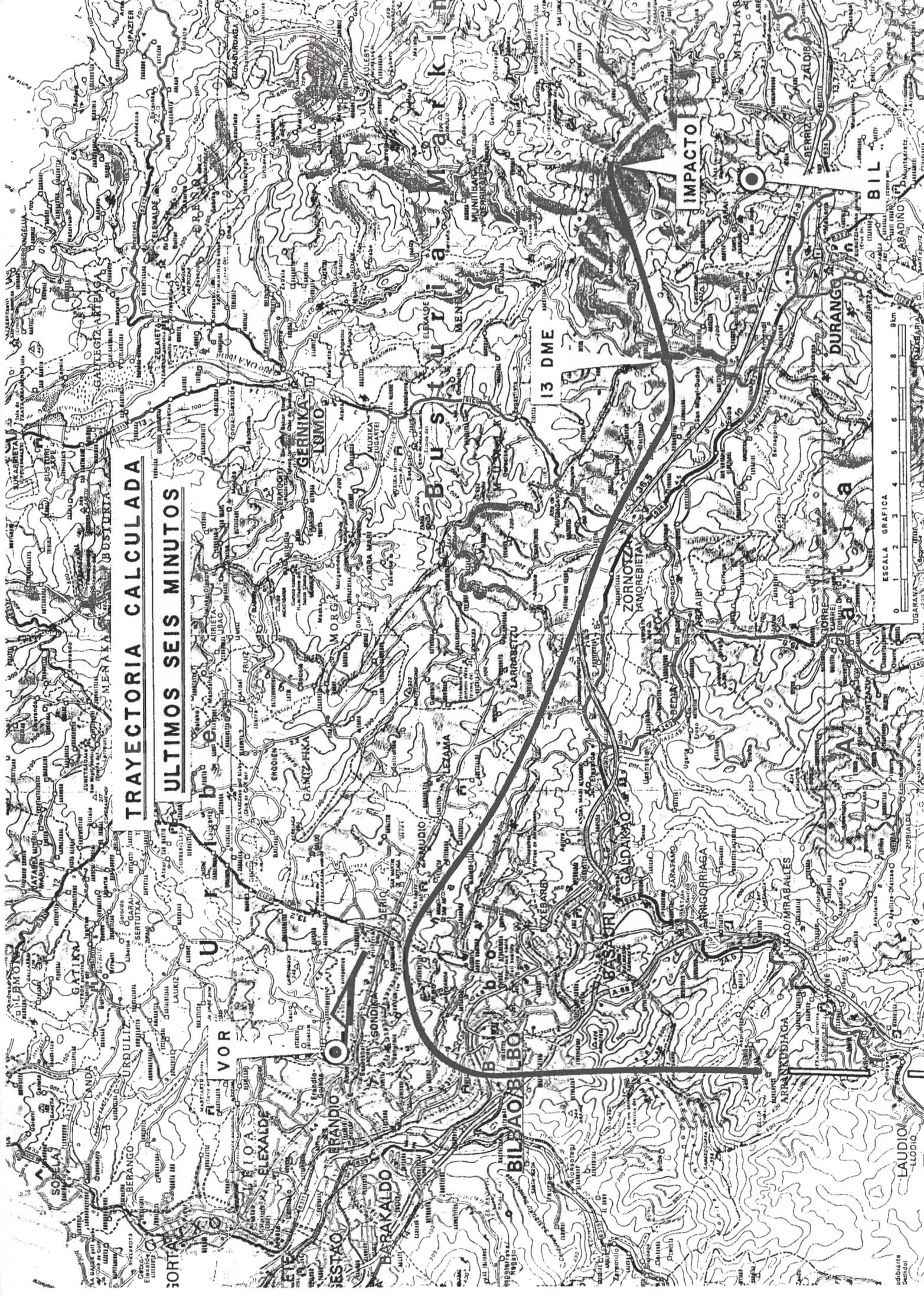
VELOCIDAD kts  
 RUMBO (grados)  
 ALTITUD (pies)  
 Tiempo en segundos



A N E X O : D



**TRAYECTORIA CALCULADA**  
**ULTIMOS SEIS MINUTOS**





A N E X O : E





