

ANEXO 13. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE PROCEDIMIENTOS DEL AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS



Aena

Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea



DIRECCIÓN DE SISTEMAS E INSTALACIONES DE NAVEGACIÓN AÉREA
DIVISIÓN DE DESARROLLO DEL SNA

**ANÁLISIS CAPACIDAD/DEMORA DEL
SISTEMA AEROPUERTO/TMA
FSAM CASO C+B**

**VARIACIONES DE LAS RUTAS
NORMALIZADAS DE SALIDA POR
CONSIDERACIONES DE IMPACTO
ACÚSTICO**



Febrero de 1999



RESUMEN EJECUTIVO

El objeto de este estudio es analizar el impacto sobre el nivel de saturación de las operaciones en el futuro Aeropuerto-TMA de Madrid-Barajas (caso denominado C+B del proyecto FSAM), de un conjunto de variaciones de las rutas normalizadas de salida (SID's). Todas estas configuraciones de las rutas se han diseñado de manera que satisfagan las siguientes premisas:

- Mantener la independencia de operaciones de despegue desde pistas paralelas.
- Reducir el impacto acústico del tráfico de aeronaves en el entorno del aeropuerto.

Los resultados del estudio permiten comparar, para cada propuesta de rutas de salida, el coste operacional en número de operaciones frente al impacto acústico asociado a cada una de ellas. El análisis se realiza para el TMA operando tanto en Configuración Norte como en Sur.

En la Tabla 1 se enumeran las diversas configuraciones de rutas analizadas, así como los estudios asociados de impacto acústico y capacidad de saturación.

PROCEDIMIENTOS DE SALIDA OBJETO DE ESTUDIO.	Conf.	Procedimientos diseñados (Dep. Espacio Aéreo)	Simulaciones Acústicas (Dep. Medio Ambiente)	Estudios de capacidad Simulaciones aceleradas (DDSNA)
OPERACIONES INDEPENDIENTES EN SALIDAS	Conf. Norte	Norte referencia	Diurno /Nocturno	"Análisis Capacidad Demora del Sistema Aeropuerto - TMA. FSAM Caso C-B" Diciembre 1998 [1]
		N1	N1 Diurno/ N1 Nocturno	Estudio Actual
		N2	N2 Diurno/ N2 Nocturno	
	Conf. Sur	Sur referencia	Diurno /Nocturno	"Análisis Capacidad Demora del Sistema Aeropuerto - TMA. FSAM Caso C-B" Diciembre 1998 [1]
		S1	S1 Diurno/ S1 Nocturno	Estudio Actual
		S2	S2 Diurno/ S2 Nocturno	
		S3	S3 Diurno/ S3 Nocturno	
		S4	-	
Conf. Norte	-	-	Estudio Actual	
Conf. Sur	-	-	Estudio Actual	

Tabla 1.- Procedimientos de salida objeto de estudio.

Tanto las rutas que sirven de referencia como las diseñadas por consideraciones de impacto acústico, garantizan la independencia entre operaciones de salida desde pistas paralelas. De forma complementaria se ha analizado, desde un punto de vista de capacidad de saturación, el caso de salidas dependientes, ante la eventualidad de que, por consideraciones medioambientales, no fuera posible garantizar la independencia entre rutas de salida.



A continuación se adjuntan dos esquemas resumen (Configuraciones Norte y Sur) con la información más destacada para cada una de las alternativa analizadas: capacidades de saturación y huellas de ruido correspondientes a los máximos niveles acústicos permitidos por la legislación en periodos diurno y nocturno.

De la información contenida en los esquemas y en el informe principal, se extraen las siguientes conclusiones:

- Los casos de rutas modificadas que garantizan la independencia entre pistas de despegue tienen todos el mismo efecto y suponen, para el Aeropuerto-TMA de Madrid-Barajas:
 - Configuración Norte: el nivel de saturación se mantiene en 1850 ops/día, con penalizaciones asumibles en las operaciones de salida: pico de 117 ops/h (pérdida de 2 ops/h) e incrementos del 10% en las demoras de las salidas en el área de maniobras.
 - Configuración Sur: el efecto sobre la Capacidad de Saturación es inapreciable. El nivel de tráfico de saturación se mantiene en 1775 ops/día y pico de 119 ops/h.
- El aspecto más negativo en todos los casos de independencia de salidas sigue siendo el desequilibrio entre los flujos de llegada a ambas pistas de aterrizaje. Dicho aspecto ya se presentaba en las rutas originales y es independiente del trazado de las rutas de salida modificadas.
- En el caso de no garantizarse la independencia entre pistas de despegue paralelas, el impacto en la capacidad del sistema es enorme:

Configuración Norte: el tráfico de saturación desciende a valores de 1320 ops/día y pico de 87 ops/h.

Configuración Sur: el nivel de saturación baja hasta 1215 ops/día, con un pico de 89 ops/h.

Las recomendaciones que se derivan del análisis son:

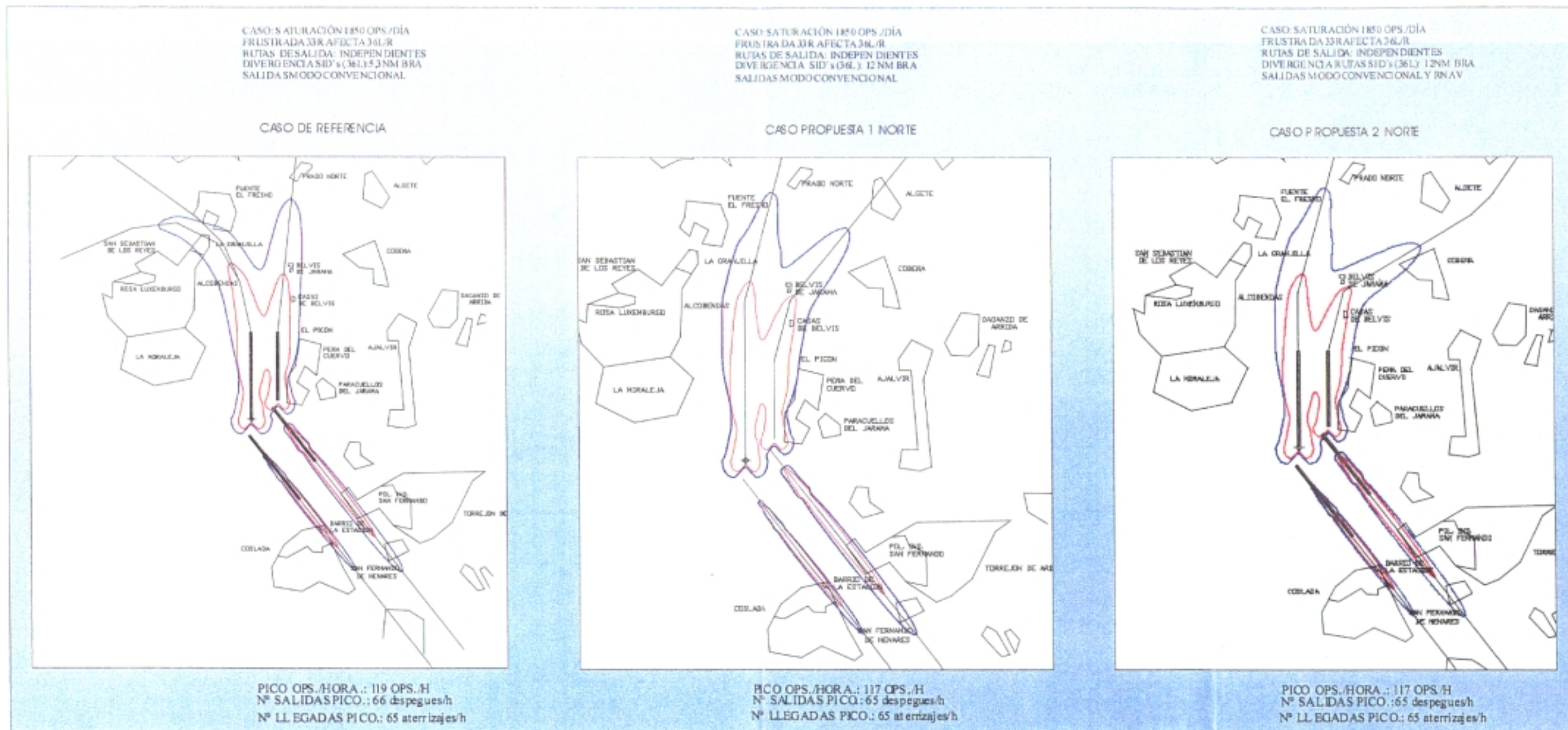
1. Mantener la independencia entre operaciones de salida desde pistas paralelas. Sin ello, el rendimiento del aeropuerto con 4 pistas se reduce enormemente.
2. Para el caso de rutas de salida que mantengan la independencia entre pistas de despegue, el factor decisivo resulta ser el impacto medioambiental (huella de ruido).

Refuerzo de la recomendación expuesta en el análisis de las rutas originales (referencia [1]): equilibrar los flujos de llegada a ambas pistas de aterrizaje, con objeto de aliviar la situación en espacio aéreo de las llegadas.

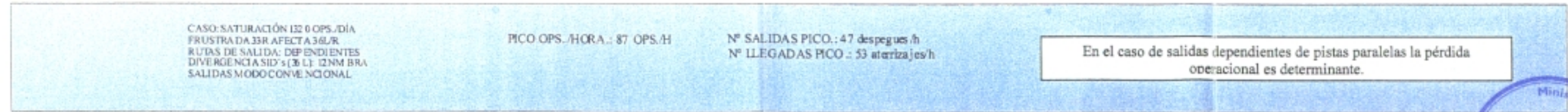
█ Límite diurno 65 dB
█ Límite nocturno 55dB

CONFIGURACIÓN NORTE

SALIDAS INDEPENDIENTES



SALIDAS DEPENDIENTES





█ Límite diurno 65 dB
█ Límite nocturno 55dB

CONFIGURACIÓN SUR

SALIDAS INDEPENDIENTES

CASO: SATURACIÓN 775 OPS./DÍA
 FRUSTRADA 18L AFECTA 15L/R
 RUTAS DE SALIDA: INDEPENDIENTES
 SALIDAS MODO CONVENCIONAL

CASO: SATURACIÓN 1775 OPS./DÍA
 FRUSTRADA 18L AFECTA 15L/R
 RUTAS DE SALIDA: INDEPENDIENTES
 SALIDAS 15R: SUBIR RDL-327 PDI HASTA 8 DME BRA
 SALIDAS 15L: SUBIR RUMBO 132° HASTA 8 DME BRA
 SALIDAS MODO CONVENCIONAL

CASO: SATURACIÓN 1775 OPS./DÍA
 FRUSTRADA 18L AFECTA 15L/R
 RUTAS DE SALIDA: INDEPENDIENTES
 SALIDAS 15R: SUBIR RUMBO PISTA HASTA 24 DME BRA
 SALIDAS 15L: SUBIR RUMBO 132° HASTA 2.4 DME BRA
 SALIDAS MODO CONVENCIONAL

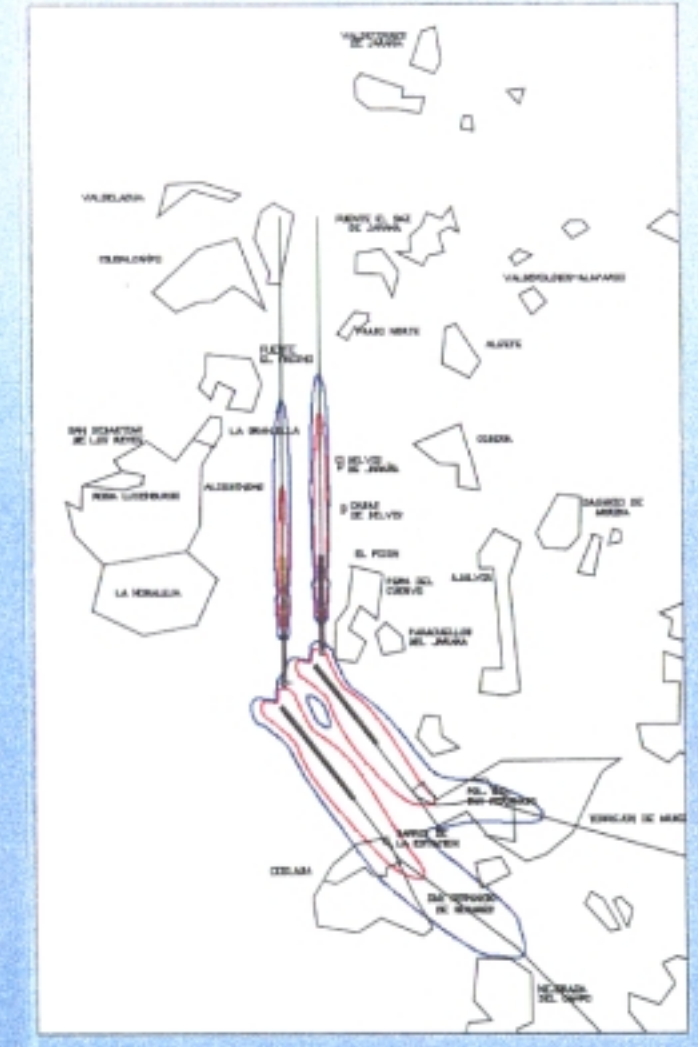
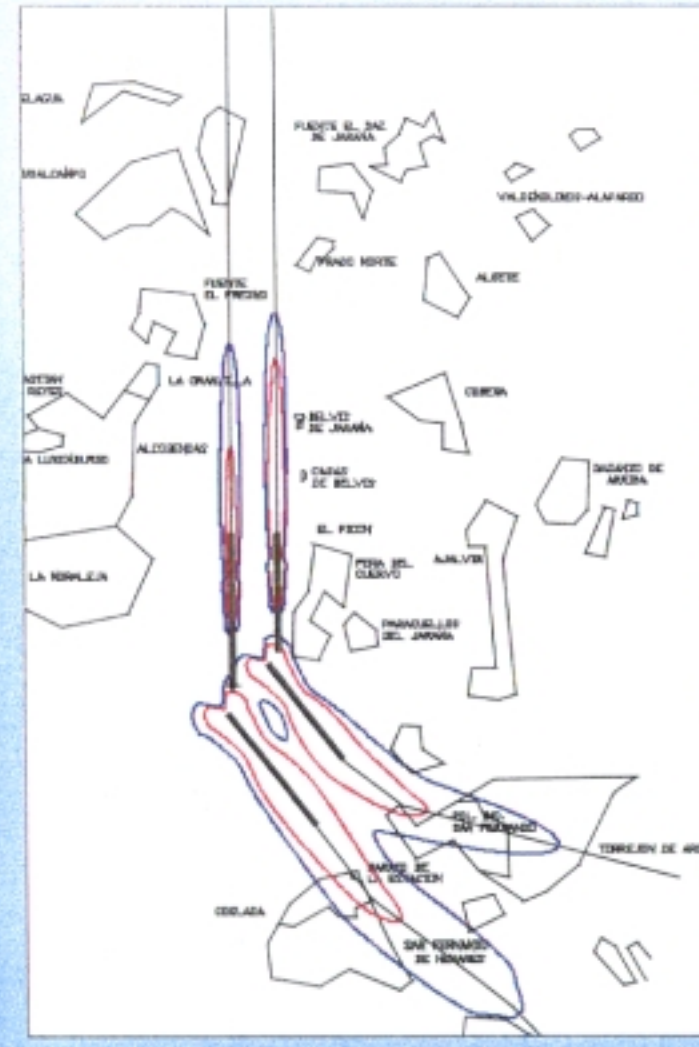
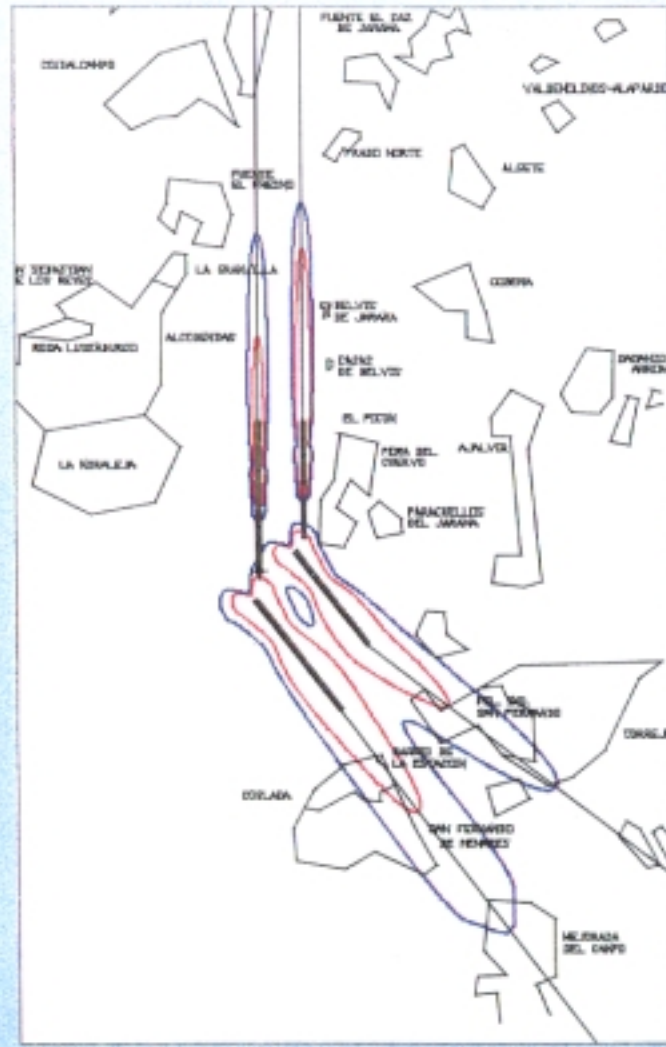
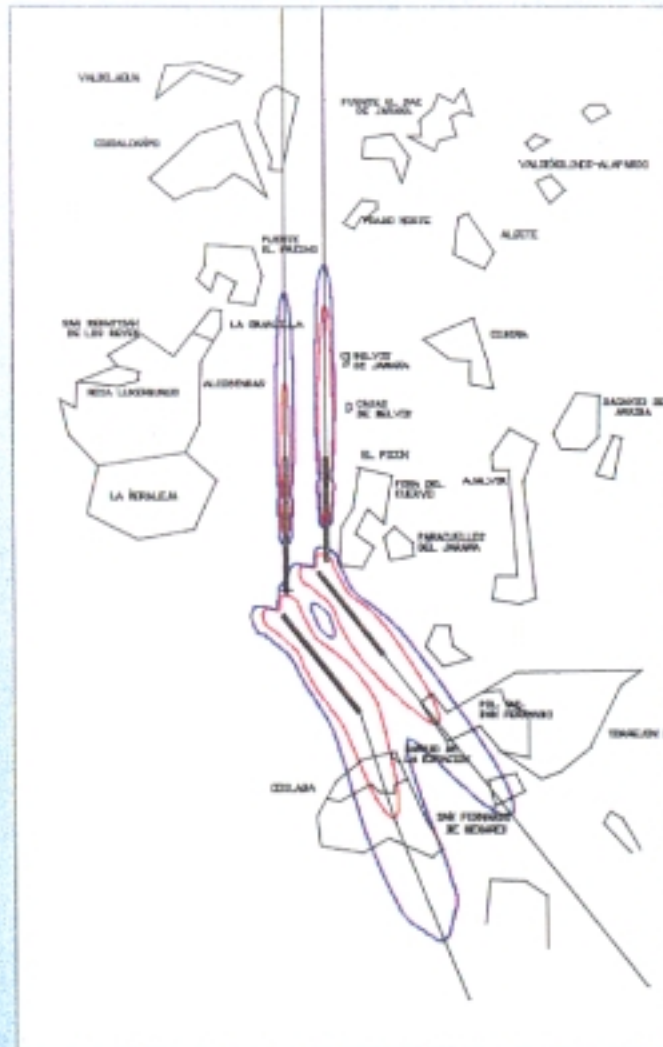
CASO: SATURACIÓN 1775 OPS./DÍA
 FRUSTRADA 18L AFECTA 15L/R
 RUTAS DE SALIDA: INDEPENDIENTES
 SALIDAS 15R: SUBIR RUMBO PISTA HASTA 24 DME BRA
 SALIDAS 15L: SUBIR RUMBO PISTA HASTA 2400' QN1
 SALIDAS MODO CONVENCIONAL

CASO DE REFERENCIA

CASO PROPUESTA 1 SUR

CASO PROPUESTA 2 SUR

CASO PENDIENTE DE ESTUDIO 1 SUR



PICO OPS./HORA.: 119 OPS./H
 Nº SALIDAS PICO.: 67 despegues/h
 Nº LLEGADAS PICO.: 70 aterrizajes/h

PICO OPS./HORA.: 119 OPS./H
 Nº SALIDAS PICO.: 67 despegues/h
 Nº LLEGADAS PICO.: 70 aterrizajes/h

PICO OPS./HORA.: 119 OPS./H
 Nº SALIDAS PICO.: 67 despegues/h
 Nº LLEGADAS PICO.: 70 aterrizajes/h

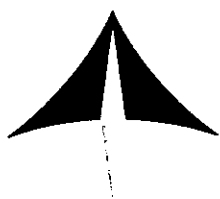
PICO OPS./HORA.: 119 OPS./H
 Nº SALIDAS PICO.: 67 despegues/h
 Nº LLEGADAS PICO.: 70 aterrizajes/h

SALIDAS DEPENDIENTES

CASO: SATURACIÓN 1215 OPS./DÍA
 FRUSTRADA 18L AFECTA 15L/R
 RUTAS DE SALIDA: DEPENDIENTES
 SALIDAS MODO CONVENCIONAL

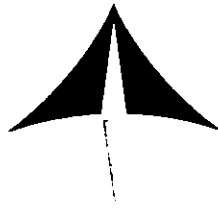
PICO OPS./HORA.: 89 OPS./H
 Nº SALIDAS PICO.: 44 despegues/h
 Nº LLEGADAS PICO.: 54 aterrizajes/h

En el caso de salidas dependientes de pistas paralelas la pérdida operacional es determinante.



ÍNDICE

	Pág. N°
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Antecedentes	1
1.2.- Objeto	1
1.3.- Alcance del Estudio.....	2
2.- ALCANCE DEL ESTUDIO DE SIMULACIÓN.....	3
3.- BASES DEL ESTUDIO.....	4
3.1.- Herramienta de simulación.....	4
3.2.- Datos de partida.....	4
4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4.1.- Planteamiento del problema	5
4.2.- Parámetros objeto de análisis	6
4.3.- Límites de admisibilidad de los parámetros.....	6
4.4.- Cargas de tráfico.....	7
5.- DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	11
5.1.- Escenario 1: Rutas de atenuación de ruido. Salidas independientes.....	11
5.1.1.-Descripción de los modelos del Escenario 1	11
5.1.1.1.- Modelo del Escenario 1 en Configuración Norte.....	12
5.1.1.2.- Modelo del Escenario 1 en Configuración Sur	13
5.1.2.-Resultados del Escenario 1	14
5.1.3.- Análisis de resultados del Escenario 1	22
5.1.3.1.- Configuración Norte (Escenario 1)	22
5.1.3.2.- Configuración Sur (Escenario 1).....	23
5.1.4.-Comparación de resultados para el Escenario 1	24
5.2.- Escenario 2: Rutas de atenuación de ruido. Salidas dependientes.....	27
5.2.1.-Descripción de los modelos del Escenario 2.....	27
5.2.1.1.- Modelo del Escenario 2 en Configuración Norte.....	28
5.2.1.2.- Modelo del Escenario 2 en Configuración Sur	29
5.2.2.- Resultados del Escenario 2.....	30
5.2.3.- Análisis de los resultados del Escenario 2	39
5.2.3.1.- Configuración Norte (Escenario 2)	39
5.2.3.2.- Configuración Sur (Escenario 2).....	40
6.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO.....	42
6.1.- Escenario 1. Rutas de atenuación de ruido. Salidas independientes.....	42
6.2.- Escenario 2. Rutas de atenuación de ruido. Salidas dependientes.....	43
7.- RECOMENDACIONES	43
ANEXO I: PROPUESTA DE NUEVAS RUTAS DE SALIDA	
ANEXO II: CÁLCULO DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS	
ANEXO III: ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL (HUELLAS DE RUIDO)	



ANÁLISIS CAPACIDAD/DEMORA DEL SISTEMA AEROPUERTO-TMA.

FSAM CASO C+B

VARIACIONES DE LAS RUTAS NORMALIZADAS DE SALIDA POR CONSIDERACIONES DE IMPACTO ACÚSTICO

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Antecedentes

Se tomará como punto de partida el "*Análisis Capacidad/Demora del Sistema Aeropuerto-TMA. FSAM Caso C+B*" Diciembre 1998 [1], que establece el punto de saturación de la operación del conjunto Aeropuerto-TMA en función de la demora admisible (Capacidad Práctica) en el caso C+B del proyecto FSAM, tanto para los modelos de Configuración Norte como Sur. Los resultados obtenidos en dicho análisis son los siguientes:

- En **Configuración Norte**, el nivel de tráfico de saturación es de **1850 ops/día**. El pico de operaciones, con distribución de tráfico acorde con el perfil del día tipo, es de **119 ops/h**.
- En **Configuración Sur**, el nivel de tráfico de saturación es de **1775 ops/día**. El pico de operaciones, con distribución de tráfico acorde con el perfil del día tipo, es de **119 ops/h**.

1.2.- Objeto

El objeto de este estudio es analizar el **impacto** sobre el nivel de saturación de las operaciones en el futuro Aeropuerto-TMA de Madrid-Barajas (caso denominado C+B del proyecto FSAM), de **variaciones de las rutas normalizadas de salida, por consideraciones de impacto acústico**.

Este estudio responde a la demanda del grupo FSAM de conocer las **modificaciones** que podrían realizarse en las rutas normalizadas de salida inicialmente diseñadas para el caso C+B, con el doble objetivo de :

- mantener la operación independiente de cada pista de salidas,
- minimizar el impacto acústico sobre las poblaciones circundantes;

así como evaluar el coste operacional, es decir la **pérdida de operaciones /hora**, y el coste acústico asociado a cada propuesta de rutas de salida.



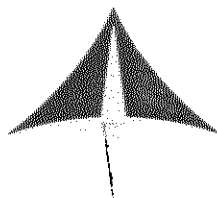
1.3.- Alcance del Estudio.

Para cumplir el objetivo establecido se realizan tres actividades fundamentales:

- A) El Departamento de Espacio Aéreo (DOR) de Aena ha analizado y diseñado las posibles variantes a los procedimientos de salida inicialmente establecidos para el caso C+B que, garantizando la independencia de las salidas permitirá posibles alternativas de impacto acústico. Estos procedimientos descritos en detalle en el Anexo I se resumen en la tabla 0.
- B) El Departamento de Medio Ambiente de Aena ha realizado un estudio de impacto acústico asociado a cada uno de los procedimientos anteriores, en base a la previsión de tráfico utilizada en las simulaciones de capacidad FSAM. Las huellas de ruido producidas por las rutas actuales de las pistas 15/33 y 36L/18R, junto con las asociadas a cada propuesta FSAM se presentan en el Anexo III. La tabla 0 resume las simulaciones acústicas realizadas.
- C) La División de Desarrollo del SNA de Aena ha realizado las correspondientes simulaciones en tiempo acelerado al objeto de determinar el impacto en la capacidad asociado a las nuevas rutas independientes. De forma complementaria, y en previsión de que no fuera posible, por consideraciones acústicas, diseñar procedimientos de salida independientes, se ha determinado mediante simulación acelerada la pérdida de capacidad que supondría operar con pistas de salida dependientes. Este documento expone los resultados de las simulaciones aceleradas realizada.

De esta forma, los estudios de procedimientos, capacidad e impacto acústico permitirán realizar el balance entre capacidad, impacto acústico y seleccionar la mejor de las propuestas, es decir aquella que maximice la capacidad con menor coste medio ambiental.





PROCEDIMIENTOS DE SALIDA OBJETO DE ESTUDIO.	Conf.	Procedimientos diseñados (Dep. Espacio Aéreo)	Simulaciones Acústicas (Dep. Medio Ambiente)	Estudios de capacidad Simulaciones aceleradas (DDSNA)
<u>OPERACIONES INDEPENDIENTES EN SALIDAS</u>	Conf. Norte	Norte referencia	Diurno /Nocturno	"Análisis Capacidad/Demora del Sistema Aeropuerto - TMA. FSAM Caso C-B" Diciembre 1998 [1]
		N1	N1 Diurno/ N1 Nocturno	Estudio Actual
		N2	N2 Diurno/ N2 Nocturno	
	Conf. Sur	Sur referencia	Diurno /Nocturno	"Análisis Capacidad/Demora del Sistema Aeropuerto - TMA. FSAM Caso C-B" Diciembre 1998 [1]
		S1	S1 Diurno/ S1 Nocturno	Estudio Actual
		S2	S2 Diurno/ S2 Nocturno	
		S3	S3 Diurno/ S3 Nocturno	
		S4	-	
Conf. Norte	-	-	Estudio Actual	
Conf. Sur	-	-	Estudio Actual	

Tabla 0.- Procedimientos de salida objeto de estudio.

2.- ALCANCE DEL ESTUDIO DE SIMULACIÓN.

El estudio parte de la información detallada del diseño del área de maniobras del futuro aeropuerto utilizada en la *Referencia [1]*, así como del mismo diseño de la estructura y rutas de llegada del TMA asociado, pero estableciendo nuevas alternativas para las rutas normalizadas de salida, tanto para los modelos de Configuración Norte como Sur.

Se han diseñado dos (2) nuevos conjuntos de rutas de salida para Configuración Norte (N1 y N2) y cuatro (4) para Configuración Sur (S1, S2, S3 y S4). Todos estos diseños garantizan:

- la independencia entre operaciones de salida de las pistas paralelas,
- así como idéntica divergencia de las rutas de salida de cada pista (divergencia posterior a las 8 NM de BRA),

siendo la diferencia fundamental entre ellos la orientación y longitud de los tramos iniciales de salida.



Los parámetros considerados en el estudio arrojarán los mismos resultados para todos los casos de Configuración Norte, por una parte, y Configuración Sur por otra. Por tanto sólo será necesario efectuar las simulaciones correspondientes a uno de los diseños de Configuración Norte y otro de Configuración Sur, por no tener el resto de los casos diferencias significativas a efectos de simulación.

En consecuencia, los modelos analizados en este estudio son los siguientes:

- **Escenario 1:** Modelo con nuevo diseño de las rutas normalizadas de salida, con independencia entre operaciones de despegue. Este modelo se analizará tanto en Configuración Norte como en Sur.
- **Escenario 2:** Modelo con nuevo diseño de las rutas normalizadas de salida, con dependencia entre las operaciones de despegue. Este modelo se analizará tanto en Configuración Norte como en Sur.

3.- BASES DEL ESTUDIO

Los modelos objeto de estudio han sido analizados mediante procesos de simulación en tiempo acelerado. Se describen a continuación las principales bases del estudio.

3.1.- Herramienta de simulación

La herramienta de simulación empleada es el Simulador de Espacio Aéreo y Aeropuertos SIMMOD v. 2.0.3. de la FAA.

Esta herramienta permite modelar y simular los diversos escenarios, obteniendo resultados referentes a número de operaciones (en zonas del aeropuerto, pistas, rutas y sectores del espacio aéreo), relación demanda/flujo, demoras experimentadas, etc.

3.2.- Datos de partida

La información geométrica y operativa empleada como dato de entrada para generar los modelos, se ha obtenido de las siguientes fuentes:

1. Información de nuevas rutas de salida proporcionadas por el *Departamento de Espacio Aéreo (División de Organización y Reglamentación, Aena)*. Esta información está detallada en el Anexo I.
2. Diseño del área de maniobras, y estructura y rutas de llegada del TMA asociado descritos en el informe "*Análisis Capacidad/Demora del Sistema Aeropuerto-TMA. FSAM Caso C+B*" (DDSNA, Diciembre 1998) [1].



3. Parámetros de admisibilidad validados y utilizados en el estudio "*Simulación del Área de Maniobras en el Futuro Aeropuerto de Madrid-Barajas*" (DDSNA, Junio 1997) [2], y coincidentes con los de la referencia [1].
4. Perfiles y distribución de tráfico en Barajas y Torrejón obtenidos de la base de datos *Picasso*, y coincidentes con los utilizados en la referencia [1].

El tráfico utilizado en el estudio corresponde al día tipo real utilizado en la referencia [1], y se incrementa progresivamente hasta los niveles de saturación.

Las premisas de operación para el diseño de los modelos son idénticas a las de la referencia [1], por lo que se mantiene la coherencia con los planteamientos de dicha referencia. Estas premisas son:

- Distribución de tráfico de acuerdo al perfil del día tipo.
- Distribución de tráfico en pistas según origen, destino y rutas de llegada y salida del aeropuerto.
- Diseño detallado del área de maniobras.
- Políticas concretas de asignación de estacionamientos.
- Diseño detallado de las rutas y procedimientos operativos del TMA.
- Prioridad de las operaciones en Barajas frente a las de Torrejón.

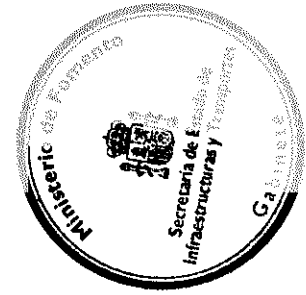
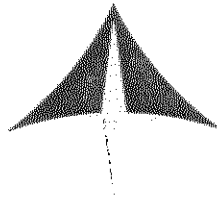
4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

En los siguientes apartados se expone el proceso seguido en los trabajos de simulación de cada uno de los modelos estudiados.

4.1.- Planteamiento del problema

El objetivo buscado con este estudio es determinar el nivel de operación del conjunto Aeropuerto-TMA dentro de unos márgenes de calidad de servicio aceptables, es decir, se debe determinar el nivel de operaciones/día en el que el sistema Aeropuerto-TMA comienza a experimentar problemas de gestión de movimientos y niveles no admisibles de demoras.

Se establece como límite de admisibilidad que las demoras en el futuro desarrollo de Madrid-Barajas no han de rebasar a las experimentadas en el escenario con 2 pistas cruzadas.



4.2.- Parámetros objeto de análisis

Los parámetros analizados en cada uno de los modelos permiten determinar el nivel de tráfico para el que se produce saturación del conjunto Aeropuerto-TMA, y son los siguientes:

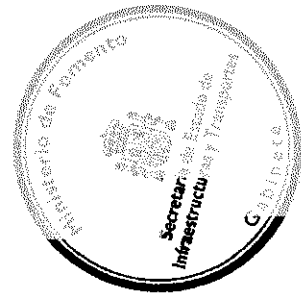
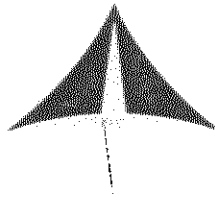
- Valores de demora media en lado tierra, a lo largo del día, para las salidas. (Se tiene en cuenta la demora en cola de despegue, en rodadura y en estacionamiento por saturación de cola de despegue). Como parámetro secundario se analiza la demora media sobre demorados de salidas en tierra
- Número y porcentaje sobre el total de salidas demoradas en tierra. Se consideran como tales aquellas con demora superior a 1 minuto.
- Demora media en Espacio Aéreo de las llegadas. Se especifican los valores correspondientes a las llegadas a cada pista por separado y para el total de llegadas.
- Perfiles, a lo largo del día, de la relación Demanda/Flujo de llegadas y salidas a Barajas. (Es decir, la relación entre las aeronaves que tienen previsto el uso de la pista y las aeronaves que realmente pudieron hacer uso de ella en el intervalo horario previsto).

4.3.- Límites de admisibilidad de los parámetros

El nivel de tráfico aceptable desde el punto de vista operativo (dado en nº de ops/día, en perfil horario y en hora punta) se determina imponiendo límites de admisibilidad a los parámetros. Los criterios de admisibilidad están basados en los fijados para los estudios relativos a la construcción de la 3ª pista, cuantificados por la DDSNA en el documento “*Simulación del Área de Maniobras en el Futuro Aeropuerto de Madrid-Barajas*” junio 1997, y validados por el “Grupo de Movimientos de Aeronaves en Superficie” del Plan ATM.

En este informe se establece como límite para futuros desarrollos del Aeropuerto los niveles de demora experimentados por el Aeropuerto con 2 pistas cruzadas y un nivel de tráfico de 783 ops/día y perfil horario de día tipo. Estos son:

- **Demora media de las salidas en el área de maniobras:** 4.0-4.5 min. de demora media por aeronave y día. De forma adicional se consideraría como límite el punto de inflexión de la curva de demora media.
- **Proporción (%) de salidas demoradas más de 1 minuto en el área de maniobras (salidas demoradas):** se considera un margen comprendido entre el



60-70% de todas las salidas, es decir, 2/3 o más de las salidas experimentan demoras apreciables en el área de maniobras.

- **Demora media, en espacio aéreo, de las llegadas:** debido al desequilibrio existente entre los flujos absorbidos por las 2 pistas de aterrizaje de cada configuración, se fija como límite el **punto de inflexión para el que se incrementa el ritmo de crecimiento** de esta demora al aumentar el tráfico.
- **Perfiles de Demanda/Flujo para las operaciones en cada pista:** se buscan los niveles de tráfico para los que aparezca una **demanda punta sostenida de varias horas que no pueda ser atendida** por la pista en situación más crítica.

De acuerdo a los límites impuestos a estos 4 parámetros fundamentales se determinará el nivel de operación del conjunto TMA-Aeropuerto. Estos límites deben entenderse como un conjunto, es decir, que para considerar que el sistema se encuentra saturado no basta con que uno de ellos, de manera aislada, supere su límite, sino que será necesario el que varios de ellos sobrepasen los valores fijados. El orden en el que esos parámetros fundamentales excedan las limitaciones impuestas dará una idea precisa de cuales son los "cuellos de botella" del sistema y el orden cronológico con el que irán apareciendo.

En la Tabla 1 se resumen los límites de admisibilidad impuestos.

PARÁMETROS PRINCIPALES	LÍMITES DE ADMISIBILIDAD
Demora media de las salidas en el área de maniobras	4.0-4.5 minutos aeronave
Proporción de salidas demoradas más de 1 min. en área maniobras	60-70%
Demora media de las llegadas en espacio aéreo	Aumento del ritmo de crecimiento de la demora al aumentar el tráfico
Perfil Demanda/Flujo para todo el día	Demandas punta sostenidas no atendidas en pista más crítica

Tabla 1.- Parámetros y Límites de Admisibilidad. Barajas-TMA.

4.4.- Cargas de tráfico

La carga de tráfico empleada en el análisis del nivel de demora corresponde a un día tipo actual, adaptado a las nuevas pistas e incrementado de forma uniforme hasta el número de operaciones totales necesario para saturar la operación manteniendo el perfil horario.

Las cargas de tráfico consideradas son las siguientes:

- **Día tipo de referencia.** 1 Abril de 1998 con 800 movimientos en Madrid-Barajas y 42 operaciones IFR en Torrejón. La Figura 1 representa el perfil horario de salidas/llegadas y totales del día tipo.



- **Día tipo adaptado a configuración de 4 pistas.** Las 800 operaciones del día tipo se redistribuyen en las 4 pistas del caso C+B teniendo en cuenta las rutas de llegada y salida a cada pista y el origen/destino de los vuelos. La Tabla 2 indica la distribución de tráfico por pista en Configuración Norte y en Configuración Sur. Las Figuras 2 y 3 representan de manera esquemática las rutas de llegada y salida de cada pista del caso C+B así como los porcentajes de tráfico absorbidos en Configuración Norte y Configuración Sur.
- **Tráfico incrementado.** Se incrementa el número de las operaciones en Madrid-Barajas del día tipo adaptado manteniendo constantes las de Torrejón.
 - ✓ **Escenario 1:** Se incrementa el tráfico hasta la carga nominal de saturación del conjunto Aeropuerto-TMA obtenida en la Referencia [1], tanto para Configuración Norte (1850 ops./día) como Configuración Sur (1775 ops./día). De este modo se comprueba si el conjunto Aeropuerto-TMA, con el nuevo diseño de rutas de salida para la reducción del ruido, es capaz de absorber el mismo nivel de tráfico.
 - ✓ **Escenario 2:** Se incrementa progresivamente el número de las operaciones en Madrid-Barajas para obtener el nivel de tráfico aceptable desde el punto de vista operativo, en el caso de existir dependencia entre operaciones de salida.

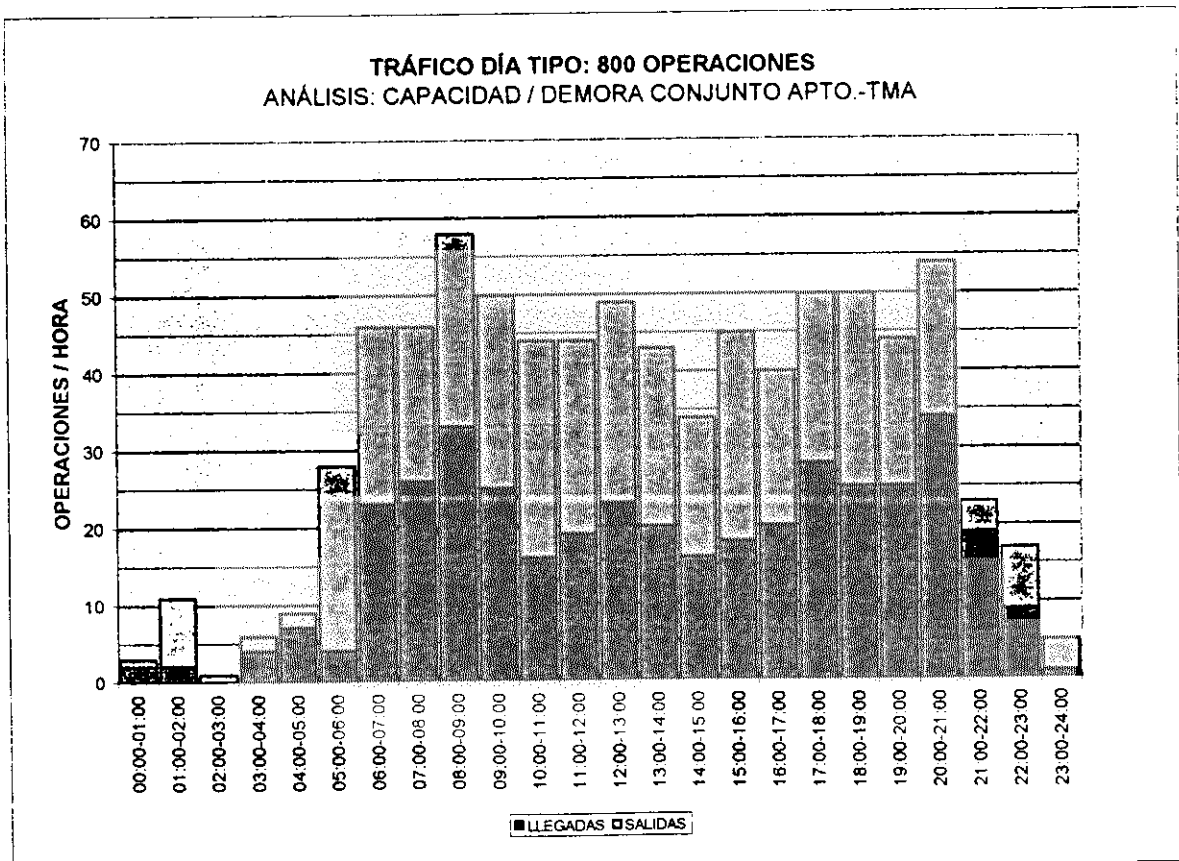


Figura 1.- Tráfico correspondiente al Día Tipo.



CONFIGURACIÓN NORTE																			
Carga Tráfico	LLEGADAS									SALIDAS									
	800 Op/día	33L (42%)				33R (58%)					36L (51%)				36R (49%)				
L		M	H	Tot	L	M	H	Tot	Tot	L	M	H	Tot	L	M	H	Tot	Tot	
10		138	18	166	25	178	30	233	399	18	146	41	205	27	160	9	196	401	
CONFIGURACIÓN SUR																			
Carga Tráfico	LLEGADAS									SALIDAS									
	800 Op/día	18L (65%)				18R (35%)					15L (48%)				15R (52%)				
L		M	H	Tot	L	M	H	Tot	Tot	L	M	H	Tot	L	M	H	Tot	Tot	
24		204	33	261	14	109	15	138	399	22	155	14	191	23	151	36	210	401	

Tabla 2.- Distribución de las Operaciones del Día Tipo original en Barajas.

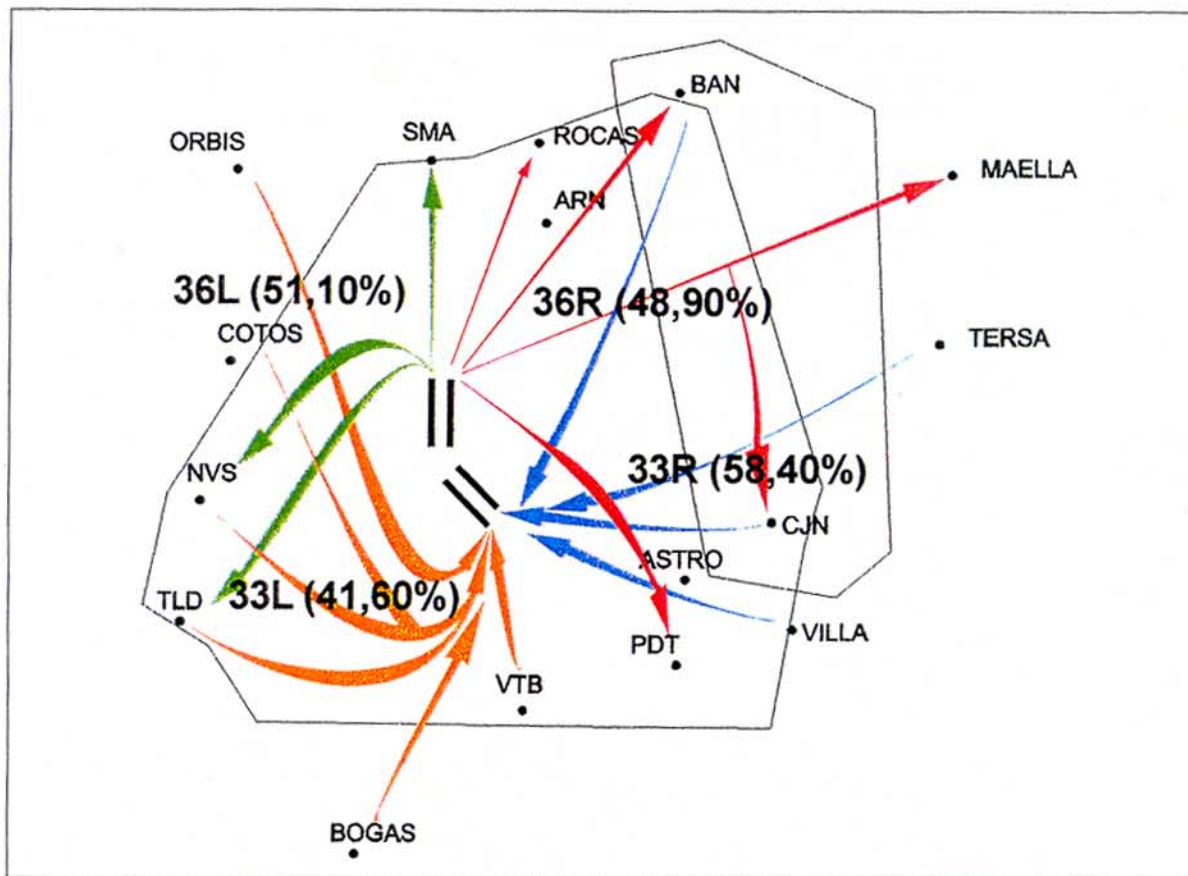


Figura 2.- Rutas de Llegada y Salida de cada Pista en Barajas C+B. Conf. Norte

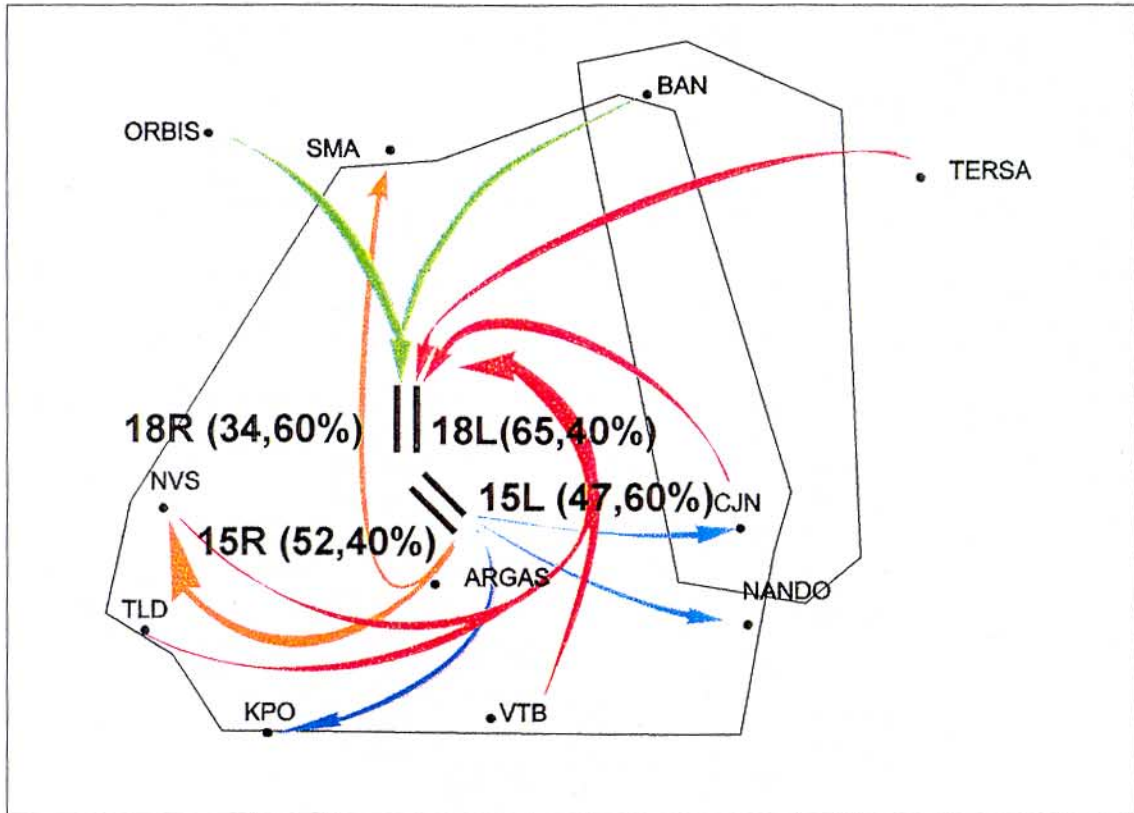


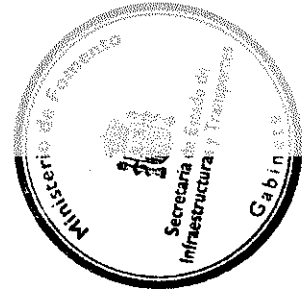
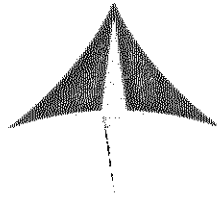
Figura 3.- Rutas de Llegada y Salida de cada Pista en Barajas C+B. Conf. Sur

Los vuelos considerados para Torrejón son, exclusivamente, las operaciones IFR. El nivel de tráfico de Torrejón se mantiene constante sin incrementar. La distribución de vuelos es la que figura en la Tabla 3.

TOTAL OPS./DÍA	LLEGADAS LETO23				SALIDAS LETO 05				SALIDAS LETO 23				TOTAL
	L	M	H	TOTAL	L	M	H	TOT	L	M	H	TOT	
42 ops./día	17	4	0	21	14	2	0	16	4	1	0	5	21

Tabla 3.- Carga de Tráfico aplicada a la Base Aérea de Torrejón (Operaciones IFR)





5.- DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

La descripción detallada de cada uno de los escenarios y los resultados obtenidos se encuentran indicados en los siguientes subapartados:

5.1.- Escenario 1: Rutas de atenuación de ruido. Salidas independientes.

El *Escenario 1* es el modelo con nuevo diseño de las rutas normalizadas de salida, con independencia entre operaciones de despegue. Este modelo se analizará tanto en Configuración Norte como en Sur.

5.1.1.- Descripción de los modelos del Escenario 1

Estos modelos incorporan al diseño del área de maniobras la estructura completa del diseño de TMA, con sus rutas de salida, llegada, puntos de divergencia en las salidas, alimentadores en las llegadas, rangos de velocidades, procedimientos de control y reglas de separación. Como un elemento más del TMA, se ha incluido la operación IFR en la Base Aérea de Torrejón, respetando la prioridad de las operaciones de Barajas sobre las de Torrejón para reproducir las condiciones reales de operación.

El diseño de la estructura y rutas de llegada del TMA asociado coinciden con las empleadas en la *Referencia [1]*, y se encuentran detalladas en el Anexo II de la citada referencia.

La estructura y rutas de salida, presentadas en el Anexo I de este informe, corresponden a **nuevos diseños realizados para el caso C+B FSAM con intención de reducir la huella de ruido en las poblaciones colindantes con el aeropuerto de Madrid-Barajas**. La diferencia más notoria, desde el punto de vista de las simulaciones SIMMOD, de los nuevos diseños de las rutas de salida del TMA con respecto a los modelos de la *Referencia [1]* es que las nuevas rutas de salida de la pista 36L en Configuración Norte pierden la divergencia a efectos de separación entre despegues, dado que la divergencia se produce a más de 8 NM del VOR de BRA.

Se han creado 2 diseños de rutas de salida para Configuración Norte (N1 y N2) y 4 diseños para Configuración Sur (S1, S2, S3 y S4). Todos los diseños garantizan la independencia e idéntica divergencia entre rutas de salida, de forma que la diferencia fundamental entre ellos es la orientación y longitud de los tramos iniciales de salida.

Esta diferencia de diseño no afecta a los parámetros analizados en el presente estudio, por lo que sólo se hará necesario realizar las simulaciones correspondientes a uno de los diseños en Configuración Norte y otro en Configuración Sur.

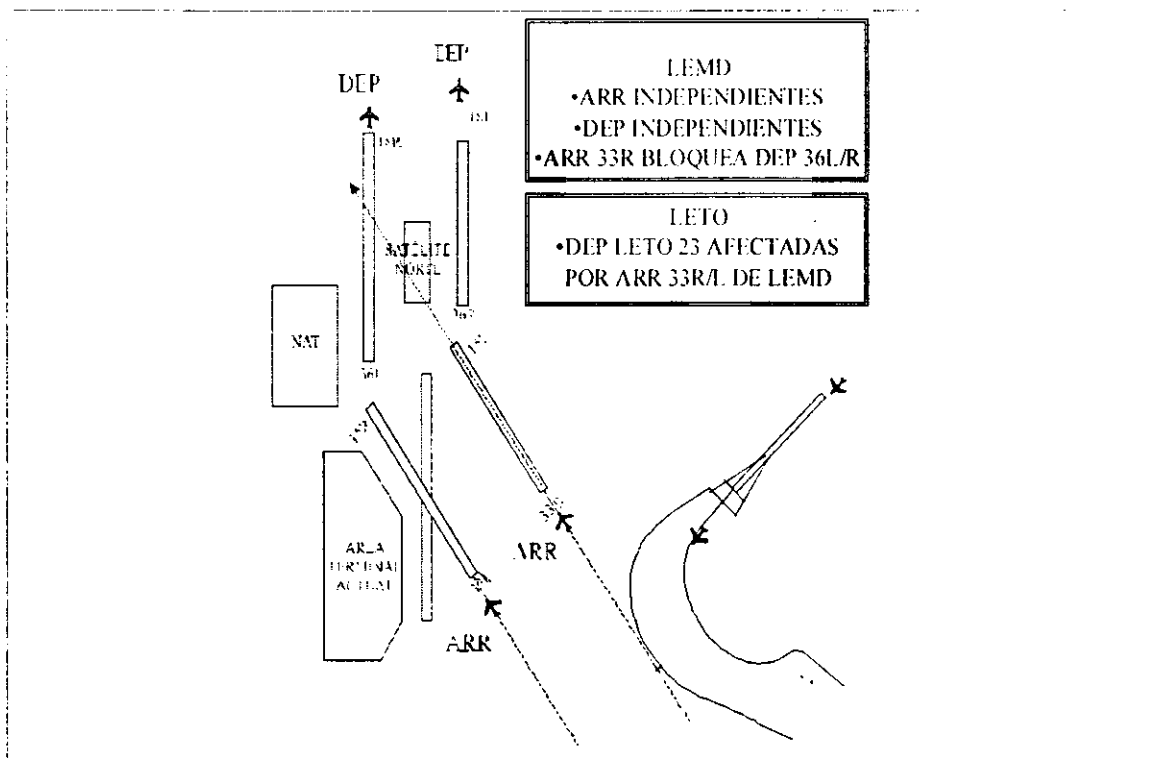
Los procedimientos operativos aplicados (tiempos y distancias de bloqueo entre operaciones) se detallan en el Anexo II.



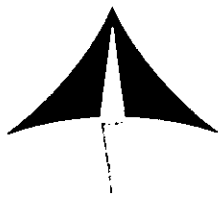
5.1.1.1.- Modelo del Escenario 1 en Configuración Norte

La utilización de pistas en los aeropuertos de Madrid-Barajas y Torrejón para esta configuración se encuentra representada gráficamente en la Figura 4, y se indica asimismo en los siguientes puntos:

- **Operaciones de Madrid_Barajas (LEMD):**
 - ✓ Aproximaciones por las pistas 33L y 33R independientes.
 - ✓ Salidas por las pistas 36L y 36R independientes.
 - ✓ Las aproximaciones por la pista 33R bloquean por su procedimiento de frustrada a las salidas por las pistas 36L y 36R.
- **Operaciones de Torrejón (LETO):**
 - ✓ Aproximaciones por la pista 23.
 - ✓ Salidas por las pistas 23 y 05.
- **Dependencia entre operaciones LEMD-LETO:**
 - ✓ Las llegadas a las pistas 33L y 33R de Barajas interfieren con las operaciones de salida por la pista 23 de Torrejón.



**Figura 4. Configuración Norte. Descripción de escenario.
Salidas independientes del aeropuerto de Madrid-Barajas.**



5.1.1.2.- Modelo del Escenario 1 en Configuración Sur

La utilización de pistas en los aeropuertos de Madrid-Barajas y Torrejón para esta configuración se encuentra representada gráficamente en la Figura 5, y se indica asimismo en los siguientes puntos:

- **Operaciones de Madrid-Barajas (LEMD):**
 - ✓ Aproximaciones por las pistas 18L y 18R independientes.
 - ✓ Salidas por las pistas 15L y 15R independientes.
 - ✓ Las aproximaciones por la pista 18L bloquean por su procedimiento de frustrada a las salidas por las pistas 15L y 15R.
- **Operaciones de Torrejón (LETO):**
 - ✓ Aproximaciones por la pista 23.
 - ✓ Salidas por las pistas 23 y 05
- **Dependencia entre operaciones LEMD-LETO:**
 - ✓ Las salidas de las pistas 15L y 15R de Barajas interfieren con las operaciones de salida y aproximaciones por la pista 23 de Torrejón.

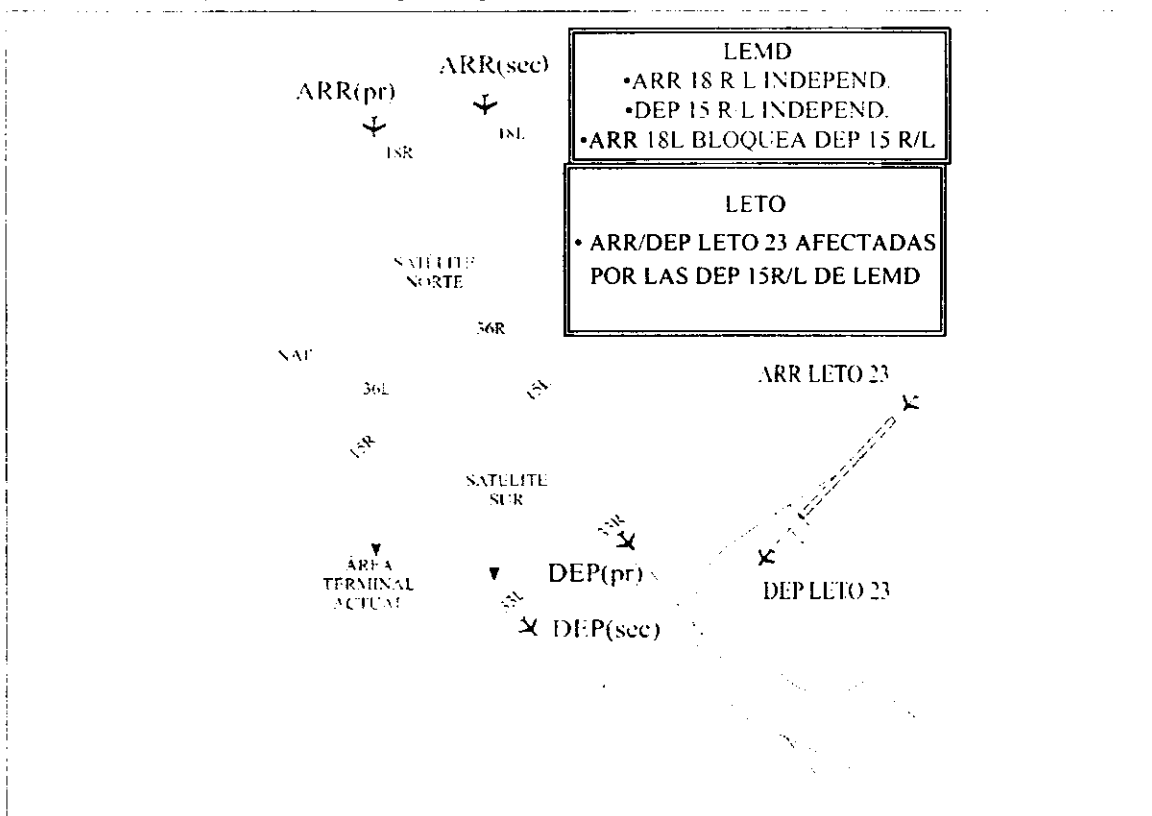
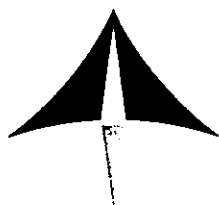


Figura 5. Configuración Sur. Descripción de escenario. Salidas independientes del aeropuerto de Madrid-Barajas.



5.1.2.-Resultados del Escenario 1

- Demoras en área de maniobras de las salidas y proporción de demoradas

En la Tabla 4 se recogen los valores de los parámetros analizados¹ en el *Escenario 1*

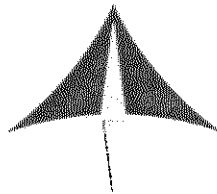
		Configuración Norte	Configuración Sur
CARGA TRÁFICO NOMINAL		1850 ops./día	1775 ops./día
<i>SALIDAS</i> <i>Demoras en Área de Maniobras y proporción demoradas</i>	DEMORA MEDIA (minutos) Límite: 4-4.5 min	4.4	3.3
	Nº SALIDAS DEMORADAS (Nº de ops / % del total) Límite: 60%-70%	558 / 60.4 %	589 / 66.6 %
	DEMORA MEDIA DEMORADOS (minutos)	7.3	4.9
<i>LLEGADAS</i> <i>Demoras en Espacio Aéreo</i>	DEMORA MEDIA (minutos)	<i>Pista 33L:3.9</i> <i>Pista 33R:17.4</i> <i>TOTAL:11.8</i>	<i>Pista 18L:18.7</i> <i>Pista 18R:1.8</i> <i>TOTAL:12.9</i>

Tabla 4.- Valores de Demora en Área de Maniobras de las Salidas y Demora Media de las Llegadas en Espacio Aéreo. Escenario 1.

Se pueden extraer las siguientes conclusiones de estos resultados:

- La demora media en el área de maniobras de las salidas se encuentra dentro del límite de admisibilidad de 4-4.5 min., tanto en Configuración Norte como en Sur.
- La proporción de salidas demoradas más de 1 minuto se encuentra dentro del intervalo de 60%-70% del total de aeronaves, siendo por tanto valores admisibles.
- En Configuración Norte la pista 33R está sobrecargada, ya que absorbe más de la mitad de los aterrizajes. Ese desequilibrio conduce a que para el nivel de tráfico de saturación (1850 ops/día) se alcancen demoras medias, para las llegadas a la 33R, del orden de 4 veces superiores a las demoras habidas para las llegadas a la 33L (17.4 minutos de media frente a 3.9 minutos).

¹ Se incrementa el tráfico hasta la carga nominal de saturación del conjunto Aeropuerto-TMA obtenida en la Referencia [1]. De este modo, se comprueba si el conjunto Aeropuerto-TMA, con el nuevo diseño de rutas de salida para la reducción de ruido, es capaz de absorber el mismo nivel de tráfico.

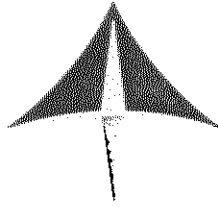


- En Configuración Sur, el desequilibrio entre la demanda a las dos pistas de llegada es muy elevado, e incluso superior al existente en Conf. Norte. De esta forma, la demora media para las llegadas a la 18L es del orden de 10 veces superior a la demora media de las llegadas a la 18 R (18.7 minutos de media frente a 1.8 minutos).
- **Perfiles de demanda/flujo de las llegadas y salidas**

Se representa en la Tabla 5 la relación demanda/flujo en Configuración Norte correspondiente a 1850 ops/día. Para este nivel de tráfico en Configuración Norte la pista de llegadas 33R experimenta problemas importantes de absorción completa de demanda en varias horas consecutivas, mientras que las otras pistas sólo presentan problemas localizados en horas aisladas. En las Figuras 6 y 7 aparece en forma gráfica la misma información.

DEMANDA/FLUJO DE AERONAVES. CONFIGURACIÓN NORTE. 1850 ops./día											
HORA	LLEGADAS				SALIDAS				TOTAL FLUJO LLEG.	TOTAL FLUJO SAL.	TOTAL MOV.
	DEM. 33L	FLJ. 33L	DEM. 33R	FLJ. 33R	DEM. 36L	FLJ. 36L	DEM. 36R	FLJ. 36R			
0.00.00	3	3	3	3	0	0	3	1	6	1	7
1.00.00	0	0	5	5	5	5	16	18	5	23	28
2.00.00	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2
3.00.00	3	3	7	7	0	0	5	5	10	5	15
4.00.00	7	7	9	7	0	0	5	4	14	4	18
5.00.00	4	4	4	6	11	11	33	33	10	44	54
6.00.00	29	29	19	15	15	16	38	39	44	55	99
7.00.00	21	20	34	35	17	17	30	29	55	46	101
8.00.00	33	29	35	30	21	21	29	31	59	52	111
9.00.00	21	26	32	36	15	14	34	34	62	48	110
10.00.00	15	12	19	21	35	34	21	20	33	54	87
11.00.00	14	17	25	23	35	34	11	13	40	47	87
12.00.00	17	17	37	28	36	37	30	28	45	65	110
13.00.00	19	19	30	33	34	31	21	24	52	55	107
14.00.00	16	15	22	29	25	29	23	21	44	50	94
15.00.00	24	25	19	18	43	41	21	23	43	64	107
16.00.00	22	21	28	28	35	36	20	20	49	56	105
17.00.00	35	32	35	33	26	27	26	25	65	52	117
18.00.00	20	24	41	32	42	42	19	19	56	61	117
19.00.00	20	18	41	36	30	30	21	22	54	52	106
20.00.00	29	30	55	34	27	26	20	21	64	47	111
21.00.00	18	19	29	35	2	4	8	8	54	12	66
22.00.00	10	10	13	35	10	10	11	11	45	21	66
23.00.00	2	2	0	11	8	8	2	2	13	10	23

Tabla 5.- Valores de Flujo resultante en Configuración Norte para el Modelo de Saturación (1850 operaciones/día). Escenario 1.



El máximo de ops/hora se consigue con 117 movimientos a las 17:00 h y a las 18:00 h, aunque las pistas 33L y 36R no se encuentran al límite de su capacidad.

El máximo de operaciones de llegada es de 65 aterrizajes/hora a las 17:00h, mientras que para las salidas, el valor punta es de 65 despegues/hora a las 12:00 h.



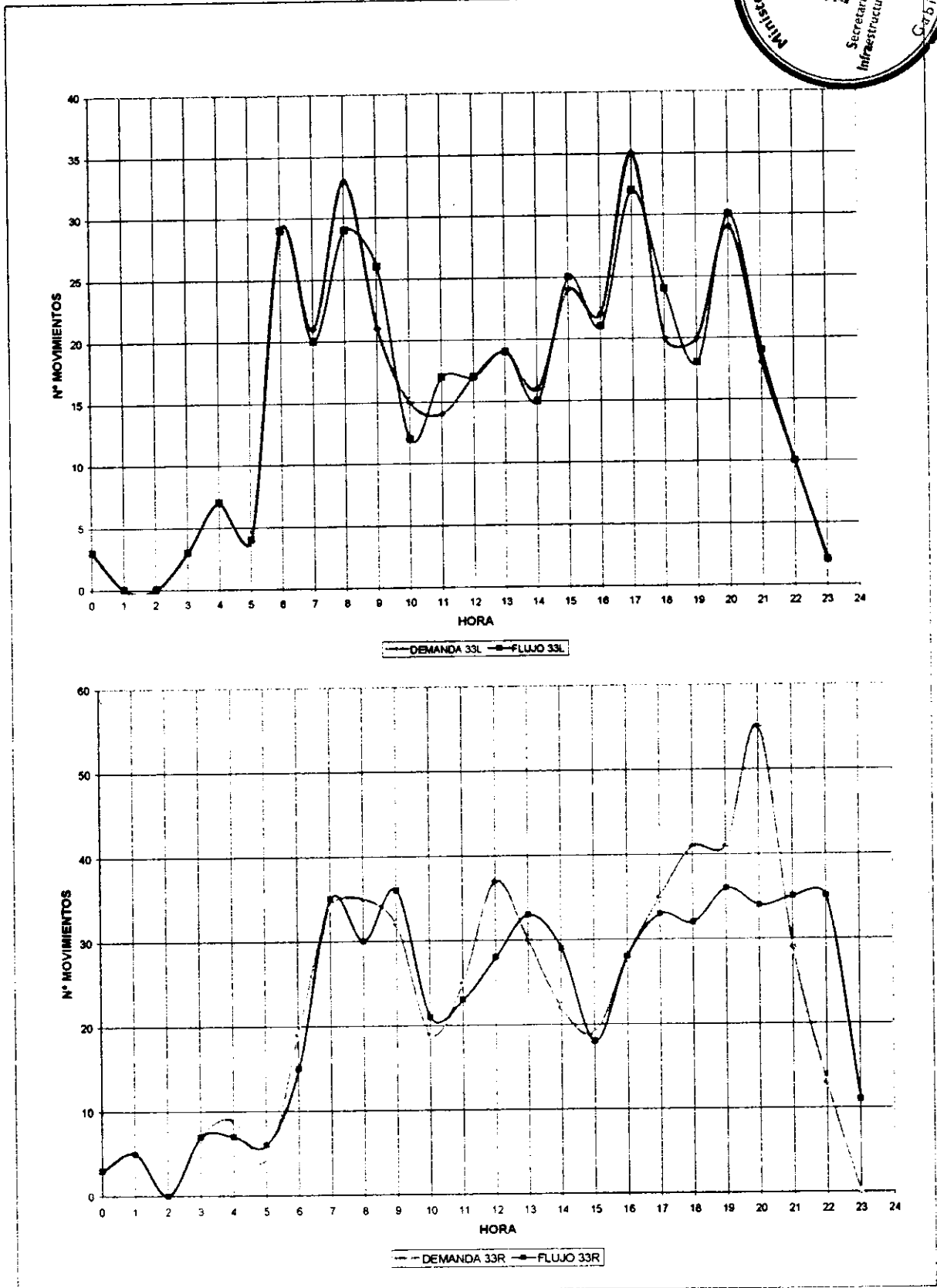
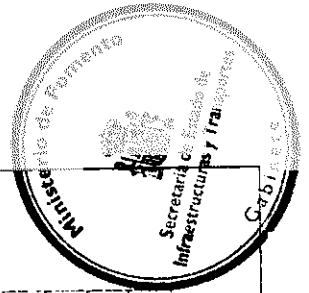
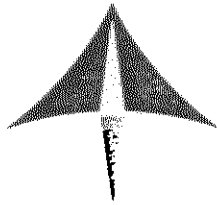
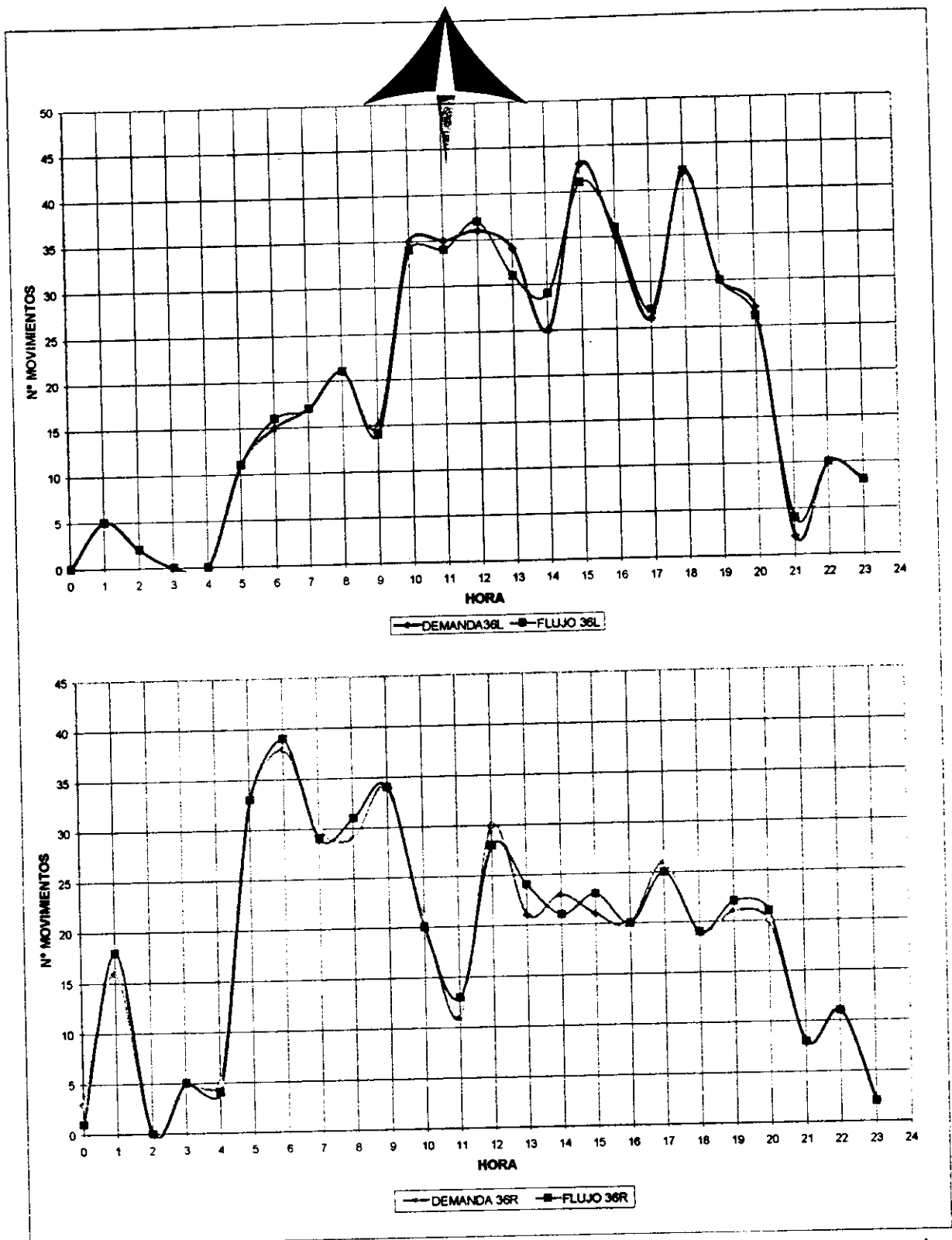
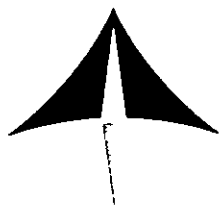


Figura 6.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las llegadas. Configuración Norte. 1850 ops/día. Escenario 1.





Se representa en la Tabla 6 la relación demanda/flujo en Configuración Sur correspondiente a 1775 ops/día, por ser éste el nivel de tráfico indicado por los parámetros principales ya analizados. Para este nivel de tráfico la pista de llegadas 18L experimenta problemas importantes de absorción completa de la demora en varias horas consecutivas. En las Figuras 8 y 9 se muestra en forma gráfica la misma información.

DEMANDA/FLUJO DE AERONAVES. CONFIGURACIÓN SUR. 1775 ops./día											
HORA	LLEGADAS				SALIDAS				TOTAL FLUJO LLEG.	TOTAL FLUJO SAL.	TOTAL MOV.
	DEM. 18L	FLJ. 18L	DEM. 18R	FLJ. 18R	DEM. 15L	FLJ. 15L	DEM. 15R	FLJ. 15R			
0.00.00	3	3	5	5	0	0	2	2	8	2	10
1.00.00	0	0	3	3	17	17	4	4	3	21	24
2.00.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.00.00	5	5	5	5	2	2	2	2	10	4	14
4.00.00	2	2	10	10	2	2	5	5	12	7	19
5.00.00	11	11	2	2	15	15	30	28	13	43	56
6.00.00	22	21	23	21	26	26	18	20	42	46	88
7.00.00	32	32	21	22	16	15	25	23	54	38	92
8.00.00	34	30	28	25	28	29	28	30	55	59	114
9.00.00	33	34	20	22	17	17	26	22	56	39	95
10.00.00	13	15	17	19	31	27	28	28	34	55	89
11.00.00	20	20	21	20	20	23	32	31	40	54	94
12.00.00	26	24	17	17	17	17	28	32	41	49	90
13.00.00	33	32	21	21	27	27	30	25	53	52	105
14.00.00	23	26	14	14	25	23	27	32	40	55	95
15.00.00	26	25	17	17	32	33	33	34	42	67	109
16.00.00	30	30	17	15	14	16	20	19	45	35	80
17.00.00	36	34	30	30	28	28	26	25	64	53	117
18.00.00	37	34	24	25	24	24	37	36	59	60	119
19.00.00	31	36	25	20	27	28	25	28	56	56	112
20.00.00	41	35	38	35	13	13	13	13	70	26	96
21.00.00	30	32	17	25	15	15	6	7	57	22	79
22.00.00	17	23	7	7	21	21	8	8	30	29	59
23.00.00	3	3	0	0	4	4	2	2	3	6	9

Tabla 6.- Valores de Flujo resultante en Configuración Sur para el Modelo de Saturación (1775 operaciones/día). Escenario 1.

El máximo de ops/hora se consigue con 119 movimientos a las 18:00 h, aunque las pistas 18R y 15L no se encuentran al límite de su capacidad.

El máximo de operaciones de llegada es de 70 aterrizajes/hora a las 20:00h, mientras que para las salidas, el valor punta es de 67 despegues/hora a las 15:00 h.

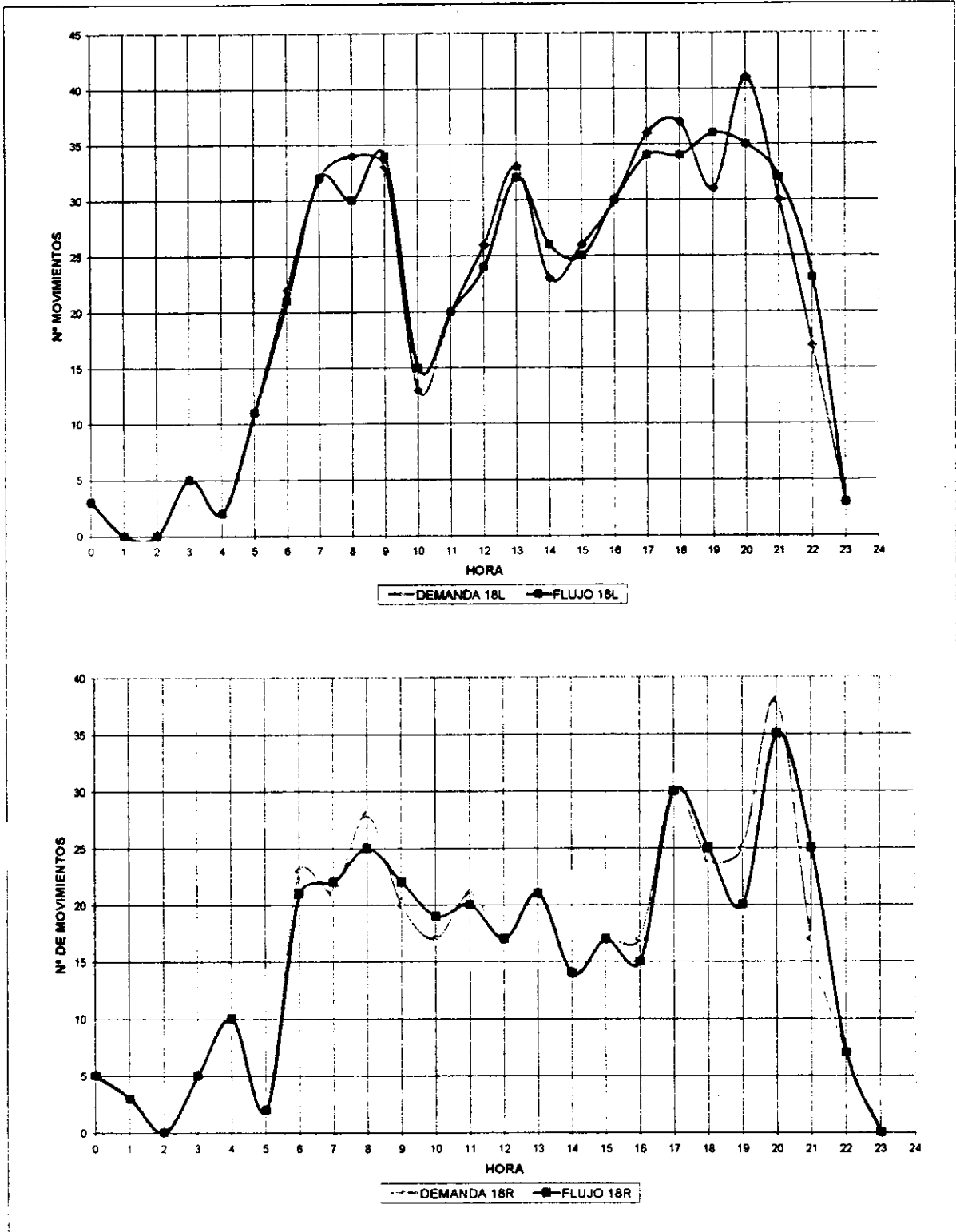
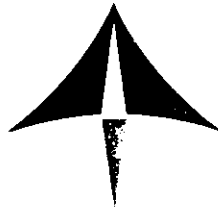


Figura 8.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las llegadas. Configuración Sur. 1775 ops/día. Escenario 1.

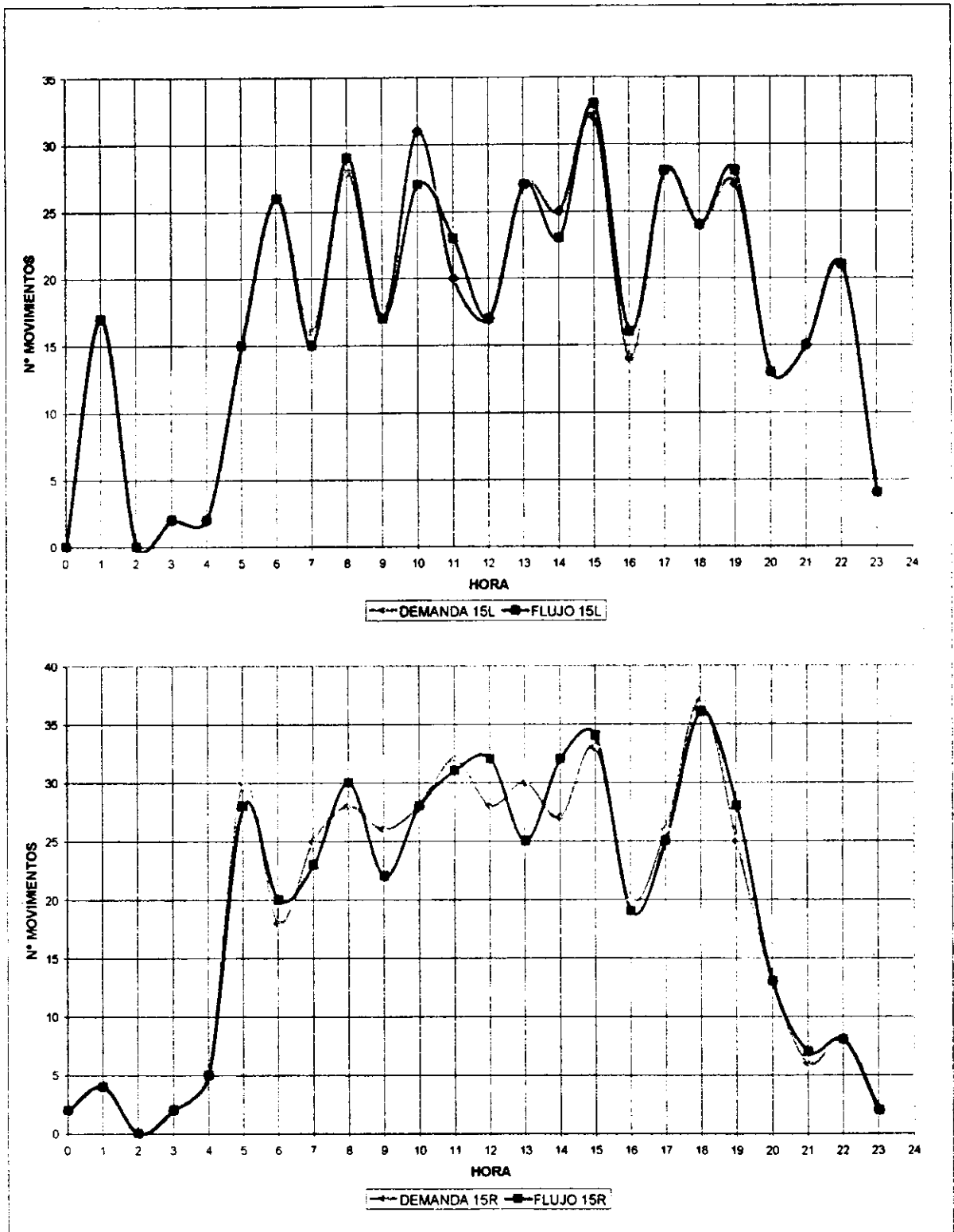


Figura 9.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las salidas.
Configuración Sur. 1775 ops/día. Escenario 1.



5.1.3.- Análisis de resultados del Escenario 1

5.1.3.1.- Configuración Norte (Escenario 1)

En Configuración Norte se observa que los límites de admisibilidad marcados no se sobrepasan con el nivel de tráfico de 1850 ops/día.

El parámetro más crítico corresponde al diagrama flujo/demanda de las llegadas por la pista 33R en espacio aéreo. Esta pista está sobrecargada, ya que absorbe más de la mitad de todos los aterrizajes, en concreto el 58.40% de ellos. Ese desequilibrio conduce a que para el nivel de tráfico de saturación (1850 ops/día) se alcancen demoras medias, para las llegadas a la 33R, del orden de 4 veces superiores a las demoras habidas para las llegadas a la 33L (17.4 minutos de media frente a 3.9 minutos).

Contemplando las gráficas de demanda/flujo para ambas pistas 33L y 33R, se observa que la pista 33R se satura completamente en la franja horaria comprendida entre las 17:00 h y 21:00 h GMT. En esa misma franja, la pista paralela 33L está ligeramente saturada solamente en 2 horas aisladas.

Como resultado final obtenido para la Configuración Norte se obtiene para un perfil correspondiente al del día tipo:

- El nivel de saturación en Configuración Norte se mantiene en 1850 ops/día
- La capacidad hora punta para ese nivel de saturación es de 117 ops.
- El máximo número de llegadas es de 65 aterrizajes/hora, y el máximo de salidas de 65 despegues/hora.

El máximo nº de ops/hora alcanzado en cada pista, si bien no de forma simultanea, es:

PISTA	LLEGADAS		SALIDAS	
	33L	33R	36L	36R
Ops/h Máx.	32 (17:00)	36 (19:00, 9:00)	42 (18:00)	39 (06:00)

Tabla 7.- Máximo Número de ops/h por pista. Configuración Norte. 1850 ops/día.
Escenario 1



5.1.3.2.- Configuración Sur (Escenario 1)

En Configuración Sur se observa que los límites de admisibilidad marcados no se sobrepasan con el nivel de tráfico de 1775 ops/día.

En Configuración Sur, el parámetro más crítico corresponde al diagrama flujo/demanda de las llegadas por la pista 18L en espacio aéreo, debido a que el desequilibrio entre la demanda a las dos pistas de llegada es muy elevado (18L absorbe el 65.40% de las llegadas, el 34.60% restante se dirige a la 18R), e incluso muy superior al existente en Conf. Norte. De esta forma, la demora media para las llegadas a la 18L es del orden de 10 veces superior a la demora media de las llegadas a la 18 R (18.7 minutos de media frente a 1.8 minutos)

Como resultado final para la Configuración Sur se obtiene para un perfil correspondiente al del día tipo:

- El nivel de saturación en Configuración Sur se mantiene en 1775 ops/día
- La capacidad hora punta para ese nivel de saturación es de 119 ops.
- El máximo número de llegadas es de 70 aterrizajes/hora. y el máximo de salidas de 67 despegues/hora.

El máximo nº de ops/hora alcanzado en cada pista, si bien no de forma simultanea, es:

PISTA	LLEGADAS		SALIDAS	
	18L	18R	15L	15R
Ops/h Máx.	36 (19:00)	35 (20:00)	33 (15:00)	36 (18:00)

Tabla X.- Máximo Número de ops/h por pista. Configuración Sur. 1775 ops/día. Escenario 1.





5.1.4.-Comparación de resultados para el Escenario 1

La Tabla 9 presenta los resultados comparativos de nivel de demora del *Escenario 1* (diseño de rutas con atenuación de ruido) con los resultados obtenidos en la *Referencia [1]*.

		Rutas originales (Referencia [1])		Rutas anti-ruido (Escenario 1)	
		Config. Norte	Config. Sur	Config. Norte	Config. Sur
CARGA TRÁFICO NOMINAL		1850 ops./día	1775 ops./día	1850 ops./día	1775 ops./día
SALIDAS <i>Demoras en Área de Maniobras y proporción demoradas</i>	DEMORA MEDIA (minutos) Límite: 4-4.5 min	4.0	3.3	4.4	3.3
	Nº SALIDAS DEMORADAS (Nº de ops / % del total) Límite: 60%-70%	544 / 58.87%	589 / 66.63%	558 / 60.39%	589 / 66.63%
	DEMORA MEDIA DEMORADOS (minutos)	6.8	4.9	7.3	4.9
LLEGADAS <i>Demoras en Espacio Aéreo</i>	DEMORA MEDIA (minutos)	Rwy 33L:3.9 Rwy 33R:17.4 TOTAL:11.8	Rwy 18L:18.7 Rwy 18R:1.8 TOTAL:12.9	Rwy 33L:3.9 Rwy 33R:17.4 TOTAL:11.8	Rwy 18L:18.7 Rwy 18R:1.8 TOTAL:12.9

Tabla 9.- Resultados comparativos de demora. *Escenario 1* frente a *Referencia [1]*.

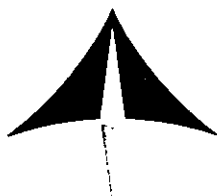
El análisis comparativo planteado en la Tabla 9 permite extraer las siguientes conclusiones:

Configuración Norte

- Se produce un aumento del 9.9% en la demora media en tierra de las salidas del *Escenario 1* con respecto a los resultados obtenidos en la *Referencia [1]*, y del 7% en la demora media sobre demoradas
- El porcentaje de salidas demoradas en el *Escenario 1* aumenta en un 7.76% con respecto a los resultados obtenidos en la *Referencia [1]*.

La causa de este aumento de los parámetros de demora en tierra es la pérdida de la divergencia entre determinadas rutas de salida normalizada que, con el nuevo diseño del TMA, tienen tramos comunes durante gran parte del vuelo.

- La demora en aire para llegadas coincide en ambos modelos debido a que las rutas normalizadas de llegada en Configuración Norte son las mismas, tanto para el *Escenario 1* como para la *Referencia [1]*.



Configuración Sur

- Los parámetros de demora en tierra se mantienen en torno a los mismos valores, debido a que en Configuración Sur no existe pérdida de divergencia entre rutas de salida normalizadas del *Escenario 1* con respecto a la *Referencia [1]*.
- La demora en aire para llegadas coincide en ambos modelos debido a que las rutas normalizadas de llegada en Configuración Sur son las mismas, tanto para el *Escenario 1* como para la *Referencia [1]*.

Las Tablas 10 y 11 presentan los resultados comparativos de flujo de aeronaves del *Escenario 1* (diseño de rutas con atenuación de ruido) con los resultados obtenidos en la *Referencia [1]*, en Configuraciones Norte y Sur, respectivamente

FLUJO DE AERONAVES. CONFIGURACIÓN NORTE. 1850 ops./día														
HORA	Rutas originales (Referencia [1])							Rutas anti-ruido (Escenario 1)						
	Llegadas			Salidas			Tot.	Llegadas			Salidas			Tot.
	33L	33R	Tot.	36L	36R	Tot.		33L	33R	Tot.	36L	36R	Tot.	
0.00.00	3	3	6	0	1	1	7	3	3	6	0	1	1	7
1.00.00	0	5	5	5	18	23	28	0	5	5	5	18	23	28
2.00.00	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	2	0	2	2
3.00.00	3	7	10	0	5	5	15	3	7	10	0	5	5	15
4.00.00	7	8	15	0	4	4	19	7	7	14	0	4	4	18
5.00.00	4	6	10	12	33	45	55	4	6	10	11	33	44	54
6.00.00	29	15	44	15	39	54	98	29	15	44	16	39	55	99
7.00.00	20	35	55	17	29	46	101	20	35	55	17	29	46	101
8.00.00	29	30	59	21	31	52	111	29	30	59	21	31	52	111
9.00.00	27	36	63	14	34	48	111	26	36	62	14	34	48	110
10.00.00	12	21	33	35	20	55	88	12	21	33	34	20	54	87
11.00.00	17	23	40	35	12	47	87	17	23	40	34	13	47	87
12.00.00	17	28	45	36	28	64	109	17	28	45	37	28	65	110
13.00.00	19	33	52	31	23	54	106	19	33	52	31	24	55	107
14.00.00	15	29	44	28	20	48	92	15	29	44	29	21	50	94
15.00.00	25	18	43	42	24	66	109	25	18	43	41	23	64	107
16.00.00	21	28	49	34	20	54	103	21	28	49	36	20	56	105
17.00.00	32	33	65	28	26	54	119	32	33	65	27	25	52	117
18.00.00	24	32	56	42	19	61	117	24	32	56	42	19	61	117
19.00.00	18	36	54	30	21	51	105	18	36	54	30	22	52	106
20.00.00	30	34	64	26	21	47	111	30	34	64	26	21	47	111
21.00.00	19	35	54	3	8	11	65	19	35	54	4	8	12	66
22.00.00	10	35	45	10	11	21	66	10	35	45	10	11	21	66
23.00.00	2	11	13	8	2	10	23	2	11	13	8	2	10	23

Tabla 10.- Resultados comparativos de flujo de aeronaves. Configuración Norte. Escenario 1 frente a Referencia [1].



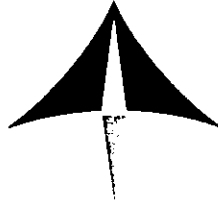
FLUJO DE AERONAVES. CONFIGURACIÓN SUR. 1775 ops./día														
HORA	Rutas originales (Referencia [1])							Rutas anti-ruido (Escenario 1)						
	Llegadas			Salidas			Tot.	Llegadas			Salidas			Tot.
	18L	18R	Tot.	15L	15R	Tot.		18L	18R	Tot.	15L	15R	Tot.	
0.00.00	3	5	8	0	2	2	10	3	5	8	0	2	2	10
1.00.00	0	3	3	17	5	22	25	0	3	3	17	4	21	24
2.00.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.00.00	5	5	10	2	3	5	15	5	5	10	2	2	4	14
4.00.00	2	10	12	2	5	7	19	2	10	12	2	5	7	19
5.00.00	11	2	13	15	28	43	56	11	2	13	15	28	43	56
6.00.00	21	22	43	26	20	46	89	21	21	42	26	20	46	88
7.00.00	32	23	55	16	23	39	94	32	22	54	15	23	38	92
8.00.00	30	25	55	29	30	59	114	30	25	55	29	30	59	114
9.00.00	34	22	56	17	22	39	95	34	22	56	17	22	39	95
10.00.00	15	19	34	26	29	55	89	15	19	34	27	28	55	89
11.00.00	20	20	40	25	32	57	97	20	20	40	23	31	54	94
12.00.00	24	17	41	17	32	49	90	24	17	41	17	32	49	90
13.00.00	32	21	53	25	25	50	103	32	21	53	27	25	52	105
14.00.00	26	14	40	25	32	57	97	26	14	40	23	32	55	95
15.00.00	25	17	42	32	35	67	109	25	17	42	33	34	67	109
16.00.00	30	15	45	17	19	36	81	30	15	45	16	19	35	80
17.00.00	34	30	64	28	25	53	117	34	30	64	28	25	53	117
18.00.00	34	25	59	23	37	60	119	34	25	59	24	36	60	119
19.00.00	35	20	55	28	27	55	110	36	20	56	28	28	56	112
20.00.00	34	36	70	13	13	26	96	35	35	70	13	13	26	96
21.00.00	33	25	58	15	7	22	80	32	25	57	15	7	22	79
22.00.00	23	7	30	21	8	29	59	23	7	30	21	8	29	59
23.00.00	3	0	3	4	2	6	9	3	0	3	4	2	6	9

Tabla 11.- Resultados comparativos de flujo de aeronaves. Configuración Sur. Escenario 1 frente a Referencia [1].

El análisis comparativo planteado en las Tablas 10 y 11 permite extraer las siguientes conclusiones:

Configuración Norte

- El máximo de operaciones de llegada coincide en ambos modelos en Configuración Norte, y es de 65 aterrizajes/hora.
- El máximo de operaciones de salida del *Escenario 1* es de 65 despegues/hora, y el de la *Referencia [1]* es de 66 despegues/hora.



- El máximo de ops/h de la *Referencia [1]* se consigue con 119 movimientos, mientras que en el *Escenario 1* se pierden 2 movimientos. Esto se debe a la pérdida de la divergencia entre determinadas rutas de salida de la pista 36L con el nuevo diseño del TMA del *Escenario 1*.
- El efecto de pérdida de divergencia no se manifiesta con mayor intensidad (pérdida de mayor número de salidas/hora) debido a dos factores:
 - ✓ La hora de máximos movimientos no es hora punta de salidas.
 - ✓ Las horas punta de salidas de la pista 36L están libres de aeronaves ligeras, lo que permite un elevado número de operaciones/hora aún con pérdida de divergencia entre rutas, ya que la mezcla de flota exenta de aeronaves ligeras es más eficaz desde el punto de vista de tiempos de bloqueo

Configuración Sur

- El máximo de operaciones de llegada coincide en ambos modelos en Configuración Sur, y es de 70 aterrizajes/hora.
- El máximo de operaciones de salida es de 67 despegues/hora tanto para el *Escenario 1* como para la *Referencia [1]*.
- El máximo de ops/h del *Escenario 1* se consigue con 119 movimientos, al igual que en la *Referencia [1]*, dado que no existe pérdida de divergencia entre rutas de salida para Configuración Sur.

5.2.- Escenario 2: Rutas de atenuación de ruido. Salidas dependientes.

El *Escenario 2* es el modelo con nuevo diseño de las rutas normalizadas de salida, con dependencia entre operaciones de despegue desde pistas paralelas. Este modelo se analizará tanto en Configuración Norte como en Sur.

5.2.1.-Descripción de los modelos del Escenario 2

Estos modelos incorporan el mismo diseño del área de maniobras y estructura del TMA que los modelos del *Escenario 1*, pero suponiendo variaciones en la orientación de los tramos iniciales de las rutas de salida de forma que **no se garantiza la independencia entre operaciones de salida desde pistas paralelas**.

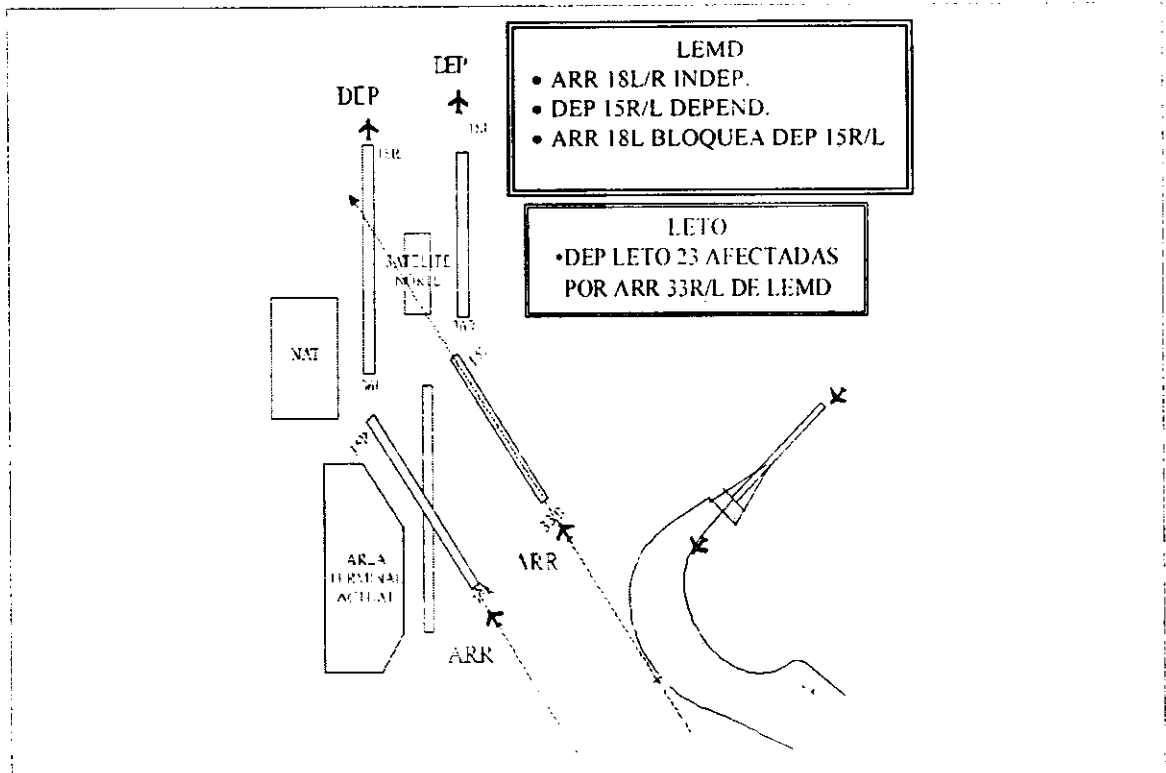
Los nuevos procedimientos operativos aplicados consideran las dos pistas destinadas a despegues (36L y 36R en Configuración Norte; 15L y 15R en Configuración Sur) como una única pista. Estos procedimientos se encuentran detallados en el Anexo II.



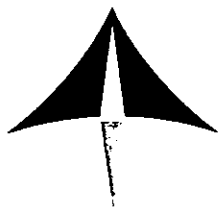
5.2.1.1.- Modelo del Escenario 2 en Configuración Norte

La utilización de pistas en los aeropuertos de Madrid-Barajas y Torrejón para esta configuración se encuentra representada gráficamente en la Figura 10, y se indica asimismo en los siguientes puntos:

- **Operaciones de Madrid_Barajas (LEMD):**
 - ✓ Aproximaciones por las pistas 33L y 33R independientes.
 - ✓ Salidas por las pistas 36L y 36R *dependientes*.
 - ✓ Las aproximaciones por la pista 33R bloquean por su procedimiento de frustrada a las salidas por las pistas 36L y 36R.
- **Operaciones de Torrejón (LETO):**
 - ✓ Aproximaciones por la pista 23.
 - ✓ Salidas por las pistas 23 y 05.
- **Dependencia entre operaciones LEMD-LETO:**
 - ✓ Las llegadas a las pistas 33L y 33R de Barajas interfieren con las operaciones de salida por la pista 23 de Torrejón.



**Figura 10. Configuración Norte. Descripción de escenario.
Salidas dependientes del aeropuerto de Madrid-Barajas.**



5.2.1.2.- Modelo del Escenario 2 en Configuración Sur

La utilización de pistas en los aeropuertos de Madrid-Barajas y Torrejón para esta configuración se encuentra representada gráficamente en la Figura 11, y se indica asimismo en los siguientes puntos:

- **Operaciones de Madrid-Barajas (LEMD):**
 - ✓ Aproximaciones por las pistas 18L y 18R independientes.
 - ✓ Salidas por las pistas 15L y 15R *dependientes*.
 - ✓ Las aproximaciones por la pista 18L bloquean por su procedimiento de frustrada a las salidas por las pistas 15L y 15R.
- **Operaciones de Torrejón (LETO):**
 - ✓ Aproximaciones por la pista 23.
 - ✓ Salidas por las pistas 23 y 05.
- **Dependencia entre operaciones LEMD-LETO:**
 - ✓ Las salidas de las pistas 15L y 15R de Barajas interfieren con las operaciones de salida y aproximaciones por la pista 23 de Torrejón.

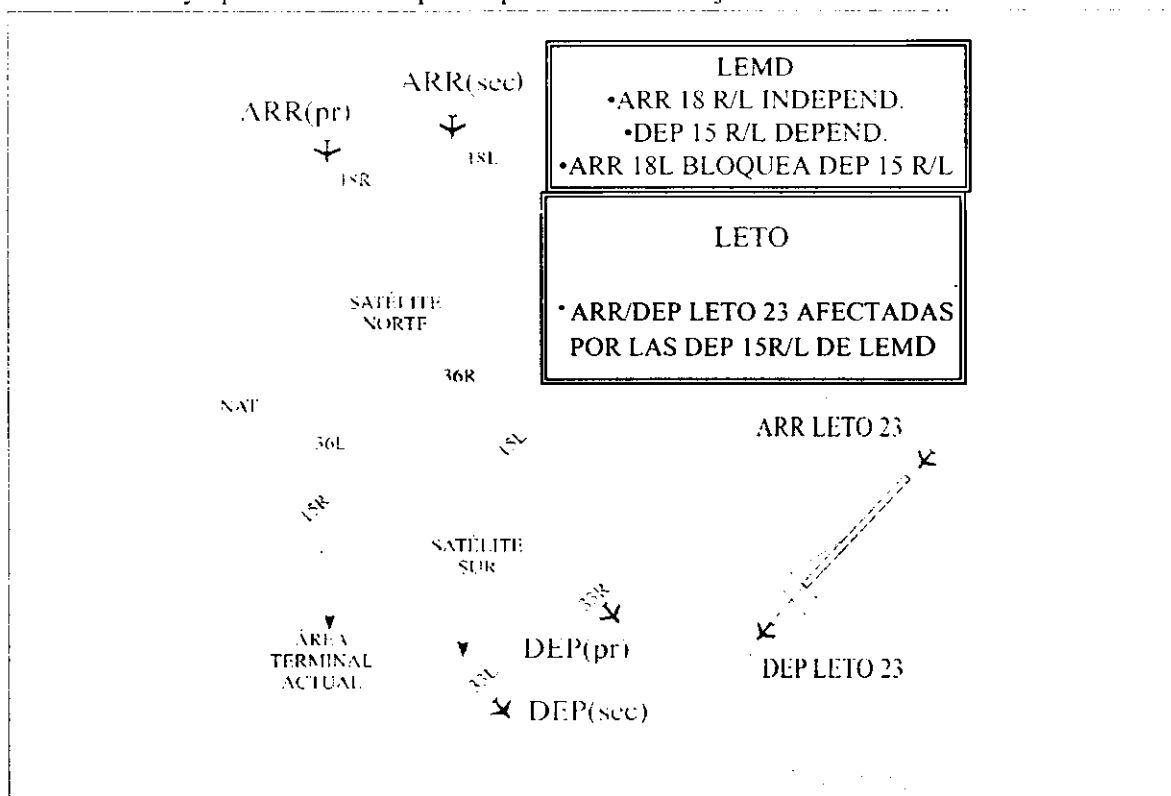
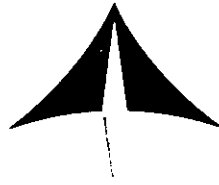


Figura 11. Configuración Sur. Descripción de escenario. Salidas dependientes del aeropuerto de Madrid-Barajas.



5.2.2.- Resultados del Escenario 2

- **Demoras en área de maniobras de las salidas y proporción de demoradas**

En el *Escenario 2* se ha perdido la independencia entre los despegues desde pistas paralelas, por lo que la situación de las operaciones de salida es más crítica que en el *Escenario 1*. Debido a este hecho, los parámetros analizados para las salidas alcanzarán sus límites de admisibilidad con cargas de tráfico menores que las del *Escenario 1*. Se ensayarán por tanto cargas de tráfico más propias a la situación particular de este escenario.

En la Tabla 12 se recogen los valores correspondientes a los diversos niveles de tráfico nominales empleados.

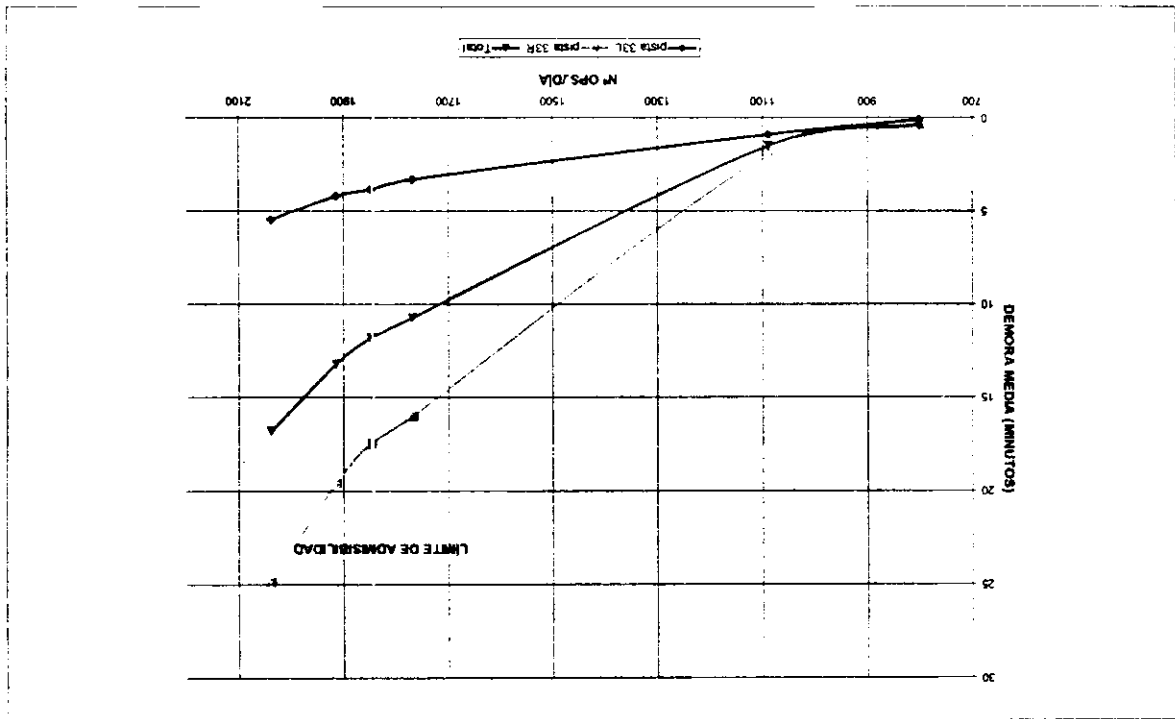
Configuración Norte			
CARGA TRÁFICO NOMINAL	SALIDAS		
	DEMORA MEDIA	Nº SALIDAS DEMORADAS	DEMORA MEDIA DEMORADOS
	Límite: 4-4.5 min (minutos)	Límite: 60%-70% Nº OPS. / (% sobre el total)	(minutos)
800	0.69	98 / 24.44%	2.81
1100	1.76	267 / 48.72%	3.61
1200	2.40	345 / 57.12%	4.20
1215	2.41	354 / 58.32%	4.13
1230	2.71	364 / 59.0%	4.59
1320	4.16	443 / 66.92%	6.21
1430	5.93	518 / 72.86%	8.14
Configuración Sur			
CARGA TRÁFICO NOMINAL	SALIDAS		
	DEMORA MEDIA	Nº SALIDAS DEMORADAS	DEMORA MEDIA DEMORADOS
	Límite: 4-4.5 min (minutos)	Límite: 60%-70% Nº OPS. / (% sobre el total)	(minutos)
800	1.0	133 / 33.16%	3.04
1100	2.6	315 / 58.22%	4.46
1200	3.73	399 / 66.9%	5.57
1215	4.01	419 / 69.6%	5.76
1230	4.48	432 / 70.58%	6.35
1320	7.97	523 / 79.36%	10.05
1430	19.44	630 / 88.3%	22.0

Tabla 12.- Valores de demora en área de maniobras de las salidas. Escenario 2.

Se puede comprobar que los límites de admisibilidad fijados para estos parámetros principales se alcanzan de la siguiente forma:

- El límite de admisibilidad de la demora media se alcanza con un nivel de 1320 ops/día en Configuración Norte, y entre 1215 y 1230 ops/día en Configuración Sur.
- El límite de proporción de salidas demoradas más de 1 minuto, se alcanza en Configuración Norte para 1320 ops/día, mientras en Configuración Sur se alcanza entre 1200 y 1215 ops/día.

Figura 12. Demora media en espacio aéreo de las llegadas. Configuración Norte. Escenario 2.



En la Figura 12 se representa de manera gráfica esta información para Configuración Norte, siendo el límite de admisibilidad el punto de inflexión en la demora.

Tabla 13.- Demora media de las llegadas en espacio aéreo. Escenario 2.

Configuración Norte						Configuración Sur							
DEMORA MEDIA EN AIRE PARA LAS LLEGADAS(minutos)						DEMORA MEDIA EN AIRE PARA LAS LLEGADAS(minutos)							
Nº Vuelos	800	1100	1775	1850	1900	2050	Nº Vuelos	800	1100	1775	1850	1900	2050
33L	0.10	0.91	3.30	3.85	4.20	5.46	33L	0.10	0.91	3.30	3.85	4.20	5.46
33R	0.56	1.96	15.99	17.43	19.55	24.85	33R	0.56	1.96	15.99	17.43	19.55	24.85
TOTAL	0.37	1.52	10.73	11.80	13.21	16.81	TOTAL	0.37	1.52	10.73	11.80	13.21	16.81
Nº Vuelos	800	1100	1775	1850	1900	2050	Nº Vuelos	800	1100	1775	1850	1900	2050
18L	0.70	2.02	18.71	23.07	28.48	41.25	18L	0.70	2.02	18.71	23.07	28.48	41.25
18R	0.22	0.56	1.83	2.01	2.20	2.73	18R	0.22	0.56	1.83	2.01	2.20	2.73
TOTAL	0.53	1.51	12.89	15.79	19.43	27.96	TOTAL	0.53	1.51	12.89	15.79	19.43	27.96

La Tabla 13 recoge los correspondientes valores de este parámetro principal.

Las cargas de tráfico empleadas para calcular el nivel de ops/día para el que se alcanza el límite de admisibilidad de este parámetro son mayores que las empleadas para los parámetros de salida.

- Demora media en espacio aéreo de las llegadas:





El límite de admisibilidad marca las 1850 ops/día.

En la Figura 13 se representa de manera gráfica esta información para Configuración Sur, siendo el límite de admisibilidad el punto de admisibilidad en demora.

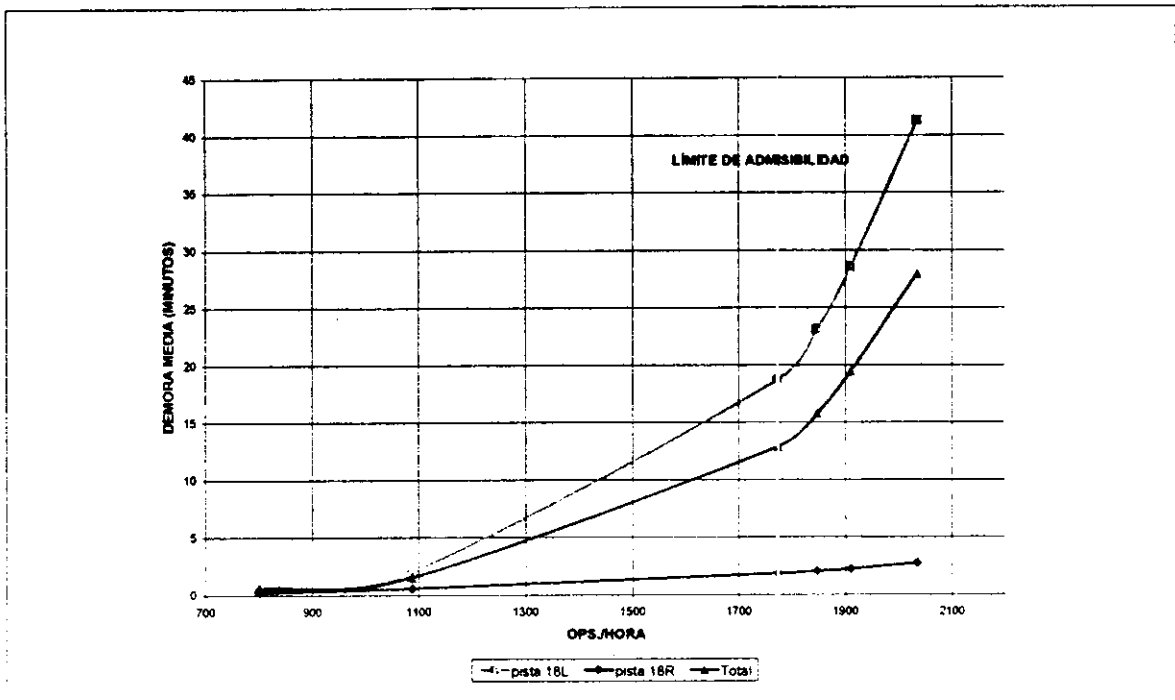


Figura 13. Demora media en espacio aéreo de las llegadas. Configuración Sur. Escenario 2.

El valor de saturación para este parámetro viene marcado por las 1775 ops/día, como cabía esperar, al no haberse modificado las operaciones dellegada con respecto a la referencia [1]

- **Perfiles de demanda/flujo de las llegadas y salidas**

Se representan en la Tabla 14 la relación demanda/flujo en Configuración Norte correspondiente a 1320 ops/día. Este es el nivel de tráfico para el que se alcanzan los límites de admisibilidad de la demora en área de maniobras de las salidas y la proporción de demoradas. La demora en espacio aéreo de las llegadas se encuentra muy por debajo de su límite de admisibilidad para este nivel de tráfico.

En Configuración Norte la pista de llegadas 33R continua experimentando problemas de absorción de demanda como en el *Escenario 1*, aunque solo a las 20:00 h y con diferencias demanda/flujo menores. En las Figuras 14 y 15 aparece en forma gráfica la misma información.



DEMANDA/FLUJO DE AERONAVES. CONFIGURACIÓN NORTE. 1320 ops./día											
HORA	LLEGADAS				SALIDAS				TOTAL FLUJO LLEG.	TOTAL FLUJO SAL.	TOTAL MOV.
	DEM. 33L	FLJ. 33L	DEM. 33R	FLJ. 33R	DEM. 36L	FLJ. 36L	DEM. 36R	FLJ. 36R			
0.00.00	2	2	2	2	0	0	2	1	4	1	5
1.00.00	0	0	4	4	3	3	12	13	4	16	20
2.00.00	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2
3.00.00	2	2	5	5	0	0	4	4	7	4	11
4.00.00	5	5	7	6	0	0	3	3	11	3	14
5.00.00	3	3	3	3	8	8	29	27	6	35	41
6.00.00	21	21	15	12	12	12	26	27	33	39	72
7.00.00	15	14	26	28	12	12	19	20	42	32	74
8.00.00	24	24	27	24	15	15	25	24	48	39	87
9.00.00	16	16	22	24	12	11	25	25	40	36	76
10.00.00	10	9	13	14	27	24	16	14	23	38	61
11.00.00	10	11	19	18	29	30	9	9	29	39	68
12.00.00	13	13	25	22	23	23	22	21	35	44	79
13.00.00	15	15	21	24	27	26	16	18	39	44	83
14.00.00	12	11	16	16	15	19	18	16	27	35	62
15.00.00	17	17	13	13	31	29	15	18	30	47	77
16.00.00	15	15	19	19	21	22	14	14	34	36	70
17.00.00	23	24	23	24	19	20	16	16	48	36	84
18.00.00	15	15	30	29	27	27	14	14	44	41	85
19.00.00	14	14	29	30	21	21	13	14	44	35	79
20.00.00	21	22	37	31	18	18	14	14	53	32	85
21.00.00	13	13	21	28	2	2	6	6	41	8	49
22.00.00	7	7	8	9	7	7	7	7	16	14	30
23.00.00	2	2	0	0	5	5	2	2	2	7	9

Tabla 14. Relación demanda/flujo en configuración norte para un nivel de tráfico de 1320 ops/día. Salidas dependientes. Escenario 2.

El máximo de ops/hora se consigue con 87 movimientos a las 08:00 h.

El máximo de operaciones de llegada es de 53 aterrizajes/hora a las 20:00 h pero solo la pista 33R se encuentra saturada, mientras que para las salidas, el valor punta es de 47 despegues/hora a las 15:00 h.

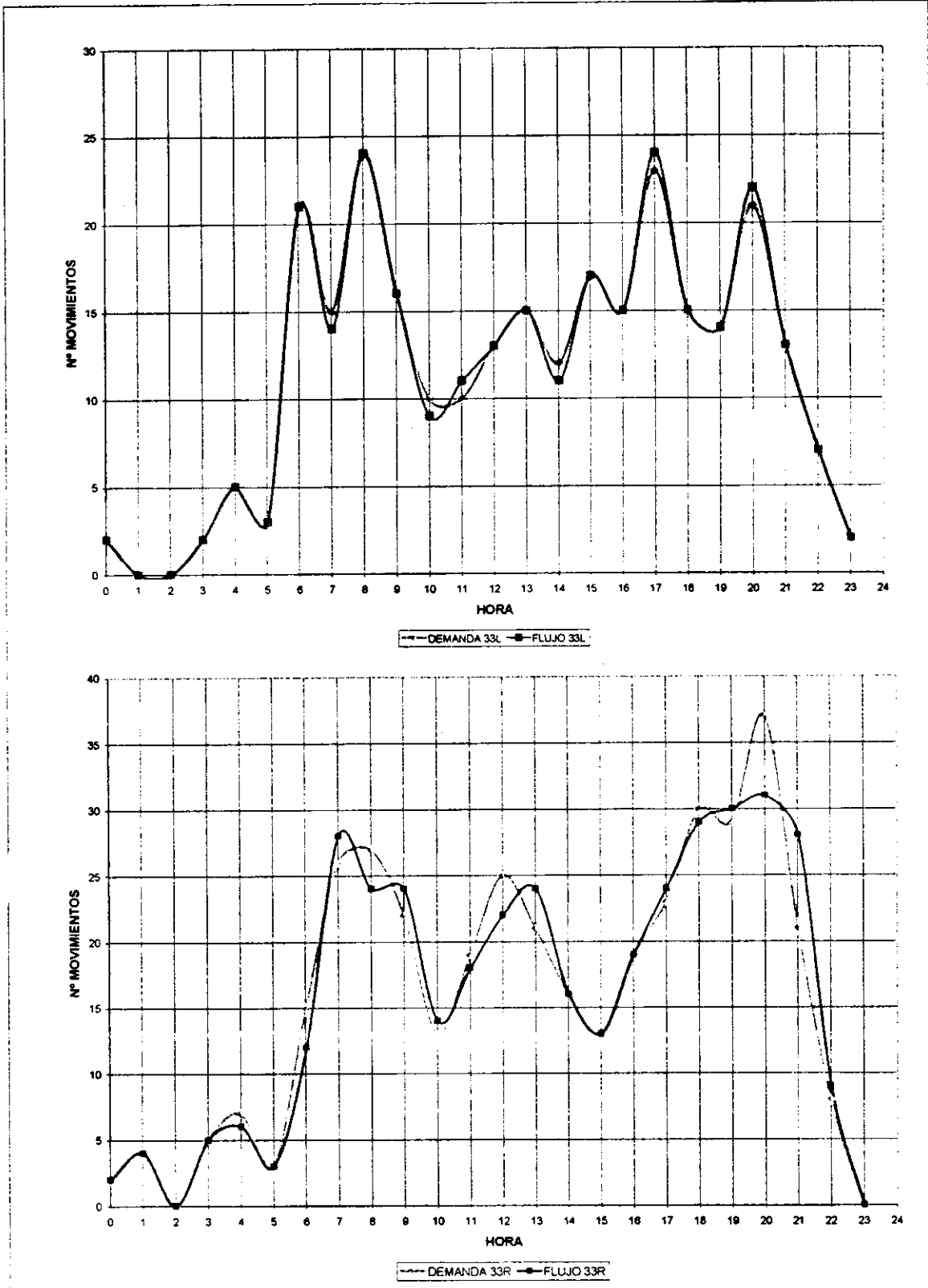
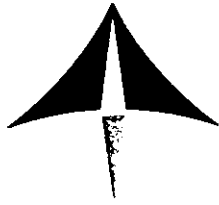


Figura 14.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las llegadas. Configuración Norte. 1320 ops/día. Escenario 2.

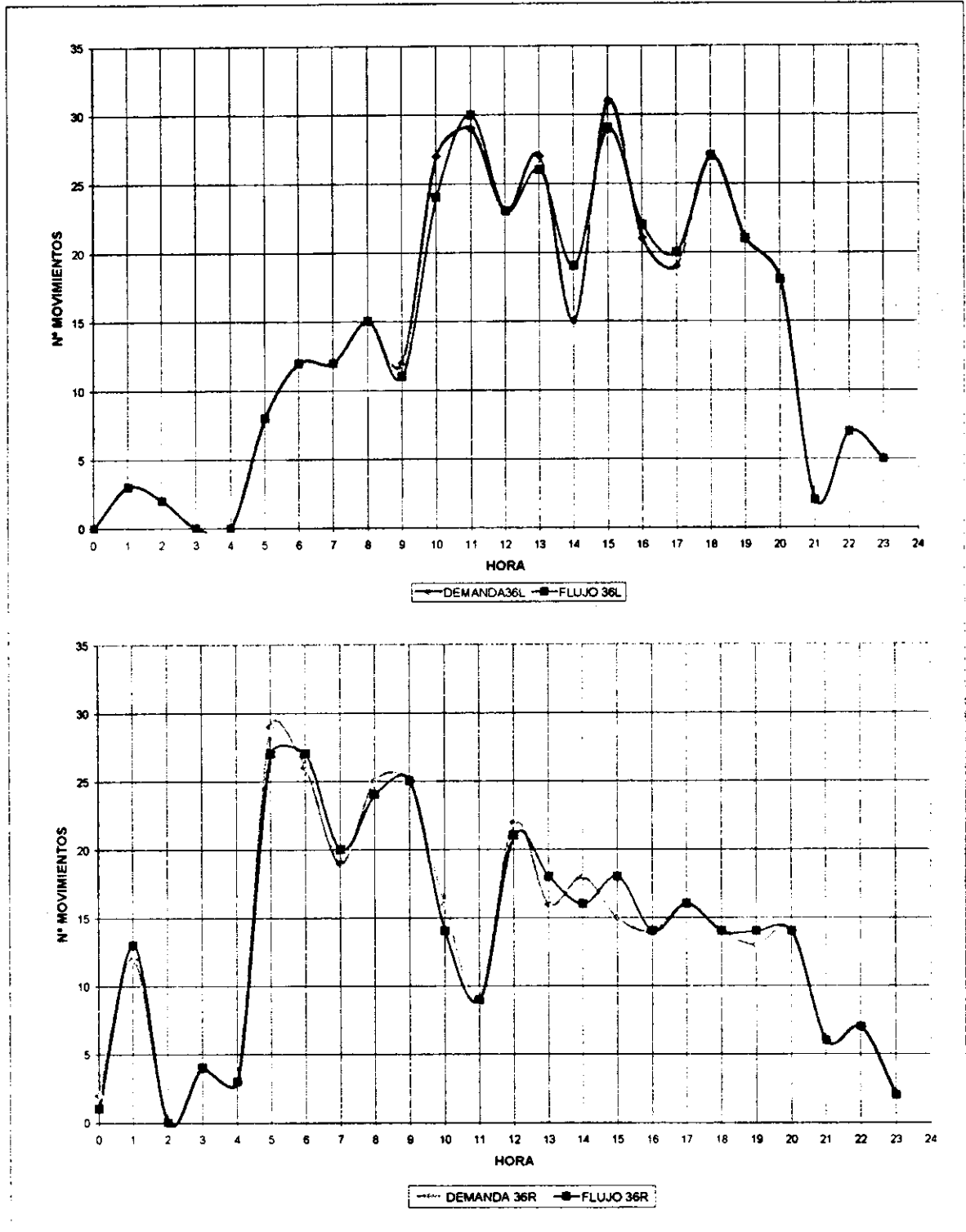


Figura 15.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las salidas.
Configuración Norte. 1320 ops/día. Escenario 2.



Se representan en la Tabla 15 la relación demanda/flujo en Configuración Sur correspondiente a 1215 ops/día, por ser este el nivel de tráfico indicado por los parámetros de tierra ya analizados.

La pista de llegadas 18L ya no experimenta problemas de absorción de la demanda como ocurría en el *Escenario 1*. En las Figuras 16 y 17 se representa de manera gráfica los perfiles de Demanda/Flujo para cada pista.

DEMANDA/FLUJO DE AERONAVES. CONFIGURACIÓN SUR. 1215 ops./día											
HORA	LLEGADAS				SALIDAS				TOTAL FLUJO LLEG.	TOTAL FLUJO SAL.	TOTAL MOV.
	DEM. 18L	FLJ. 18L	DEM. 18R	FLJ. 18R	DEM. 15L	FLJ. 15L	DEM. 15R	FLJ. 15R			
0.00.00	1	1	3	3	0	0	2	2	4	2	6
1.00.00	0	0	1	1	12	12	3	3	1	15	16
2.00.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.00.00	3	3	3	3	2	2	2	2	6	4	10
4.00.00	1	1	6	6	2	2	3	3	7	5	12
5.00.00	7	7	1	1	10	10	20	19	8	29	37
6.00.00	16	16	15	15	18	19	13	15	31	34	65
7.00.00	24	24	15	15	11	10	17	17	39	27	66
8.00.00	24	24	23	21	22	23	21	21	45	44	89
9.00.00	24	24	15	16	13	13	19	18	40	31	70
10.00.00	9	9	12	12	22	19	20	17	21	36	57
11.00.00	15	15	15	14	12	15	23	24	29	39	68
12.00.00	18	17	11	12	12	12	19	21	29	33	62
13.00.00	22	22	14	14	19	18	23	18	36	36	72
14.00.00	14	14	9	9	19	18	14	19	23	37	60
15.00.00	20	20	11	11	20	21	22	23	31	44	75
16.00.00	20	20	11	10	10	10	13	12	30	22	52
17.00.00	25	23	20	20	18	18	18	17	43	35	78
18.00.00	24	23	17	17	17	18	24	26	40	44	84
19.00.00	21	23	16	15	17	18	16	17	38	35	73
20.00.00	28	27	26	27	9	9	8	8	54	17	71
21.00.00	19	19	11	12	9	9	4	4	31	13	44
22.00.00	10	13	4	4	14	14	5	5	17	19	36
23.00.00	1	1	0	0	3	3	2	2	1	5	6

Tabla 15. Relación demanda/flujo en Configuración Sur para un nivel de tráfico de 1215 movimientos/día. Escenario 2.

El máximo de ops/hora se consigue con 89 movimientos a las 08:00 h.

El máximo de operaciones de llegada es de 54 aterrizajes/hora a las 20:00 h, mientras que para las salidas, el valor punta es de 44 despegues/hora a las 08:00, a las 15:00 y a las 18:00 h.

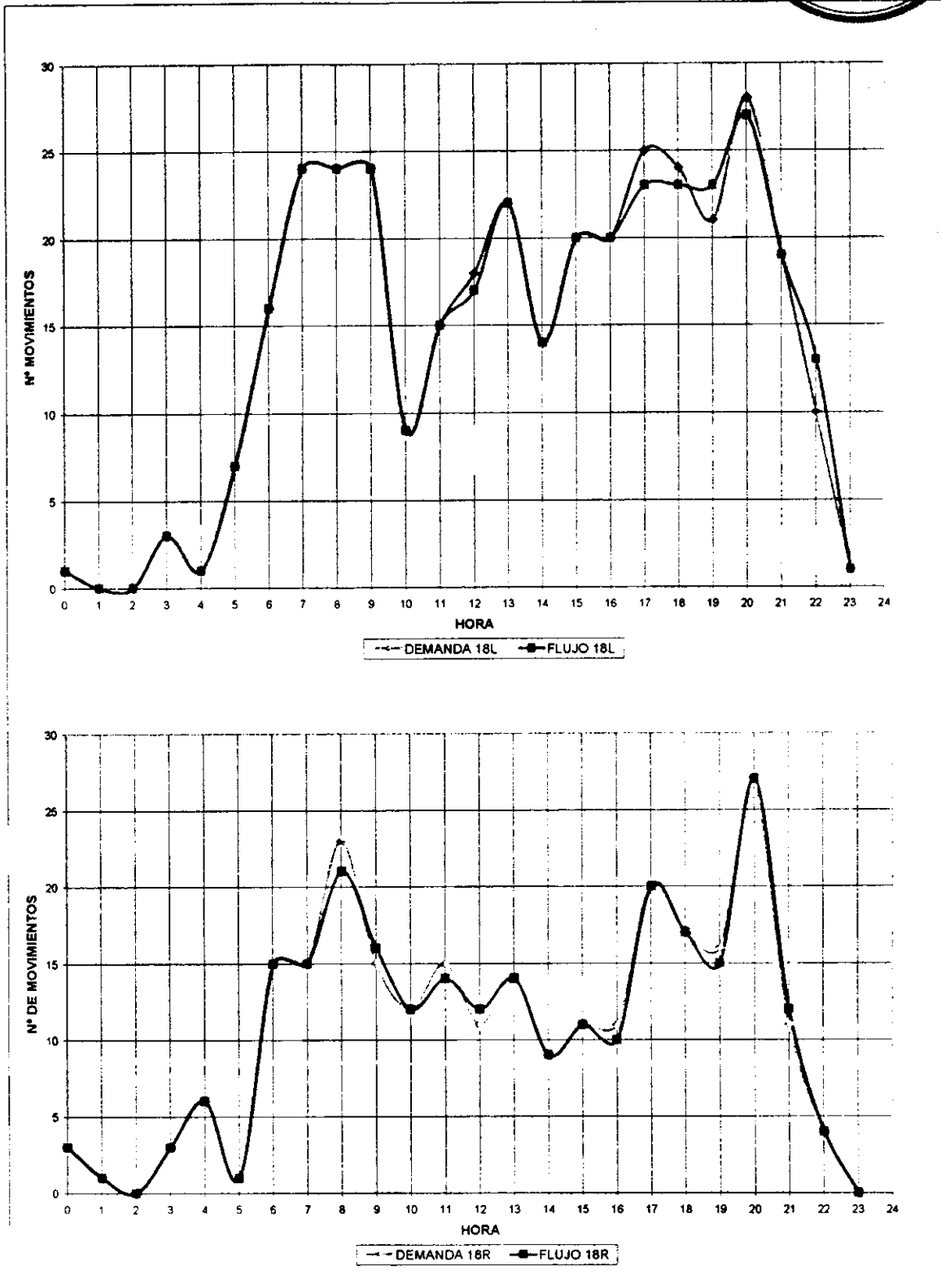
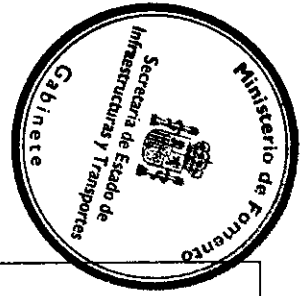


Figura 16.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las llegadas. Configuración Sur. 1215 ops/día. Escenario 2.

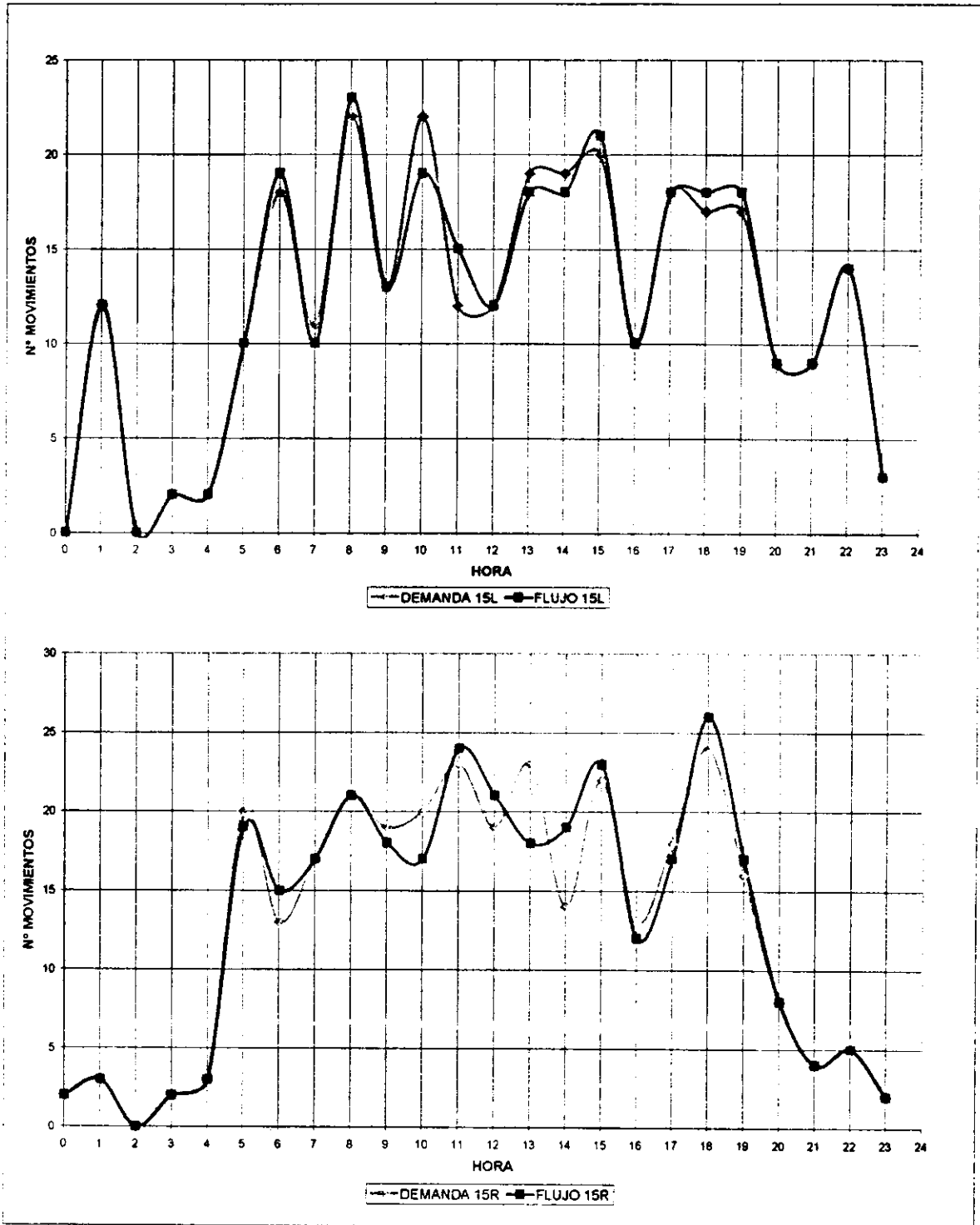
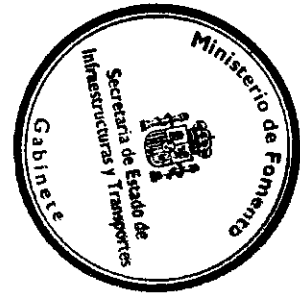
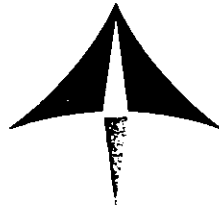
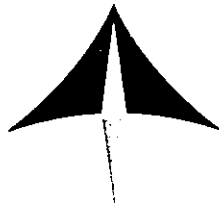


Figura 17.- Perfil Demanda/Flujo a lo largo de todo el día para las salidas. Configuración Sur. 1215 ops/día. Escenario 2.



5.2.3.- Análisis de los resultados del Escenario 2

5.2.3.1.- Configuración Norte (Escenario 2)

Los parámetros más críticos corresponden a la demora media de las salidas en el área de maniobras y proporción de demoradas, debido a la dependencia entre despegues por pistas paralelas. En Configuración Norte se observa que los límites de admisibilidad marcados para estos parámetros no se sobrepasan con el nivel de tráfico de 1320 ops/día.

La carga de tráfico con la que se alcanza el límite de admisibilidad del parámetro demora en espacio aéreo de las llegadas es muy superior a las cargas con las que se saturan el resto de los parámetros. En Configuración Norte el límite de admisibilidad de la demora en espacio aéreo de las llegadas se alcanza con 1850 ops/h.

La saturación del conjunto Aeropuerto-TMA en el Escenario 2 en Configuración Norte se produce por tanto en el área de maniobras, de forma que se puede llegar a absorber un nivel de tráfico de 1320 ops/día.

Como resultado final para la Configuración Norte se obtiene para un perfil correspondiente al del día tipo:

- El nivel de saturación en Configuración Norte es de **1320 ops/día**
- La capacidad hora punta para ese nivel de saturación es de **87 ops**.
- El máximo número de llegadas es de **53 aterrizajes/hora**, y el máximo de salidas de **47 despegues/hora**.

El máximo nº de ops/hora alcanzado en cada pista, si bien no de forma simultanea, es:

PISTA	LLEGADAS		SALIDAS	
	33L	33R	36L	36R
Ops/h Máx.	24 (8:00; 17:00)	31 (20:00)	30 (11:00)	27 (05:00; 06:00)

Tabla 16.- Máximo Número de ops/h por pista. Configuración Norte. 1320 ops/día. Escenario 2.

Las diferencias fundamentales con los resultados obtenidos en el *Escenario 1* se indican en los siguientes puntos:

- En el *Escenario 1* los límites de admisibilidad marcados se alcanzan conjuntamente para todos los parámetros con el mismo nivel de tráfico, el correspondiente a 1850 ops/día. En el *Escenario 2* la saturación se produce en el área de maniobras, de forma que la disminución del nivel de tráfico de saturación del *Escenario 2* con respecto al *Escenario 1* es de 28.6%.



- La disminución en el pico de operaciones, con distribución de tráfico acorde con el día tipo, del *Escenario 2* con respecto al *Escenario 1* es del 25.6% (117 ops/h en el *Escenario 1* frente a 87 ops/h en el *Escenario 2*).
- En Configuración Norte y, para el nivel de tráfico de saturación, la pista de llegadas 33R continua experimentando problemas de absorción de demanda como en el *Escenario 1*, aunque la diferencia entre flujo y demanda no es tan acusada, y no se presenta en varias horas consecutivas. En el *Escenario 1*, la mayor diferencia entre flujo y demanda es de 21 operaciones a las 20:00 h, mientras que en el *Escenario 2* es de 6 operaciones a la misma hora.

5.2.3.2.- Configuración Sur (Escenario 2)

Los parámetros más críticos corresponden a la demora media de las salidas en el área de maniobras y proporción de demoradas, debido a la dependencia entre despegues por pistas paralelas. En Configuración Sur se observa que los límites de admisibilidad marcados para estos parámetros no se sobrepasan con el nivel de tráfico de 1215 ops/día.

La carga de tráfico con la que se alcanza el límite de admisibilidad del parámetro demora en espacio aéreo de las llegadas es muy superior a las cargas con las que se saturan el resto de los parámetros. En Configuración Sur el límite de admisibilidad de la demora en espacio aéreo de las llegadas se alcanza con 1775 ops/h.

La saturación del conjunto Aeropuerto-TMA en el *Escenario 2* se produce por tanto en el área de maniobras para la Configuración Sur, de forma que se puede llegar a absorber un nivel de tráfico del orden de 1215 ops/día.

Como resultado final obtenido para la Configuración Sur se obtiene para un perfil correspondiente al del día tipo:

- El nivel de saturación en Configuración Sur es de **1215 ops/día**
- La capacidad hora punta para ese nivel de saturación es de **89 ops**.
- El máximo número de llegadas es de **54 aterrizajes/hora**, y el máximo de salidas de **44 despegues/hora**.

El máximo nº de ops/hora alcanzado en cada pista, si bien no de forma simultanea, es:

PISTA	LLEGADAS		SALIDAS	
	18L	18R	15L	15R
Ops/h Máx.	27 (20:00)	27 (20:00)	23 (08:00)	26 (18:00)

Tabla 17.- Máximo Número de ops/h por pista. Configuración Sur. 1215 ops/día. Escenario 2.



Las diferencias fundamentales con los resultados obtenidos en el *Escenario 1* se indican en los siguientes puntos:

- En el *Escenario 1* el nivel de tráfico de saturación global es de 1775 ops/día, no obstante el límite de admisibilidad de saturación en espacio aéreo se alcanza con menos tráfico que la del área de maniobras. En el *Escenario 2* la saturación se produce antes en el área de maniobras, siendo la disminución del nivel de tráfico de saturación del *Escenario 2* con respecto al *Escenario 1* es de 31.5%.
- La disminución en el pico de operaciones, con distribución de tráfico acorde con el día tipo, del *Escenario 2* con respecto al *Escenario 1* es del 25.2% (119 ops/h en el *Escenario 1* frente a 89 ops/h en el *Escenario 2*).
- En el *Escenario 2* no se presentan problemas de absorción de demanda por la pista 18L para el nivel de tráfico de saturación, como ocurre en el *Escenario 1* donde se llega a presentar una diferencia de 7 operaciones entre la demanda y el flujo a las 20:00 h.

En el *Escenario 2*, el nivel de saturación obtenido en Configuración Norte es de 1320 ops/día, mientras que en Configuración Sur es de 1215 ops/h. Este hecho se explica al comparar la demanda de operaciones de salida totales para el mismo nivel de tráfico (En la Figura 18 se ha tomado el nivel de tráfico de 1215 ops/día para ambas configuraciones).

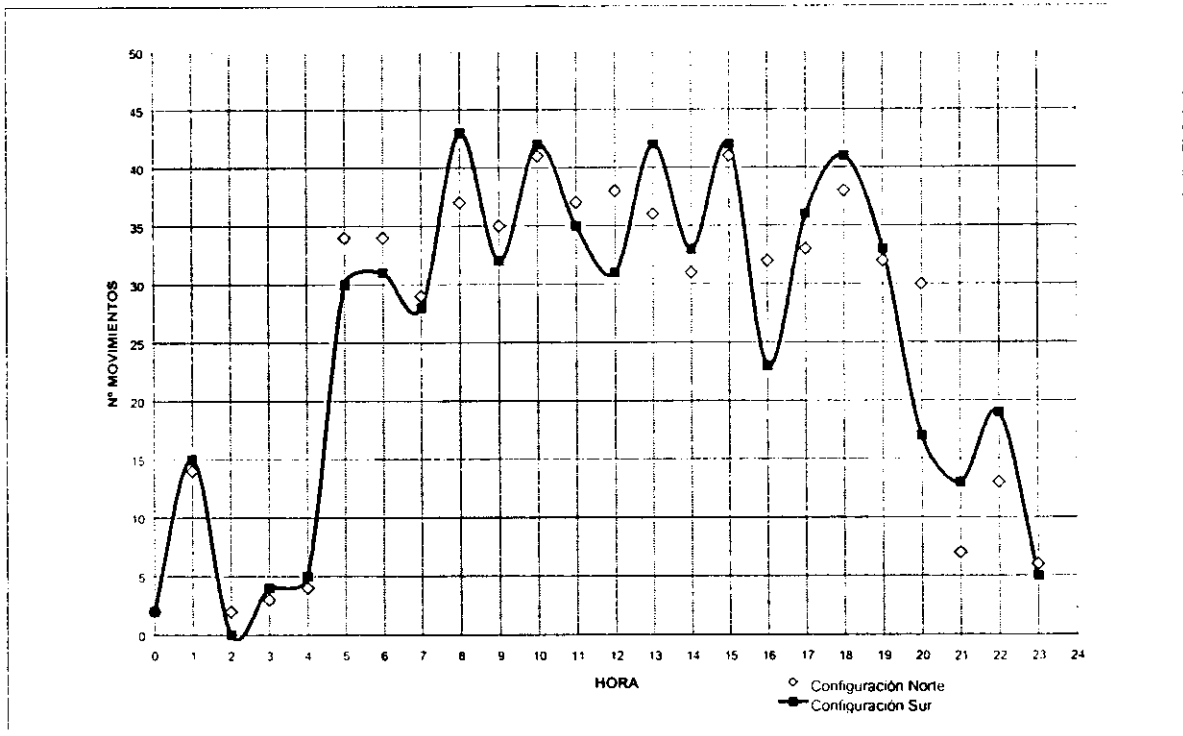


Figura 18.- Comparación de la demanda en operaciones de salida totales entre Configuración Norte y Sur. Escenario 2.



En Configuración Sur, los picos de demanda de salidas por cada pista coinciden a las mismas horas, mientras que en Configuración Norte los picos de demanda de salidas de una de las pistas coinciden con valles de la otra. Como consecuencia, los picos totales de salidas que se presentan en la Figura 18 son mayores en Configuración Sur. Este hecho originará mayores demoras de las salidas en el área de maniobras al funcionar las dos pistas de salida como una única.

6.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

A continuación se exponen las conclusiones más destacadas referentes al impacto que tienen las rutas de salida anti-ruido.

6.1.- Escenario 1. Rutas de atenuación de ruido. Salidas independientes.

- En ambas Configuraciones (Norte y Sur) los niveles de tráfico de saturación (medidos en ops/día) se mantienen en los mismos valores que los obtenidos con las rutas originales (1850 y 1775 ops/día, respectivamente).
- Para la Configuración Norte, el impacto de las nuevas rutas anti-ruido, desde el punto de vista de saturación del sistema, se traduce en los efectos siguientes:
 - ✓ Aumento de un 10% de las demoras de las salidas en el área de maniobras
 - ✓ Aumento del 8% del porcentaje de salidas demoradas
 - ✓ Disminución en dos operaciones del pico máximo de ops/h, con distribución de tráfico acorde con el perfil del día tipo (117 ops/h en las rutas anti-ruido frente a 119 ops/h en las rutas originales)

La causa de estos efectos es la pérdida de divergencia de las rutas de salida de la pista 36L.

- El impacto en la Configuración Sur de las nuevas rutas anti-ruido es prácticamente nulo, desde el punto de vista de la saturación del sistema, ya que las rutas anti-ruido no alteran la condición de divergencia de las rutas de salida.
- Al igual que en las rutas originales, el factor más crítico al determinar el nivel de saturación del conjunto Aeropuerto-TMA, tanto en Configuración Norte como en Sur, continúa siendo la problemática en espacio aéreo para las llegadas, debido fundamentalmente al desequilibrio entre la demanda de tráfico a ambas pistas de llegada.



- En general, con las nuevas rutas de salida anti-ruido se sigue teniendo un estado de saturación semejante para las salidas y llegadas al aeropuerto. Por tanto, no hay grandes desequilibrios entre tipos de operaciones.
- Para los niveles de tráfico de saturación de Barajas, los despegues por la pista 23 de Torrejón resultan inviables debido a las demoras alcanzadas.

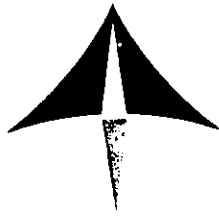
6.2.- Escenario 2. Rutas de atenuación de ruido. Salidas dependientes.

- La pérdida de independencia entre los despegues desde pistas paralelas tiene un impacto negativo muy elevado en ambas configuraciones, ya que, tanto los niveles de tráfico de saturación (1320 ops/día en C. Norte y 1215 ops/día en C. Sur) como los picos de operaciones (87 ops en C. Norte y 89 ops en C. Sur) se reducen considerablemente.
- Los niveles de saturación del sistema Aeropuerto-TMA vienen marcados por la situación de las salidas en el área de maniobras. Las operaciones de llegada se encuentran muy por debajo de sus niveles de saturación.
- La situación general del Aeropuerto es de descompensación entre tipo de operaciones, ya que se dispone de 2 pistas de llegadas completamente independientes (infrautilizadas) y 2 pistas dependientes para las salidas (saturadas).
- Para los niveles de tráfico de saturación de Barajas, los despegues por la pista 23 de Torrejón resultan inviables debido a las demoras alcanzadas.

7.- RECOMENDACIONES

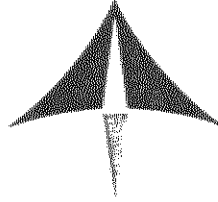
Las principales recomendaciones que se pueden extraer de este análisis son:

- Es fundamental, desde el punto de vista de la capacidad y aprovechamiento del sistema Aeropuerto-TMA, que las rutas de salida desde ambas pistas de despegue conserven su carácter de independencia.
- En caso de mantener la independencia entre pistas de despegue y limitarse el efecto de las rutas anti-ruido a cambios en la divergencia de las mismas, resulta asumible la penalización que ello supone sobre el estado de saturación del sistema.
- Es de capital importancia conseguir el mayor grado de equilibrio posible entre los tráficos manejados por las diferentes pistas. en especial, corregir los desequilibrios de tráfico entre ambas pistas de llegada, ya que así se conseguiría reducir el estado de saturación del sistema. Este aspecto es independiente del trazado anti-ruido de las rutas de salida y ya se puso de manifiesto en el anterior estudio de simulación (*Referencia [1]*).



ANEXO I
PROPUESTA DE NUEVAS RUTAS DE SALIDA



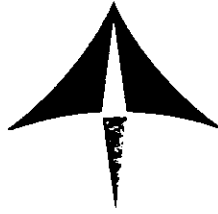


ÍNDICE

	Pág. N°
AI.1.- INTRODUCCIÓN.....	1
AI.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS.....	1
AI.2.1.- Configuración Norte.....	2
AI.2.2.- Configuración Sur	3

PLANOS





ANEXO I.- PROPUESTA DE NUEVAS RUTAS DE SALIDA

AI.1.- INTRODUCCIÓN

Este anexo de procedimientos incorpora los nuevos diseños de rutas de salida del Futuro TMA realizados para el caso C+B (FSAM), por el Departamento de Espacio Aéreo (División de Organización y Reglamentación), con el fin de atenuar, en la medida de lo posible, los problemas de ruido sobre las poblaciones colindantes, ocasionados por las maniobras de despegue y aterrizaje al aeropuerto de Madrid-Barajas.

Cada uno de los diseños presentados a continuación suponen un estudio preliminar de los posibles diseños de rutas normalizadas de salida, siendo éstos susceptibles de mejora, tanto en Configuración Norte como en Sur.

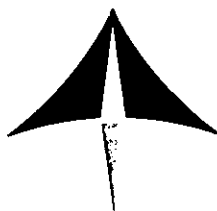
AI.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS

Los nuevos diseños de procedimientos de salida se agrupan en 6 casos denominados según configuraciones:

- Configuración Norte
 - ✓ N1 (propuesta 1 norte)
 - ✓ N2 (propuesta 2 norte)
- Configuración Sur
 - ✓ S1 (propuesta 1 sur)
 - ✓ S2 (propuesta 2 sur)
 - ✓ S3 (propuesta 1 sur pendiente de estudio)
 - ✓ S4 (propuesta 2 sur pendiente de estudio)

Todos estos diseños garantizan la independencia entre pistas paralelas e idéntica divergencia entre rutas de salida de una misma pista (después de las 8 NM) de manera que las diferencias fundamentales que distinguen a unos casos de otros son las longitudes y orientación de los tramos de salida iniciales.

Todos los procedimientos diseñados para la atenuación de ruidos, a los que hace referencia este anexo, se distinguen principalmente de los modelos de referencia [1], en que las rutas pertenecientes a las salidas en Configuración Norte por la pista 36L pierden la divergencia.



AII.2.1.- Configuración Norte

Los diseños estudiados para Configuración Norte por el Departamento de Espacio Aéreo se reducen a dos casos:

N1.- Propuesta 1 (salidas independientes, pistas 36L/R)

N2.- Propuesta 2 (salidas independientes pistas 36L/R)

CASO N1

Las principales características de esta propuesta, cuya carta de salida normalizada se adjunta a continuación, son las siguientes:

- Salidas independientes basadas en radioayudas actuales.
- Garantiza la independencia mediante divergencia de 15° entre rutas de salida en su tramo inicial, a costa de presentar problemas de ruido debido al sobrevuelo de la población de Belvis.
- Posibles problemas de ruido también sobre las poblaciones de Algete y Cobeña debido al diseño de rutas hacia el Este ¹.
- Se ajusta a lo actualmente recomendado en el Doc. 8168 de OACI y al Reglamento de la Circulación Aérea.

CASO N2

Las características fundamentales de este segundo diseño de rutas en Configuración Norte, del que también se presenta su carta normalizada ,de salidas son:

- Salidas independientes basadas en actuales radioayudas y tramos RNAV ².
- Persiste el sobrevuelo sobre la población de Belvis.
- Susceptible mejora de los posibles problemas de ruido sobre las poblaciones de Algete y Cobeña gracias a la flexibilidad del diseño del tramo RNAV incluido en las rutas normalizadas con destino al Este.
- Se ajusta a lo actualmente recomendado en el Doc. 8168 de OACI y al Reglamento de la Circulación Aérea.

¹ A verificar en los estudios de ruido.

² En este caso debería garantizarse que la reglamentación y normativa que permita el diseño de salidas RNAV estándar se encuentre plenamente desarrollada y aprobada, y las aeronaves convenientemente equipadas.



AI.2.2.- Configuración Sur

Los casos correspondientes a las salidas en Configuración Sur por las pistas 15L/R se han diseñado con idéntica filosofía a la propuesta en Conf. Norte, es decir, compatibilizar los procedimientos de salidas con la atenuación máxima del ruido sobre las poblaciones afectadas.

Las principales diferencias entre los distintos modelos cuyas cartas se presentan posteriormente son:

CASO S1

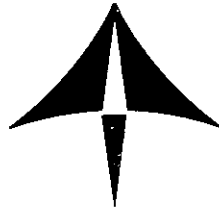
- Salidas independientes 15L/R.
- Posibles problemas de ruido ocasionados por las salidas de la pista 15R sobre las poblaciones de Mejorada y Coslada.
- Se ajusta a lo actualmente recomendado en el Doc. 8168 de OACI y al Reglamento de la Circulación Aérea.

CASO S2

- Salidas independientes
- Desviación de rutas de salida hacia el Este que permiten solucionar los posibles problemas de ruido sobre Mejorada, no tanto así sobre el barrio de la Estación de San Fernando (Coslada).
- Se ajusta a lo actualmente recomendado en el Doc. 8168 de OACI y al Reglamento de la Circulación Aérea.

CASO S3 (caso pendiente de estudio)

- Salidas independientes
- Propuesta similar al caso S2, la única diferencia estriba en que el tramo inicial de salida por la pista 15L se hace según rumbo de pista.
- Las condiciones medioambientales son similares a las del caso S2.



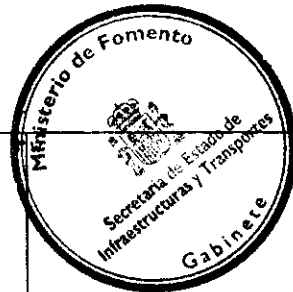
- No está de acuerdo con el Doc. 8168 de OACI ni con el Reglamento de la Circulación Aérea. Se basa en prácticas locales (que se aplican en Canadá) que aparecen en la Circular SOIR de OACI. Para su implantación habría que documentar experimentalmente su validez y aplicabilidad, además de modificar/ampliar la reglamentación actualmente en vigor.

CASO S4 (caso pendiente de estudio)

- Con el diseño de salida actualmente operativo en la pista 15R por necesidades medioambientales, no se dispone de reglamentación nacional y/o internacional que permita diseñar maniobras independientes de salida para la pista 15L.
- No obstante, a partir de prácticas locales de ciertos estados, podrían derivarse posibles soluciones, que antes de su consideración efectiva deberían ser objeto de un análisis técnico más riguroso avalado por los organismos internacionales pertinentes, al objeto de determinar su cumplimiento con el espíritu de la circular SOIR de OACI sobre operación en pistas paralelas.

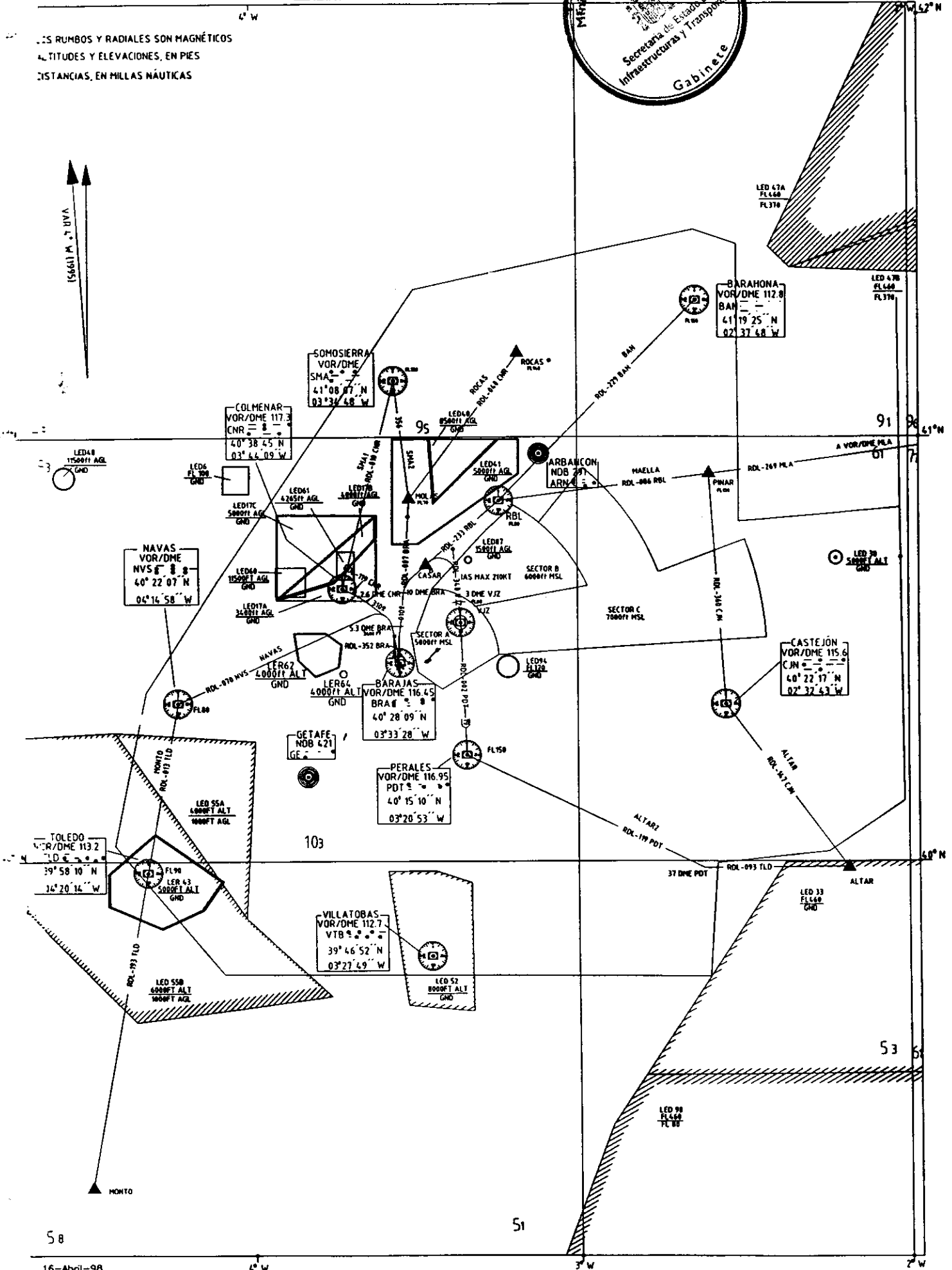
A efectos de simulación las pequeñas diferencias que distinguen a cada una de las propuestas tanto en Configuración Norte como en Sur suponen variaciones inapreciables en los valores de demora media, relación demanda/flujo, y demás parámetros analizados en el estudio de simulación que nos ocupa.

Se incluyen igualmente las rutas de salida en Configuración Norte y Sur correspondientes al caso de Referencia [1].



LOS RUMBOS Y RADIALES SON MAGNÉTICOS
ALTITUDES Y ELEVACIONES, EN PIES
DISTANCIAS, EN MILLAS NÁUTICAS

156611 M. 3.7 DIVA

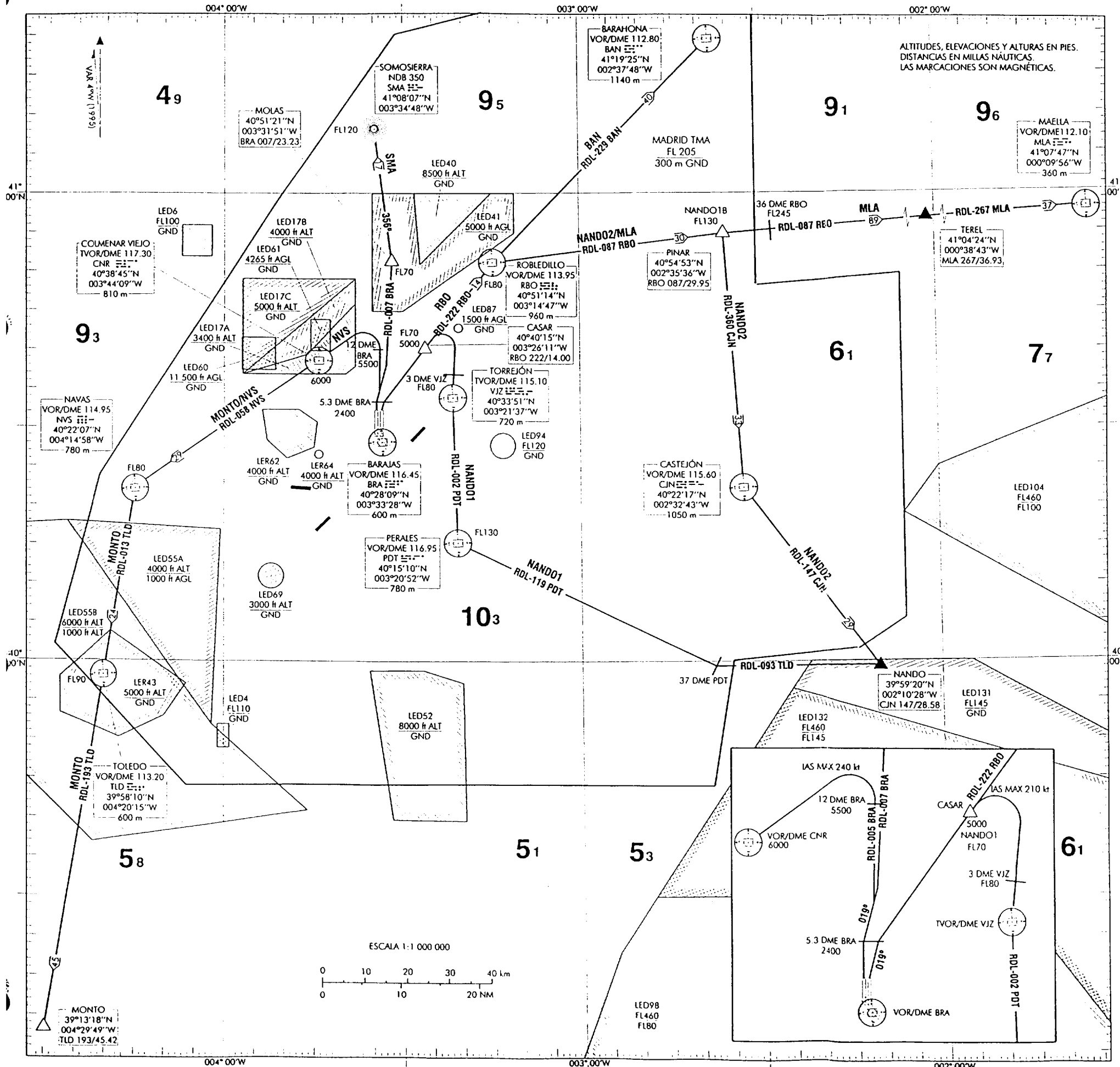


TA 6000

NORTE 120.90
 TWR 118.15

NANDO1
 MLA
 BAN
 MONTO
 NANDO2
 RBO
 SMA
 NVS

PROPUESTA 1
 Salidas independientes Pistas 36R/L



SID RWY36R: "Subir en rumbo magnético 019° directo a cruzar 5.3 DME BRA a 2400ft o superior. Virar a la derecha para seguir RDL-222 RBO directo a CASAR..."

SID RWY36L: "Subir en rumbo de pista directo a cruzar 5.3 DME BRA a 2400ft o superior. Virar a la derecha para seguir rumbo magnético 019° para interceptar y seguir RDL..."

COMENTARIOS:

- Se ha establecido como principio de trabajo para el desarrollo de esta propuesta la necesidad de mantener las salidas de la pista 36L hacia el Norte y al Oeste las actualmente publicadas en AIP-España.
- Se debería incorporar la misma nota que aparece en las salidas actuales de la pista 15 (subir en ruta magnética 019° significa:...)
- Garantizar la independencia de las trayectorias supone establecer una divergencia de 15° que implica necesariamente el sobrevuelo de Belvis. Más de 15° implica salida con viraje, lo que no podría producirse antes de alcanzar una altura de 120m sobre el extremo de pista (DER), que no cumple con el criterio que define las salidas independientes.
- La utilización del radial 222 de Robledillo podría producir problemas de ruido en la zona de Algete a Cobeña, además de ser incompatible con el actual espacio aéreo delegado a Torrejón APP.
- Todas las salidas son convencionales y están basadas en las actuales radioayudas, por lo que las salidas hacia el Este siempre deberán usar radiales del VOR/DME de Robledillo que producirán problemas de ruido en las zonas mencionadas.
- Se ajustan a lo actualmente estipulado en el Doc 8168 de OACI y en el Reglamento de la Circulación Aérea.



TA 6000

NORTE 120.90
 TWR 118.15

MADRID/BARAJAS
 RWY 36R/L

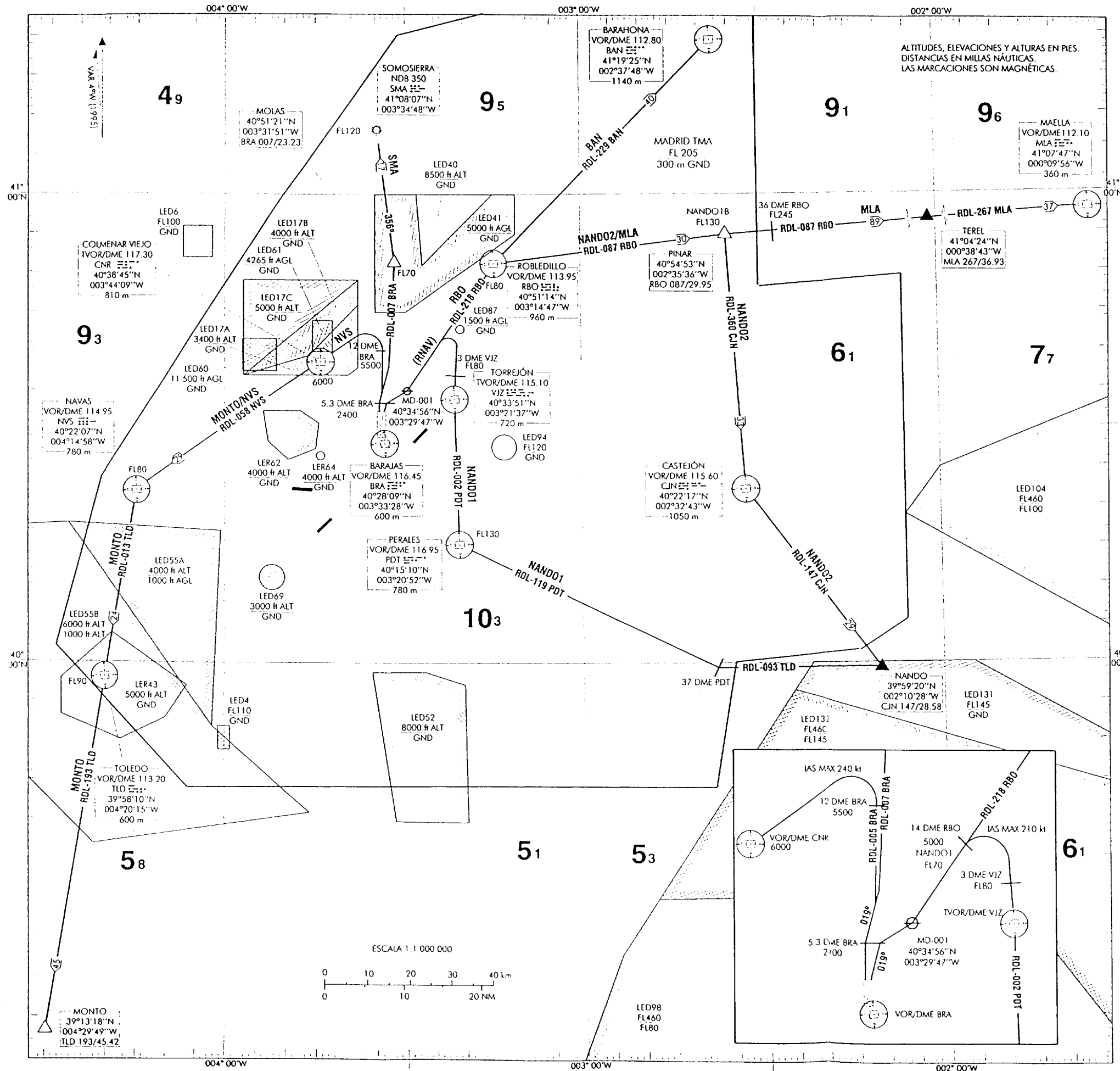
NANDO1
 MLA
 BAN

MONTO
 NANDO2
 RBO

SMA
 NVS

PROPUESTA 2

Salidas independientes Pistas 36R/L



SID RWY36R (RNAV): "Subir en rumbo magnético 019° directo a cruzar 5.3 DME BRA a 2400ft o superior. Virar a la derecha directo a MD-001. Virar a la izquierda para interceptar y seguir RDL-218 RBO directo a ..."

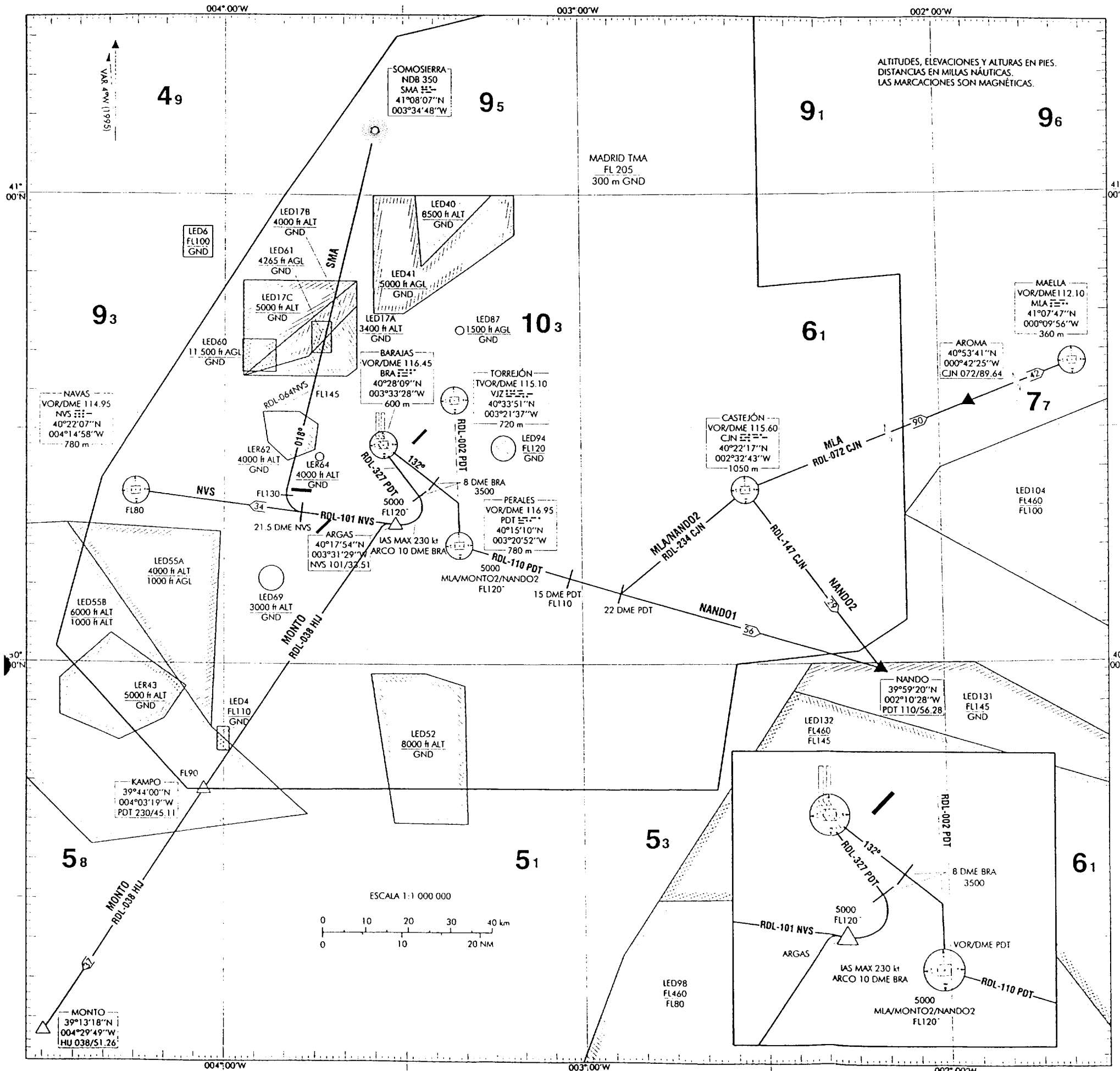
SID RWY36L: "Subir en rumbo de pista directo a cruzar 5.3 DME BRA a 2400ft o superior. Virar a la derecha para seguir rumbo magnético 019° para interceptar y seguir RDL..."

COMENTARIOS:

- Se ha establecido como principio de trabajo para el desarrollo de esta propuesta la necesidad de mantener las salidas de la pista 36L hacia el Norte y el Oeste actualmente publicadas en AIP-España.
- Se debería incorporar la misma nota que aparece en las salidas actuales de la pista 15 (subir en ruta magnético 019° significa:...)
- Garantizar la independencia de las trayectorias supone establecer una divergencia de 15° que implica necesariamente el sobrevuelo de Belvis. Más de 15° implica salida con viraje, lo que no podría producirse antes de alcanzar una altura de 120m sobre el extremo de pista (DER), que no cumpliría con el criterio que define las salidas independientes.
- Se propone una salida RNAV para intentar solucionar el posible problema de ruido que se produciría en la propuesta anterior en Algete. En este caso las trayectorias de las salidas hacia el Este pasan por el punto MD-001 situado aproximadamente entre las poblaciones de Algete y Cobeña. Si esta salida no fuera totalmente satisfactoria desde el punto de vista medioambiental, se podría modificar su trayectoria, puesto que al tratarse de salidas RNAV se tiene una mayor flexibilidad en su diseño que si se trataran de salidas convencionales.
- Las salidas hacia el Este son incompatibles con el actual espacio aéreo delegado a Torrejón APP.
- Al tratarse de salidas RNAV todas las aeronaves deberían estar equipadas adecuadamente (equipo RNAV de precisión). Si no dispusieran todas del equipo adecuado sería necesario publicar además una alternativa convencional, con el problema de ruido que conllevaría.
- Se ajustan a lo actualmente estipulado en el Doc 8168 de OACI y en el Reglamento de la Circulación Aérea.



Salidas independientes Pistas 15R/L



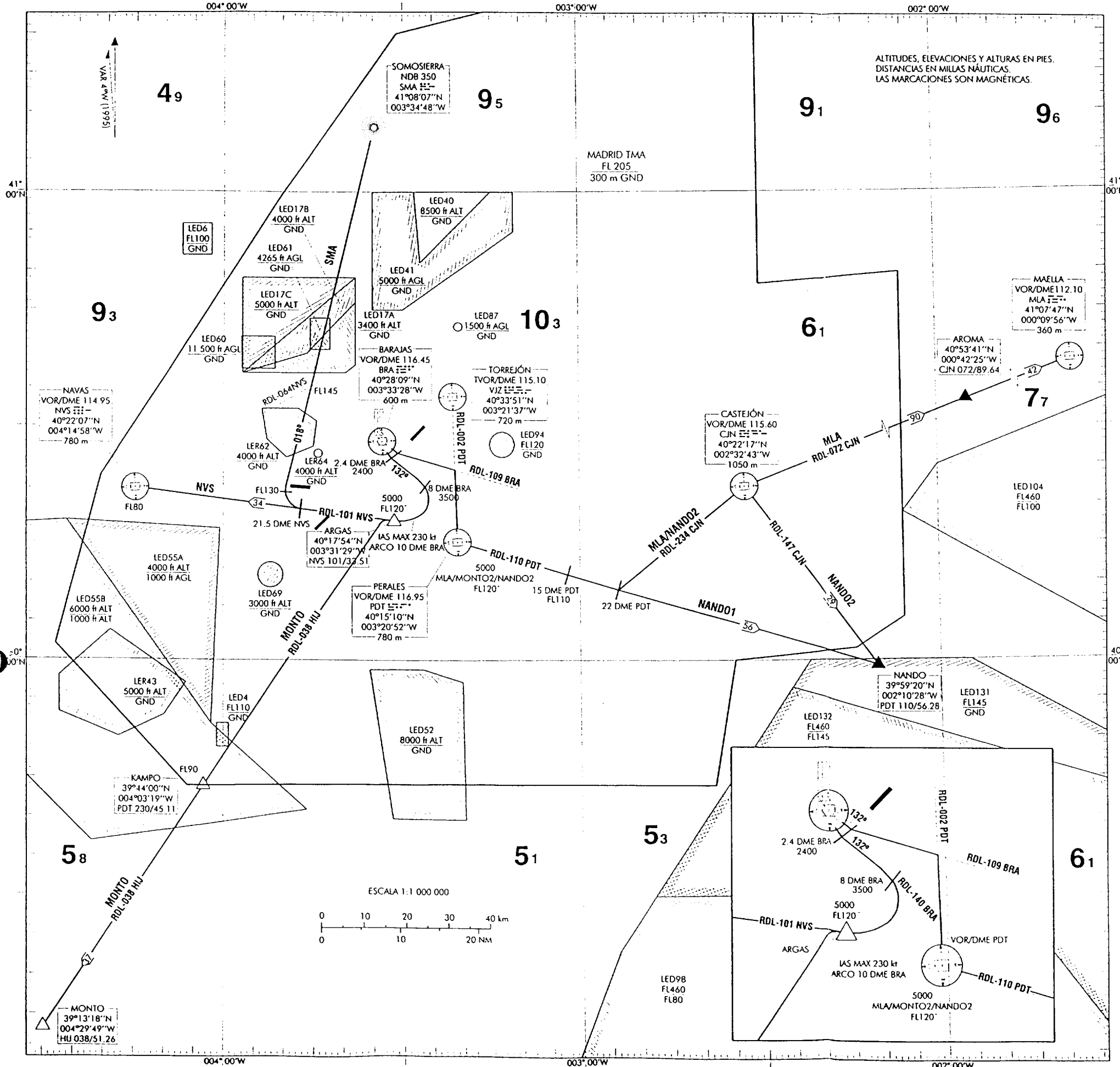
SID RWY15R: "Subir en RDL-327 PDT directo a cruzar 8 DME BRA a 3500ft o superior. Virar a la derecha..."

SID RWY15L: "Subir en rumbo magnético 132° directo a cruzar 8 DME BRA a 3500ft o superior hasta interceptar y seguir RDL-002 PDT directo a VOR/DME PDT..."

COMENTARIOS:

- No se mantiene la actual salida de la pista 15.
- Se debería incorporar la misma nota que aparece en las salidas actuales de la pista 15 (subir en ruta magnética 132° significa...)
- Las salidas de la pista 15R siguen el radial 327 de Perales (coincidente con el rumbo de pista), por lo que podría producir problemas de ruido en la zona de Coslada y Mejorada.
- Se ajustan a lo actualmente estipulado en el Doc 8168 de OACI y en el Reglamento de la Circulación Aérea.





SID RWY15R: "Subir en rumbo de pista directo a cruzar 2.4 DME BRA a 2400ft o superior. Seguir rumbo magnético 132° para interceptar y seguir RDL-140 BRA directo a cruzar 8 DME BRA a 3500ft o superior. Virar a la derecha..."

SID RWY15L: "Subir en rumbo magnético 132° directo a cruzar 2.4 DME BRA a 2400ft o superior para interceptar y seguir RDL-109 BRA para interceptar y seguir RDL-002 PDT directo a VOR/DME PDT..."

COMENTARIOS:

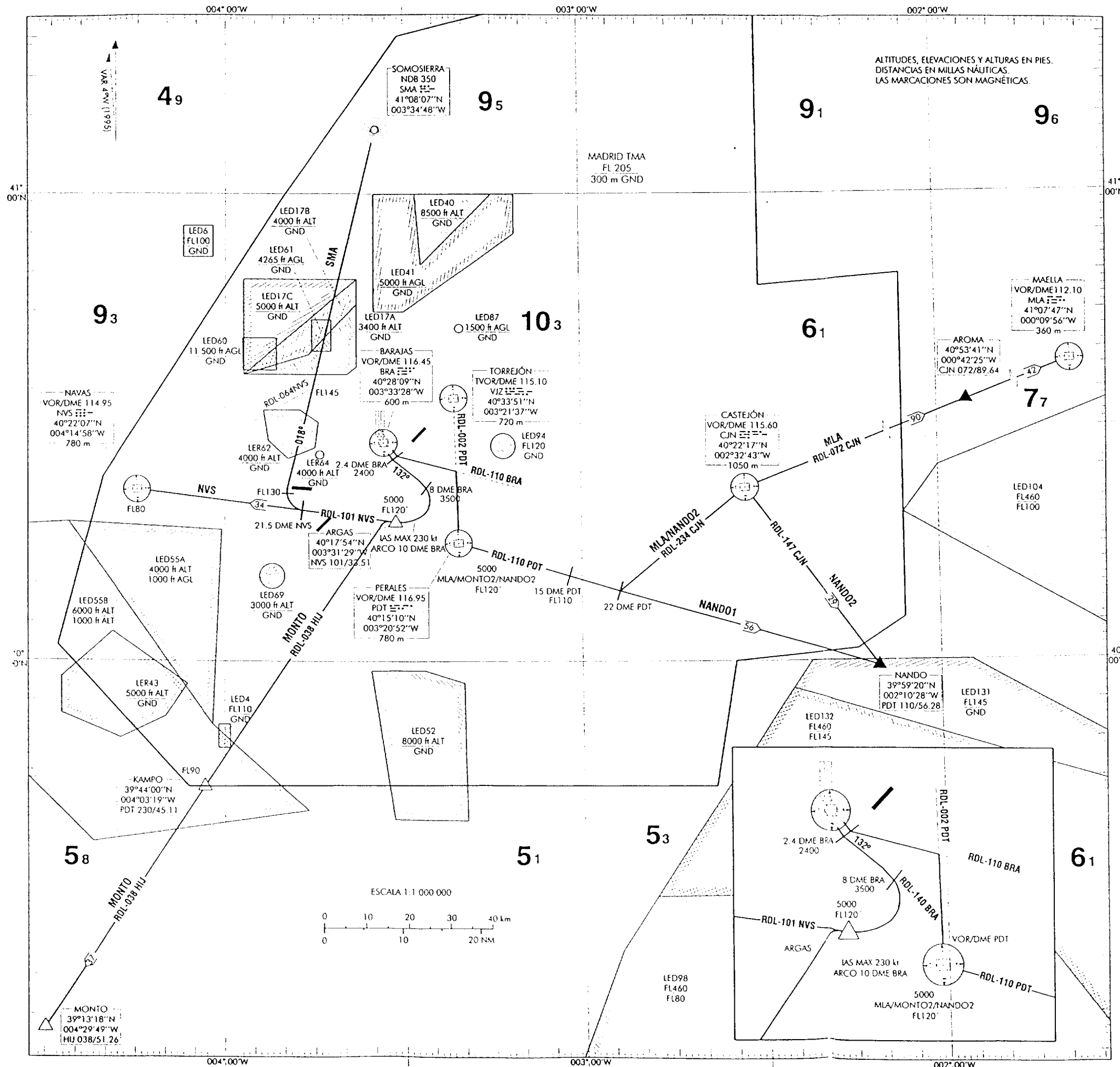
41* - Se debería incorporar la misma nota que aparece en las salidas actuales de la pista 15 (subir en ruta magnética 132° significa...)

- La salida de la pista 15R no es exactamente la actualmente publicada. No afectaría a la zona de Mejorada. Teniendo en cuenta que no se corrige el rumbo hasta los 2400ft, se estaría proponiendo lo que en la realidad se está haciendo actualmente en las salidas de la pista 15 (modificados por el NOTAM dado) con el consecuente ruido sobre el Barrio de la Estación de Coslada.

- Se ajustan a lo actualmente estipulado en el Doc 8168 de OACI y en el Reglamento de la Circulación Aérea.



CASO PENDIENTE DE ESTUDIO 1
 Salidas independientes Pistas 15R/L



SID RWY15R: "Subir en rumbo de pista directo a cruzar 2.4 DME BRA a 2400ft o superior. Seguir rumbo magnético 132º para interceptar y seguir RDL-140 BRA directo a cruzar 8 DME BRA a 3500ft o superior. Virar a la derecha..."

SID RWY15L: "Subir en rumbo de pista a 2400ft QNH. Virar a la izquierda para interceptar y seguir RDL-110 BRA directo para interceptar y seguir RDL-002 PDT directo a VOR/DME PDT..."

COMENTARIOS:

41- La pendiente de ascenso para los despegues de la pista 15L será sensiblemente superior a la que se requeriría para el franqueamiento de los obstáculos, al objeto de satisfacer los requisitos de separación de las trayectorias lo antes posible y para la aplicación correcta del NOTAM

- Es similar a la propuesta 2, excepto que la salida de la pista 15L se hace en rumbo de pista, con las mismas consideraciones en lo referido a impacto ambiental.

- No está de acuerdo al Doc 8168 de OACI ni al Reglamento de la Circulación Aérea. Se basa en prácticas locales (que se aplican en Canadá) que aparecen en la Circular SOIR de OACI. Para su implantación habría que documentar experimentalmente su validez y aplicabilidad además de modificar/ampliar la reglamentación actualmente en vigor.



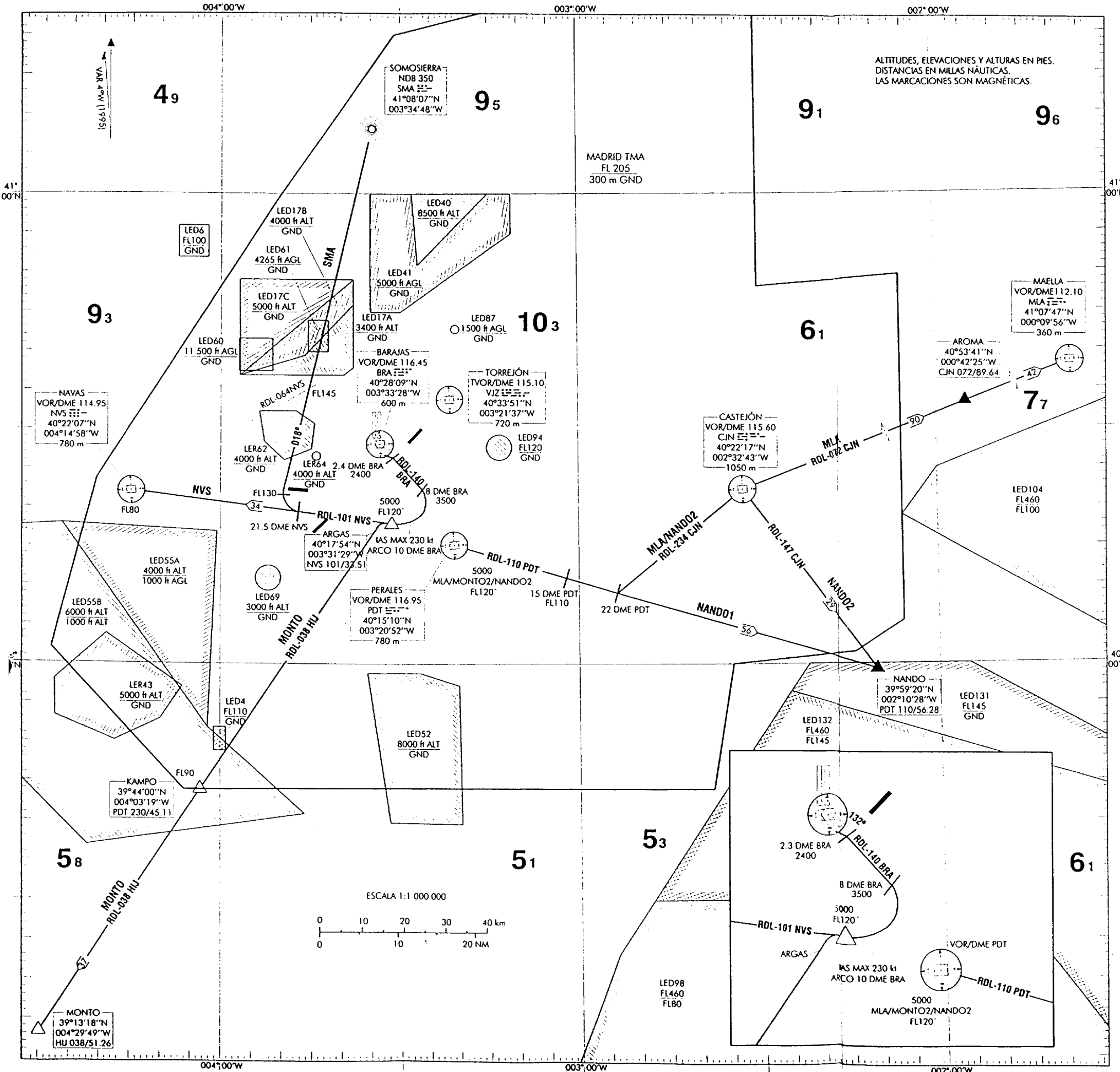
CASO PENDIENTE DE ESTUDIO 2
 Salidas independientes Pistas 15R/L

SID RWY15R: "Subir en rumbo magnético 132° directo a cruzar 2.4 DME BRA a 2400ft o superior. Virar a la derecha para seguir RDL-140 BRA directo a cruzar 8 DME BRA o 3500ft o superior. Virar a la derecha..."

SID RWY15L: a estudiar

COMENTARIOS:

- Si se mantiene la salida actual de la pista 15 como salida para la 15R, por necesidades medioambientales, las salidas de la pista 15L no se ajustarían entonces a la reglamentación actualmente en vigor. Sería necesario proponer las modificaciones necesarias para poder implantarla.





ANEXO II:
CÁLCULO DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

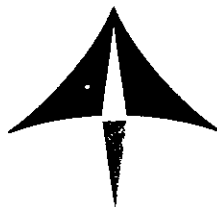




ÍNDICE

	Pág. N°
AII.1.- INTRODUCCIÓN.....	1
AII.2.- PROCEDIMIENTOS PARA EL <i>ESCENARIO 1</i>	1
AII.2.1.- Procedimientos operacionales de llegadas sobre salidas	1
AII.2.1.1.- Configuración Norte.....	2
AII.2.1.2.- Configuración Sur.	2
AII.2.2.- Procedimientos operacionales entre salidas por la misma pista.....	4
AII.2.3.- Procedimientos operacionales para las llegadas a una misma pista.....	5
AII.3.- PROCEDIMIENTOS PARA EL <i>ESCENARIO 2</i>	5
AII.4.- INTERFERENCIA DEL AEROPUERTO DE BARAJAS SOBRE EL AEROPUERTO DE TORREJÓN	6





ANEXO II.- CÁLCULO DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

AII.1.- INTRODUCCIÓN

Los procedimientos operativos definen las restricciones en tiempos y en distancias entre las diferentes operaciones de aeronaves por la misma pista, o por pistas que interfieren entre sí. En consecuencia, se deberán establecer reglas o normas de aterrizaje o despegue para cada aeronave durante la simulación, de forma que cuando se estén efectuando, podrán existir otros aterrizajes o despegues en el aeropuerto que se vean bloqueados.

A partir del “*Estudio de Procedimientos*” del caso C+B elaborado por la *División de Organización y Reglamentación* para el proyecto FSAM y la información suministrada por la División ATS Región Centro, se han realizado los cálculos de los correspondientes bloqueos a emplear en las simulaciones del presente estudio

AII.2.- PROCEDIMIENTOS PARA EL ESCENARIO 1

El *Escenario 1* parte del diseño del área de maniobras del futuro aeropuerto utilizada en el informe “*Análisis Capacidad/Demora del Sistema Aeropuerto- TMA. FSAM Caso C+B*” Diciembre 1998 [1], así como del mismo diseño de la estructura y rutas de llegada del TMA asociado, pero estableciendo nuevas alternativas para los tramos iniciales de las rutas normalizadas de salida que permiten, sin embargo, conservar la independencia entre operaciones de despegue.

Como consecuencia del nuevo diseño de rutas de salida, los procedimientos de bloqueo entre despegues sufrirán variaciones con respecto a los detallados en el Anexo III de la referencia [1], motivados por el hecho de que existen rutas que pierden su divergencia y tienen nuevos tramos comunes.

AII.2.1.- Procedimientos operacionales de llegadas sobre salidas

Para el cálculo de los bloqueos se ha empleado el tiempo transcurrido desde el despegue hasta la intersección de las trayectorias nominales de vuelo con los límites de las áreas de las maniobras frustradas. El mismo cálculo considerando las trayectorias de vuelo con sus respectivas tolerancias, da como resultado valores menos restrictivos.

Una vez calculados los tiempos que necesita cada tipo de aeronave para abandonar la zona de influencia de las áreas críticas, se ha calculado la distancia respecto al umbral a la que una aeronave en maniobra de aproximación final bloquea a cualquier otra que pretenda despegar por cualquiera de las dos pistas afectadas.



AII.2.1.1.- Configuración Norte

En configuración Norte se han diseñado aproximaciones instrumentales simultáneas independientes a las cabeceras 33R/L, y salidas simultáneas independientes de las cabeceras 36R/L.

En la *Figura AII.1* se muestra la configuración geométrica de las áreas de protección de las aproximaciones frustradas a las pistas 33R/L, de la cual según los criterios establecidos en el documento de diseño de procedimientos, se deduce que:

Las aproximaciones frustradas directas a la pista 33R bloquean a las salidas por las pistas 36R y 36L

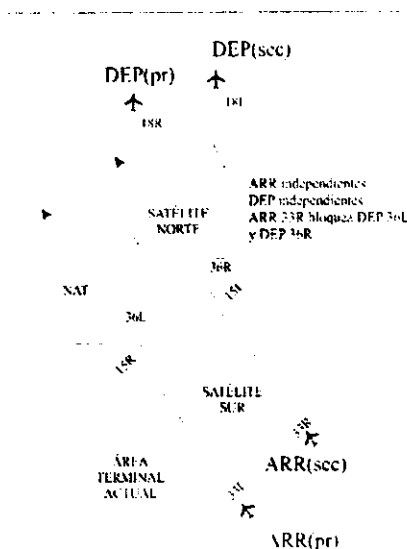


Figura AII.1.- Áreas de protección para maniobras frustradas a la pista 33R

AII.2.1.2.- Configuración Sur.

En configuración Sur se han diseñado aproximaciones instrumentales simultáneas independientes a las cabeceras 18R/L y salidas simultáneas independientes de las cabeceras 15R/L.

Al igual que en configuración Norte, se adjunta un croquis representativo de las áreas de protección de la aproximación frustrada a la pista 18L, a partir del cual se deduce, en base a los criterios empleados en el documento de diseño de procedimientos, que las llegadas a la pista 18L bloquean las salidas por la 15R y 15L.

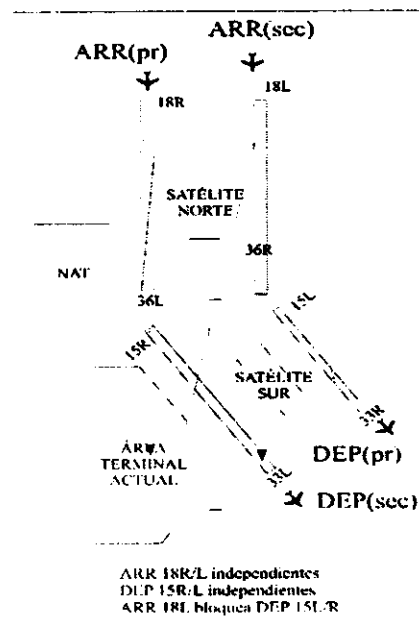
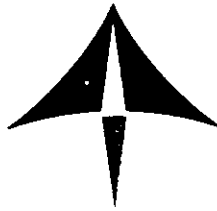


Figura AII.2.- Áreas de protección para maniobras frustradas a la pista 18L

Los valores de bloqueo impuestos tanto en configuración Norte como en Sur se encuentran resumidos en las *Tablas AII.1 y AII.2*.

AERONAVES BLOQUEADAS (DEP36L)	TIPO DE AERONAVES QUE BLOQUEAN (ARR33R)		
	Aeronaves Ligeras	Aeronaves Medias	Aeronaves Pesadas
Ligeras	2NM	2NM	2NM
Medias	2NM	2NM	2NM
Pesadas	2NM	2NM	2NM
AERONAVES BLOQUEADAS (DEP36R)	Aeronaves Ligeras	Aeronaves Medias	Aeronaves Pesadas
Ligeras	2,2NM	2,2NM	2,2NM
Medias	2,2NM	2,2NM	2,2NM
Pesadas	2,2NM	2,2NM	2,2NM

Tabla AII.1.- Tiempos de bloqueo en configuración Norte



AERONAVES BLOQUEADAS (DEP 15L)	TIPO DE AERONAVES QUE BLOQUEAN (ARR18L)		
	Aeronaves Ligeras	Aeronaves Medias	Aeronaves Pesadas
Ligeras	2,1NM	2,1NM	2,1NM
Medias	2,1NM	2,1NM	2,1NM
Pesadas	2,1NM	2,1NM	2,1NM
AERONAVES BLOQUEADAS (DEP36R)	Aeronaves Ligeras	Aeronaves Medias	Aeronaves Pesadas
Ligeras	2NM	2NM	2NM
Medias	2NM	2NM	2NM
Pesadas	2NM	2NM	2NM

Tabla AII.2.- Tiempos de bloqueo en configuración Sur

AII.2.2.- Procedimientos operacionales entre salidas por la misma pista

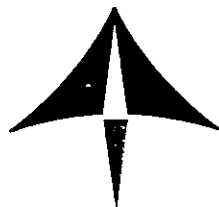
Los despegues consecutivos desde una misma pista de Barajas deben mantener unos intervalos de tiempo de bloqueo entre sí con objeto de conseguir en espacio aéreo las separaciones según criterios de estela turbulenta. En estos tiempos de bloqueo influyen los siguientes factores:

- Clasificación de la aeronave en Pesada, Media ó Ligera.
- Rango de velocidades en las fases iniciales del vuelo.
- El hecho de que las aeronaves sucesivas vayan a seguir rutas que presentan divergencia al poco de despegar (8 DME de BRA según Carta de Acuerdo Madrid APP-TWR) ó siguen tramos comunes durante gran parte del vuelo.

De acuerdo a esos factores, los procedimientos de bloqueo introducidos en las simulaciones son los recogidos en la *Tabla AII.3.*

Tiempos de Bloqueo en Segundos		Aeronave que Precede (1°)					
		Despegues Sucesivos Siguen Rutas Divergentes			Despegues Sucesivos No Divergen		
		Pesada	Media	Ligera	Pesada	Media	Ligera
Aeronave que Sigue (2°)	Pesada	65	75	175	80	90	190
	Media	85	65	165	100	80	180
	Ligera	105	95	85	120	110	100

Tabla AII.3.- Procedimientos de bloqueo entre despegues de una misma pista de Barajas.



AII.2.3.- Procedimientos operacionales para las llegadas a una misma pista

Las reglas de separación en Espacio Aéreo para las llegadas consecutivas a una misma pista de aterrizaje son:

- Separación Inicial en Ruta = 10 MN.
- Separación en el TMA (antes del IAF) = 5 MN.
- Separación en el IAF y fases posteriores (Procedimiento de Aproximación): Se deberán mantener al menos las separaciones mínimas radar por estela turbulenta. Se consideran las que aparecen en la *Tabla AII.4.*

SEPARACIONES EN MN		AERONAVE QUE PRECEDE (1°)		
		PESADA	MEDIA	LIGERA
AERONAVE QUE SIGUE (2°)	PESADA	4	3.5	3.5
	MEDIA	5	3.5	3.5
	LIGERA	6	5	3.5

Tabla AII.4.- Separaciones aplicadas en la fase de aproximación

AII.3.- PROCEDIMIENTOS PARA EL ESCENARIO 2

El *Escenario 2* parte del diseño del área de maniobras del futuro aeropuerto utilizada en el informe "Análisis Capacidad/Demora del Sistema Aeropuerto- TMA. FSAM Caso C+B" Diciembre 1998 [1], así como del mismo diseño de la estructura y rutas de llegada del TMA asociado, pero estableciendo nuevas alternativas para los tramos iniciales de las rutas normalizadas de salida sin posibilidad de conservar la independencia entre operaciones de despegue.

Como consecuencia, las variaciones introducidas en los procedimientos descritos en el Apartado AII.2 para el *Escenario 1* son las siguientes:

- En Configuración Norte no se admiten salidas simultáneas independientes por las cabeceras 36R/L. Las pistas 18L-36R y 18R-36L funcionan como una única pista con respecto a los despegues (figura AII.3).
- En Configuración Sur no se admiten salidas simultáneas independientes por las cabeceras 15R/L. Las pistas 15L-33R y 15R-33L funcionan como una única pista con respecto a los despegues (figura AII.3).

De acuerdo con esto, se introducen procedimientos de bloqueo para despegues entre pistas que coinciden con los indicados en la *Tabla AII.4.*

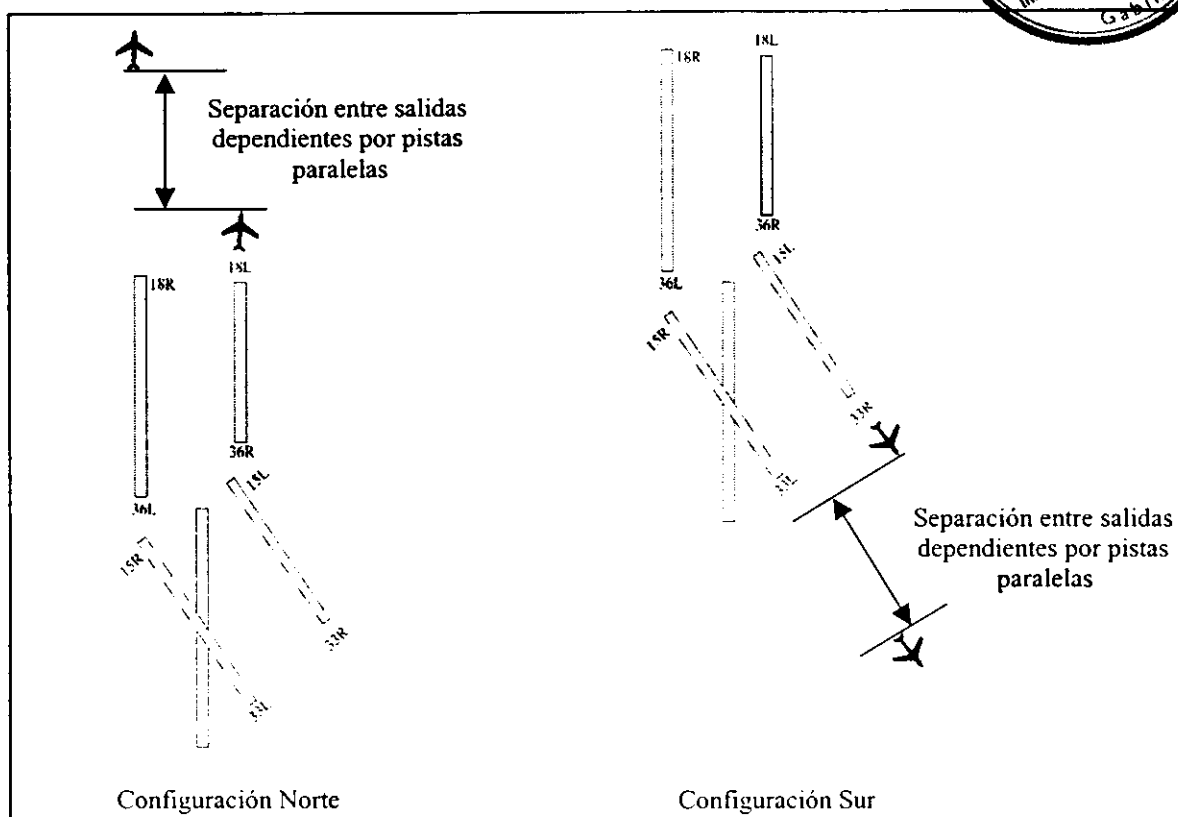


Figura AII.3.- Procedimientos de bloqueo en el *Escenario 2*

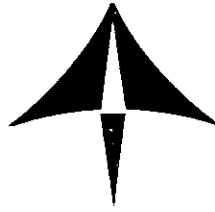
AII.4.- INTERFERENCIA DEL AEROPUERTO DE BARAJAS SOBRE EL AEROPUERTO DE TORREJÓN

Las operaciones del aeropuerto de Torrejón no interfieren con las del aeropuerto de Madrid-Barajas sino que son éstas las que impiden los despegues de Torrejón.

Los tiempos de bloqueo provocados por las operaciones del aeropuerto de Madrid-Barajas con respecto a los despegues del aeropuerto de Torrejón utilizados para la simulación de todos los modelos, tanto en Configuración Norte como en Sur, derivados de información operativa suministrada por la División ATS de la Región Centro, son los que a continuación se presentan en la *Tabla AII.5*.

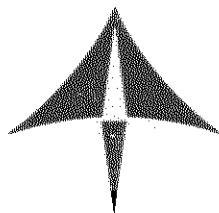
	TIEMPOS DE BLOQUEO (minutos)	
	OPERACIONES QUE BLOQUEAN	
	(LEMD) ARR33L Y 33R	(LEMD) DEP 15L Y 15R
OPERACIONES BLOQUEADAS DEP LETO23	6	5

Tabla AII.5.- Tiempos de bloqueo de las operaciones de LEMD sobre los despegues de LETO



ANEXO III
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (HUELLAS DE RUIDO)





ANEXO III.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (HUELLAS DE RUIDO)

AIII.1.- INTRODUCCIÓN

Con objeto de analizar la influencia que las maniobras de llegada y salida del Futuro aeropuerto de Madrid-Barajas tiene sobre el nivel de contaminación acústica de las poblaciones colindantes, el Departamento de Medioambiente de Aena ha elaborado un estudio de impacto ambiental cuyos resultados son las huellas de ruido que a continuación se presentan en este anexo.

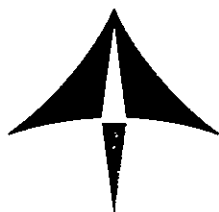
AIII.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS

El total de huellas de ruido presentadas en este Anexo III engloban un total de 18 modelos que se ajustan a la descripción que seguidamente se detallan en las *tablas AIII.1 y AIII. 2.*

	Modelo	Nº operaciones	RUTAS	Configuración	Pistas	Periodo horario
Figura 1	ACTUAL	800	AIP	NORTE	36L	DIURNO
Figura 2	ACTUAL	800	AIP	NORTE	36L	NOCTURNO
Figura 3	REFERENCIA [1]	1850	FSAM	NORTE	36R/L (1350m)	DIURNO
Figura 4	REFERENCIA [1]	1850	FSAM	NORTE	36R/L (1350m)	NOCTURNO
Figura 5	PROPUESTA1 (N1)	1850	FSAM	NORTE	36R/L (1350m)	DIURNO
Figura 6	PROPUESTA1 (N1)	1850	FSAM	NORTE	36R/L (1350m)	NOCTURNO
Figura 7	PROPUESTA2 (N2)	1850	FSAM	NORTE	36R/L (1350m)	DIURNO
Figura 8	PROPUESTA2 (N2)	1850	FSAM	NORTE	36R/L (1350m)	NOCTURNO

Tabla AIII.1.- Modelos (huellas de ruido). Configuración Norte





	Modelo	N° operaciones	RUTAS	Configuración	Pistas	Período horario
Figura 9	ACTUAL	800	AIP	SUR	15R	DIURNO
Figura 10	ACTUAL	800	AIP	SUR	15R	NOCTURNO
Figura 11	REFERENCIA [1]	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	DIURNO
Figura 12	REFERENCIA [1]	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	NOCTURNO
Figura 13	PROPUESTA1 (S1)	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	DIURNO
Figura 14	PROPUESTA1 (S1)	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	NOCTURNO
Figura 15	PROPUESTA2 (S2)	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	DIURNO
Figura 16	PROPUESTA2 (S2)	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	NOCTURNO
Figura 17	CASO PENDIENTE ESTUDIO1 (S3)	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	DIURNO
Figura 18	CASO PENDIENTE ESTUDIO1 (S3)	1850	FSAM	SUR	15R/L (1800m)	NOCTURNO

Tabla AIII.2.- Modelos (huellas de ruido). Configuración Sur

La descripción de todos los modelos FSAM a los que hacen referencia *las tablas AIII.1 y AIII.2* así como la estructura de rutas normalizadas empleadas en cada caso se encuentran disponibles en el *Anexo I* de este documento.

Las curvas de isorruido representadas en cada una de las figuras se corresponden con el siguiente código de colores:

_____ 55 dBA

_____ 60 dBA

_____ 65 dBA



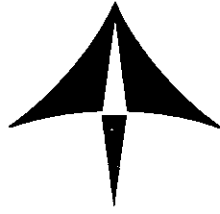
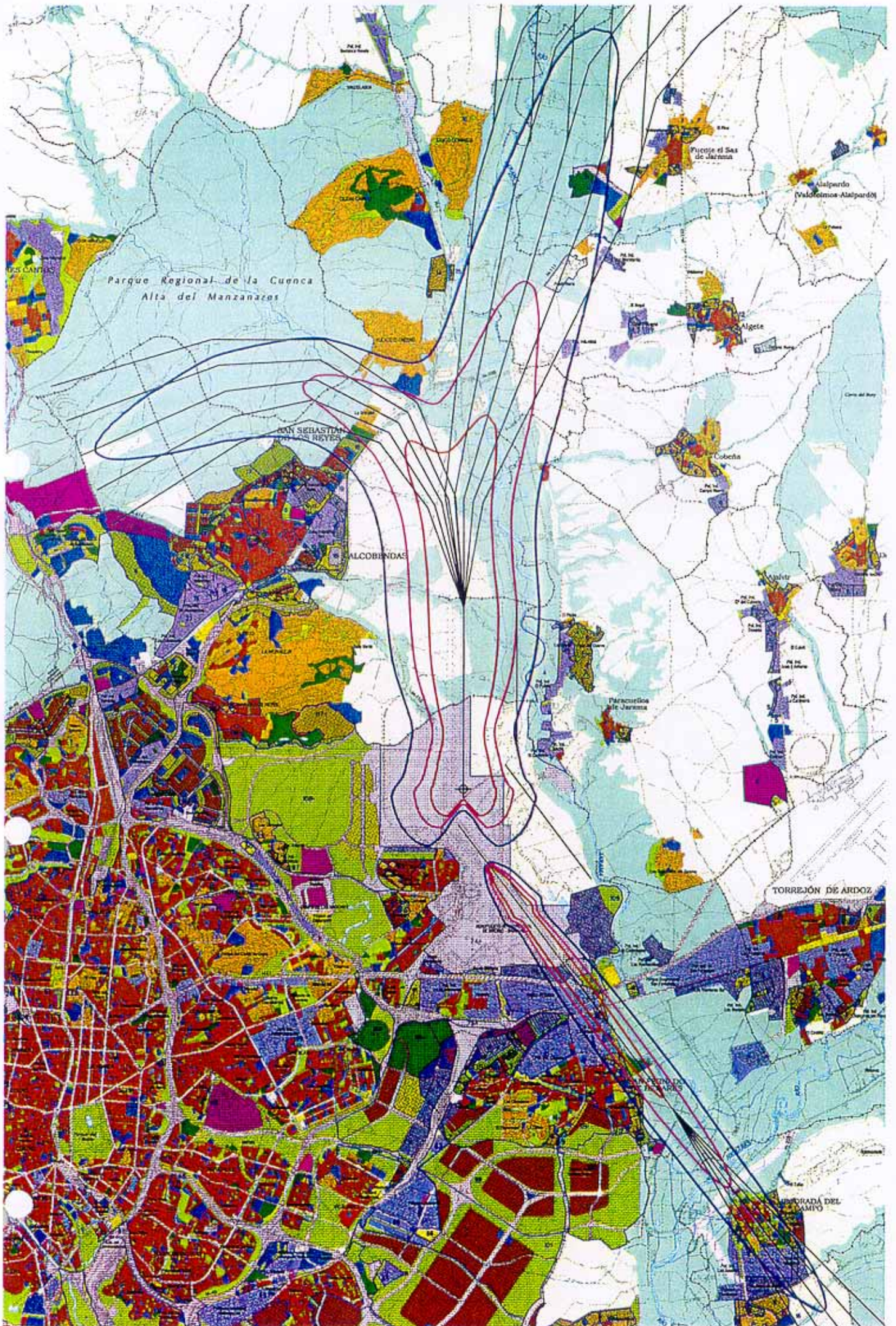


Figura 1.- Huella de ruido. Modelo actual. Conf. Norte.(Período diurno).





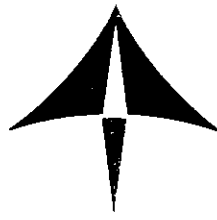
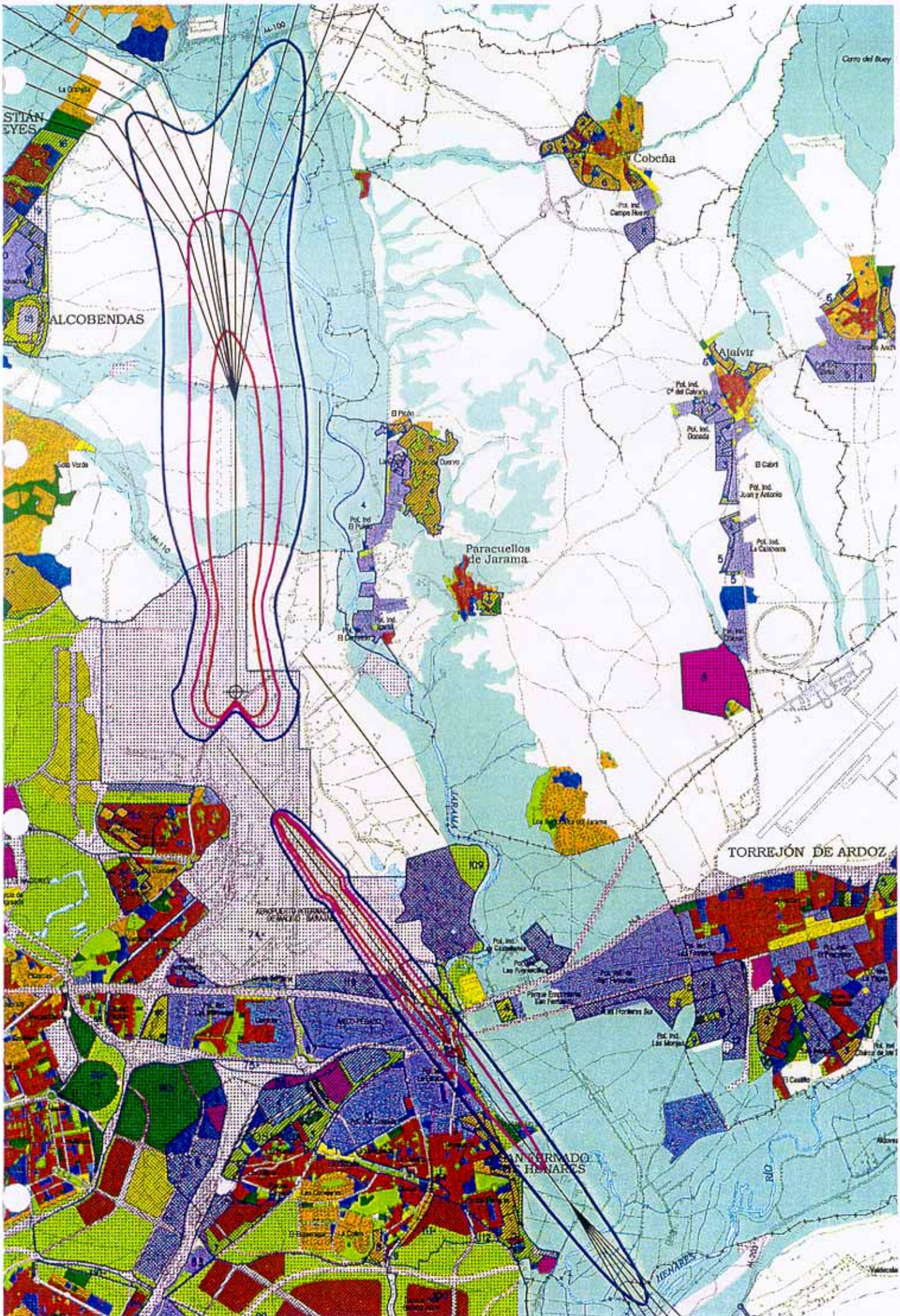


Figura 2.- Huella de ruido. Modelo actual. Conf. Norte.(Período nocturno).





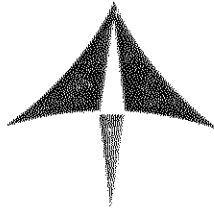


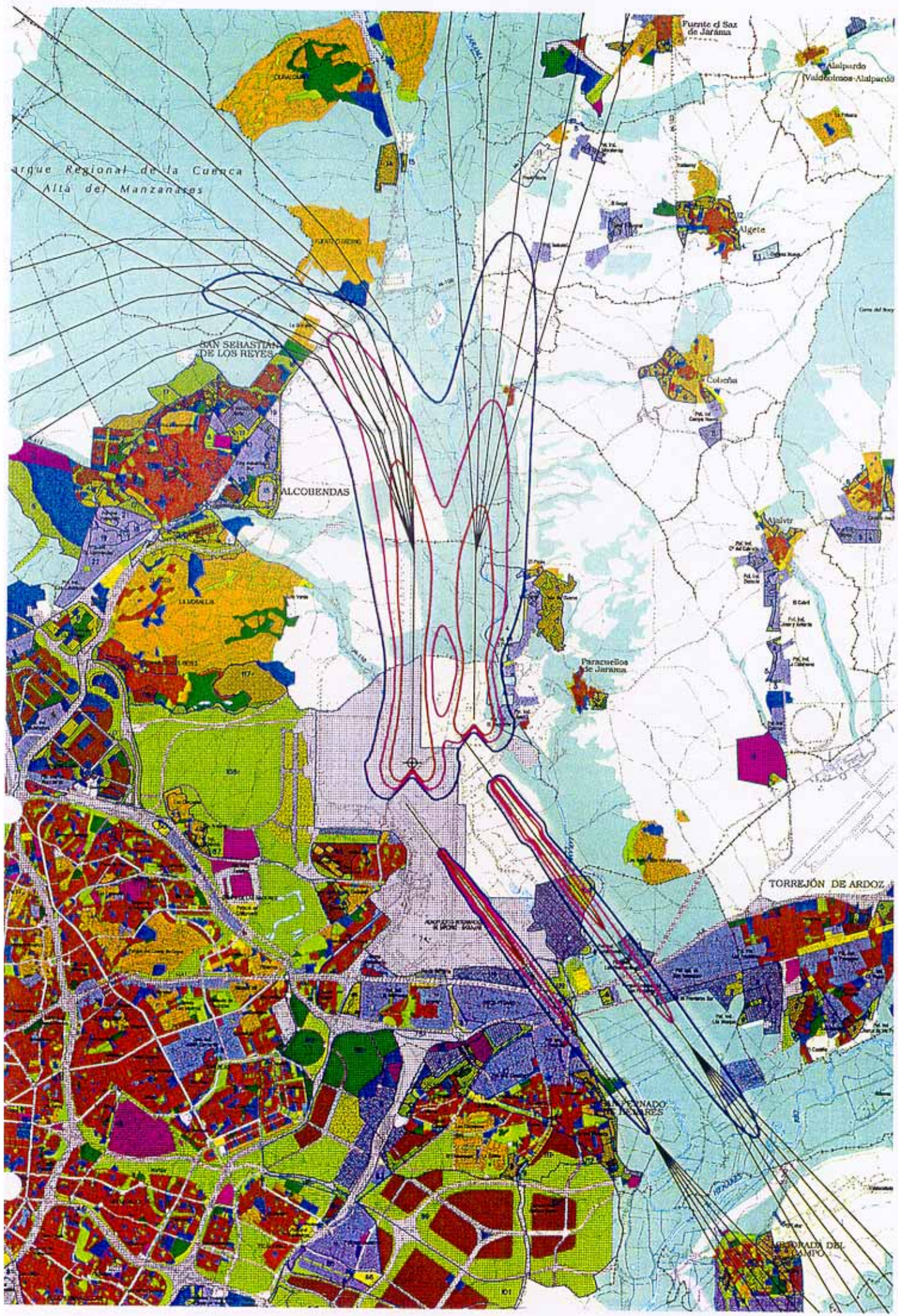
Figura 3.- Huella de ruido. Modelo Referencia [1]. Conf. Norte.(Período diurno).





Figura 4.- Huella de ruido. Modelo Referencia [1]. Conf. Norte.(Período nocturno).





Parque Regional de la Cuenca
Alta del Manzanares

SAN SEBASTIÁN
DE LOS REYES

ALCOBENDAS

LEONOR

Paracuellos
de Jarama

Algete

Cobaña

TORREJÓN DE ARDOZ

SAN FERNANDO
DE LOS RÍOS

RESERVA DEL
CAMPO

Puerto el Sol
de Jarama

Alalardo
(Valdealmos-Alalardo)

ALTA
CUBAÑA

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

Algete

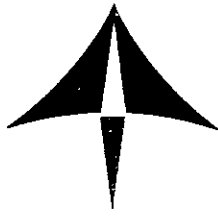
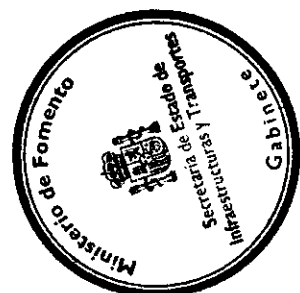


Figura 5.- Huella de ruido. Modelo Propuesta 1. Conf. Norte.(Período diurno).



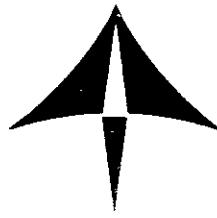
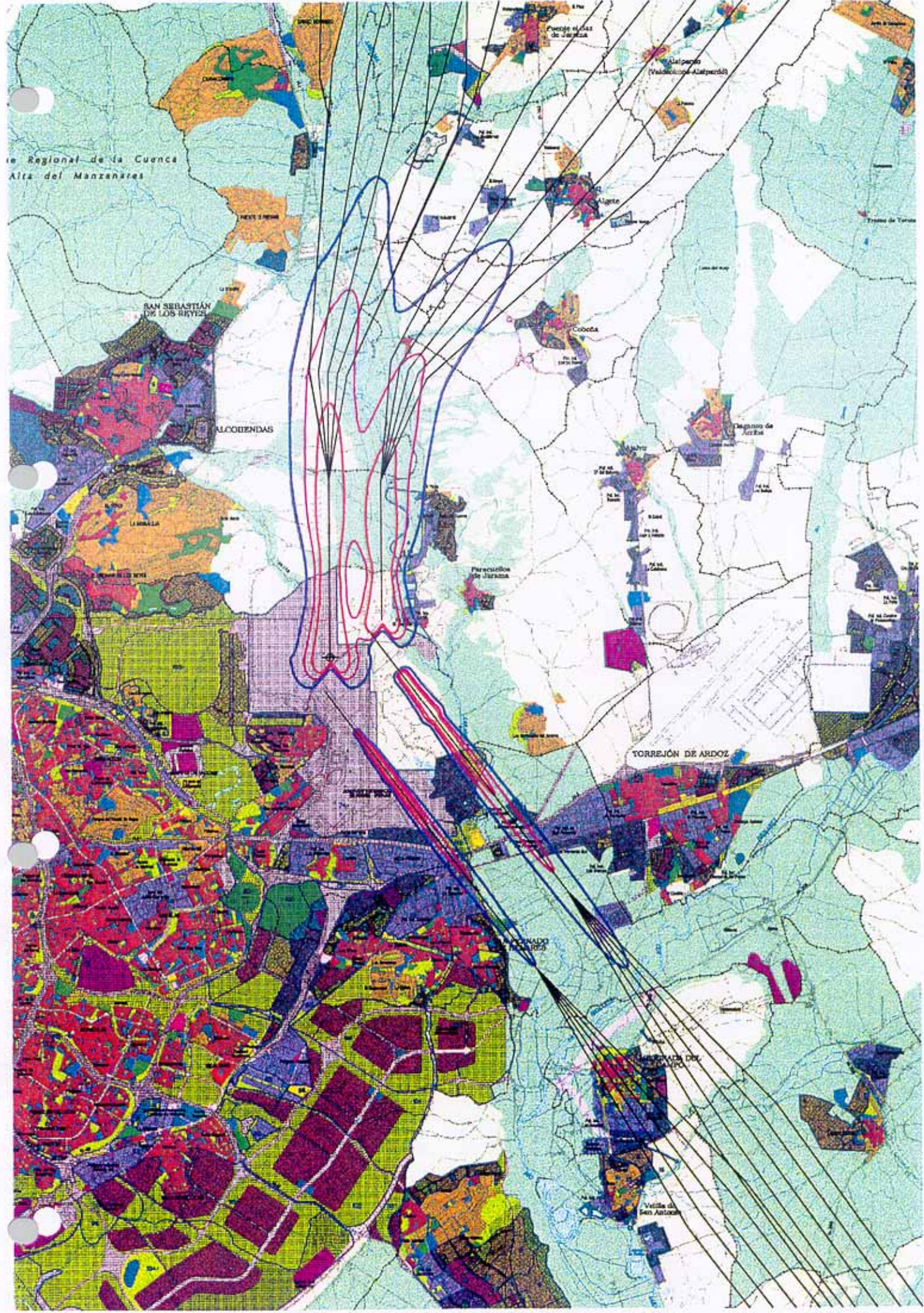


Figura 6.- Huella de ruido. Modelo Propuesta 1. Conf. Norte.(Período nocturno).



ie Regional de la Cuenca
Alta del Manzanares



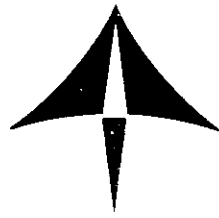
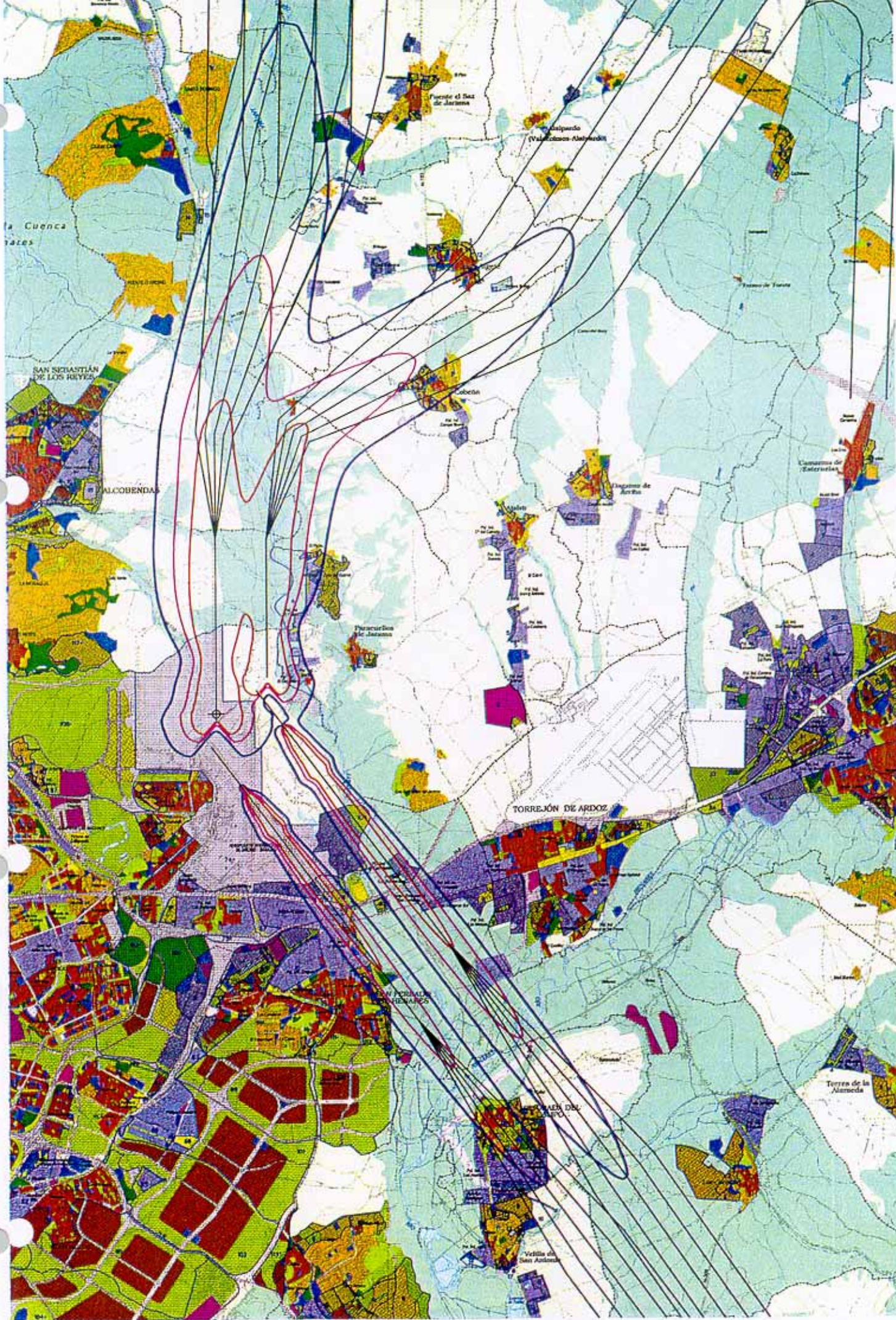


Figura 7.- Huella de ruido. Modelo Propuesta 2. Conf. Norte.(Período diurno).





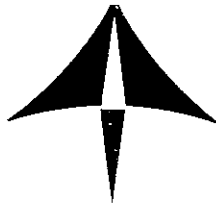
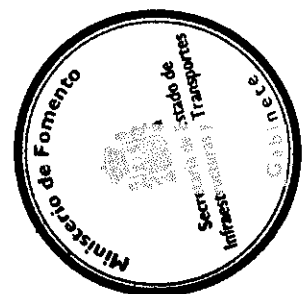


Figura 8.- Huella de ruido. Modelo Propuesta 2. Conf. Norte.(Período nocturno).



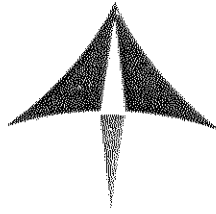
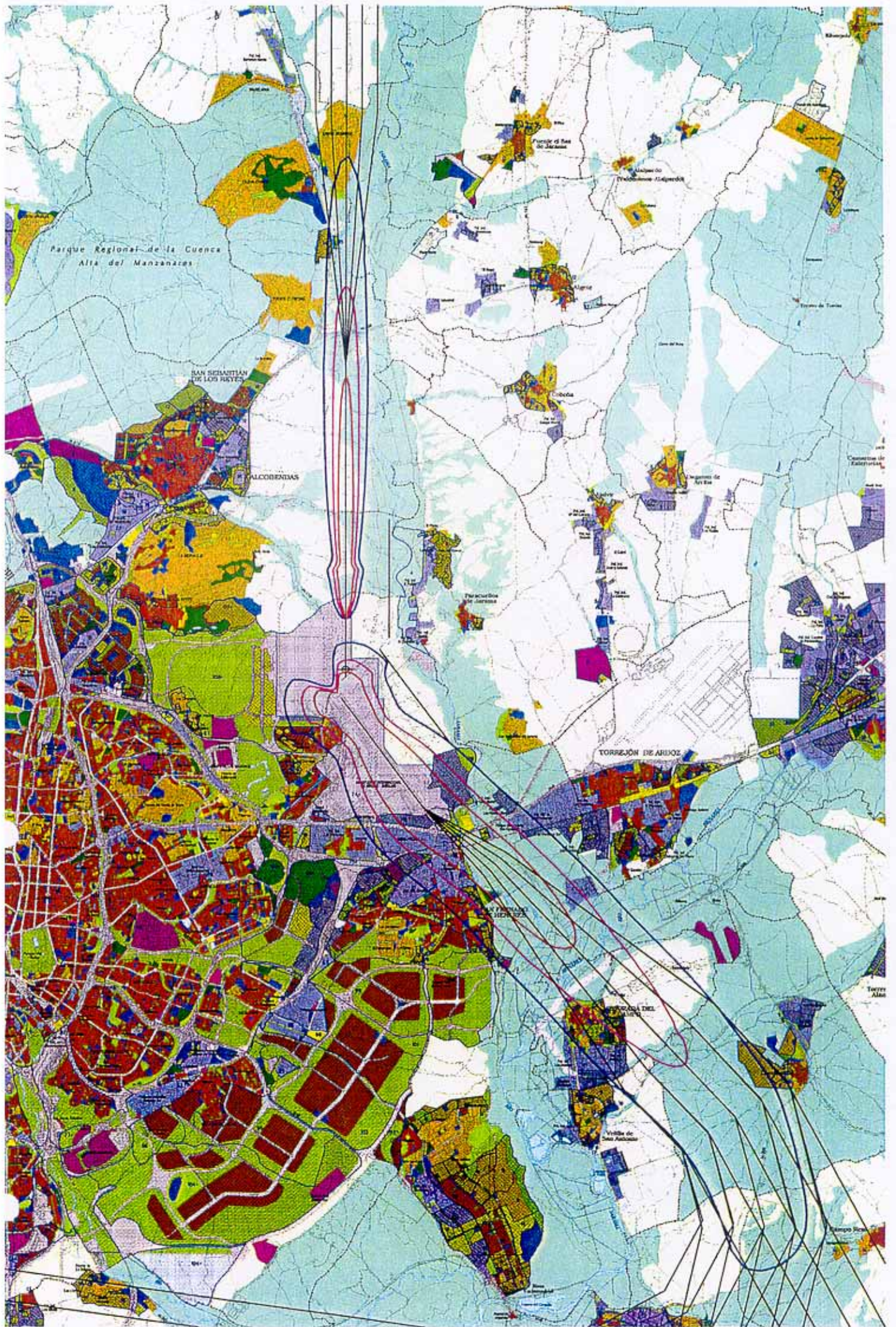


Figura 9.- Huella de ruido. Modelo actual. Conf. Sur.(Período diurno).





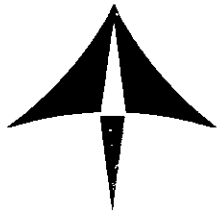
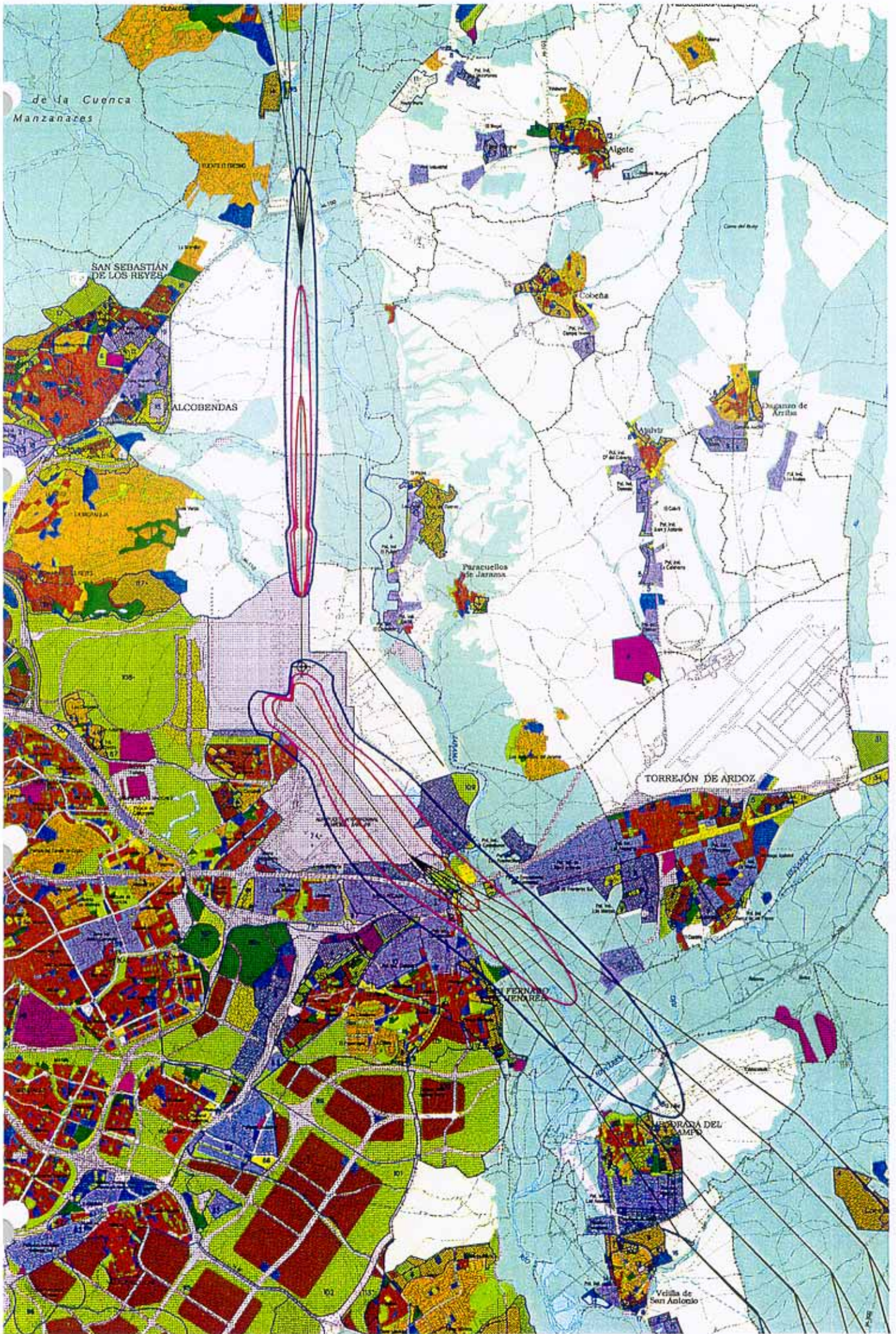


Figura 10.- Huella de ruido. Modelo actual. Conf. Sur.(Período nocturno).





de la Cuenca
Manzanares

SAN SEBASTIÁN
DE LOS REYES

ALCOBENDAS

TORREJÓN DE ARDOZ

SAN FERNANDO
VENAREZ

LA PRADA DEL
CAMPO

Vejería de
San Antonio



Figura 11.- Huella de ruido. Modelo Referencia [1]. Conf. Sur.(Período diurno).



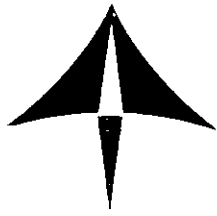


Figura 12.- Huella de ruido. Modelo Referencia [1]. Conf. Sur.(Período nocturno).



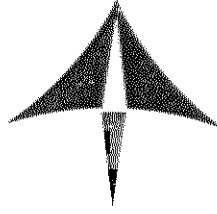


Figura 13.- Huella de ruido. Propuesta 1. Conf. Sur.(Período diurno).



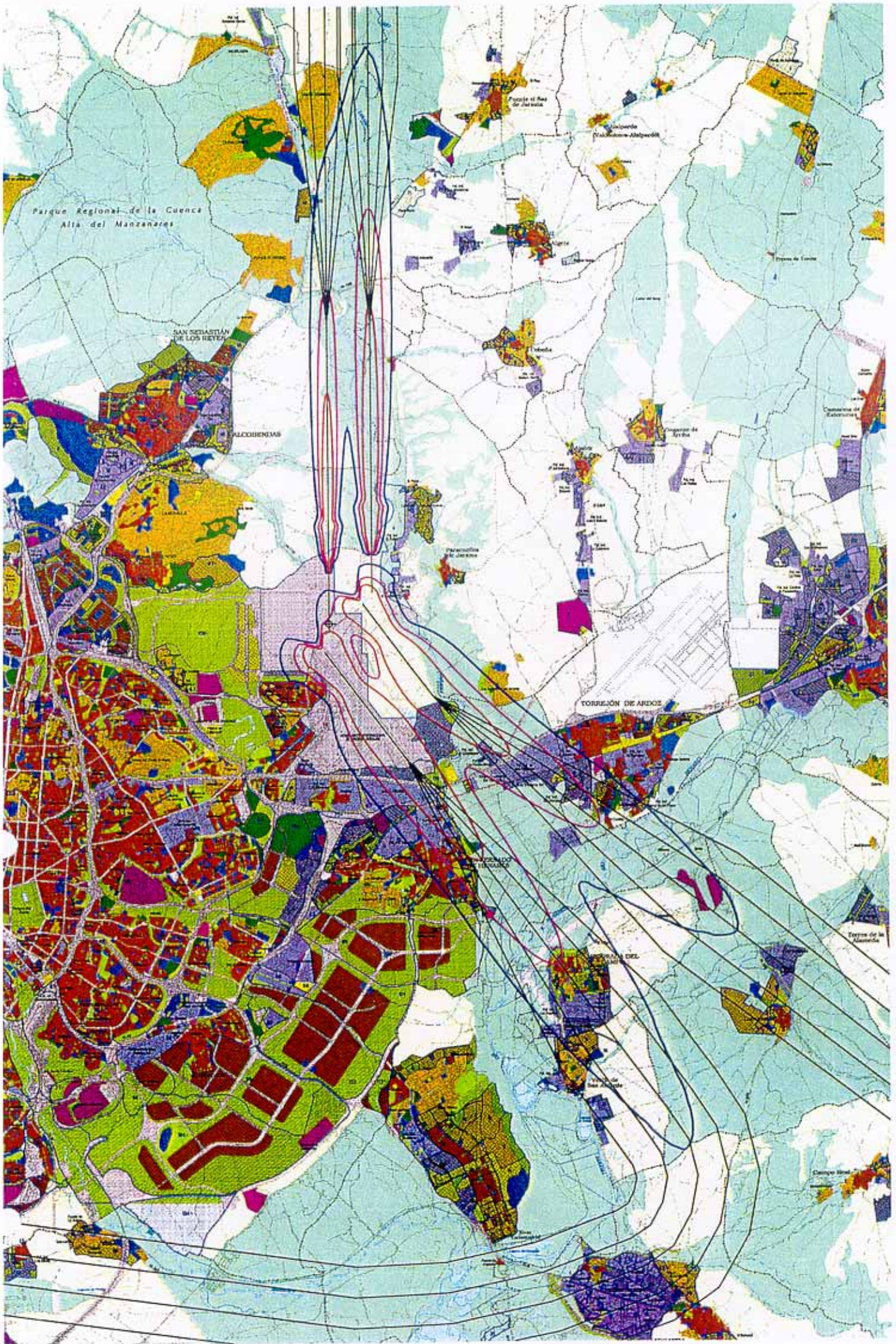
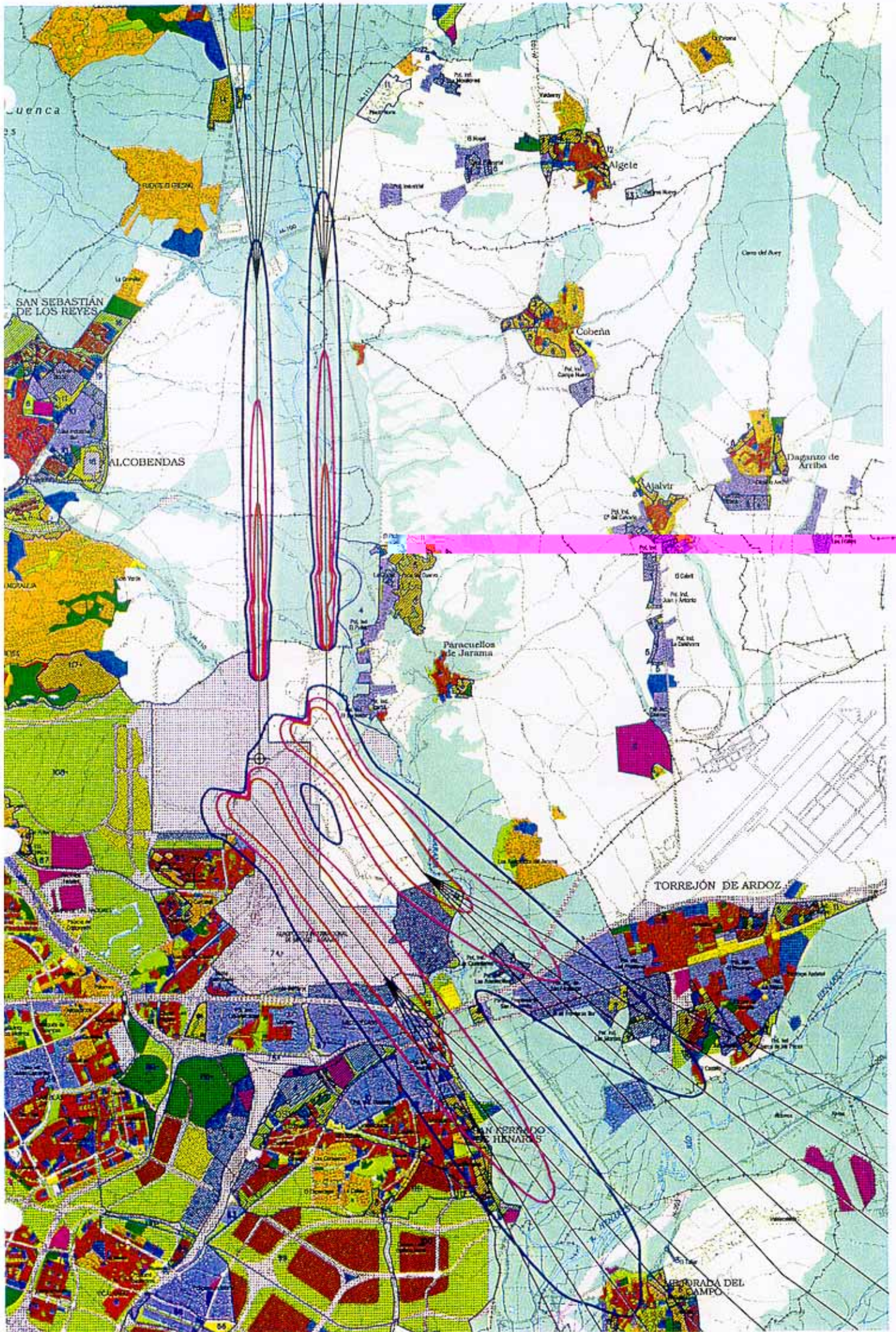




Figura 14.- Huella de ruido. Propuesta1. Conf. Sur.(Período nocturno).





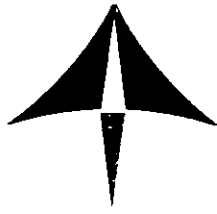


Figura 15.- Huella de ruido. Propuesta2. Conf. Sur.(Período diurno).



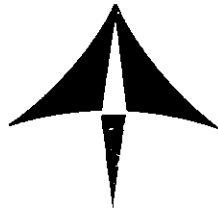
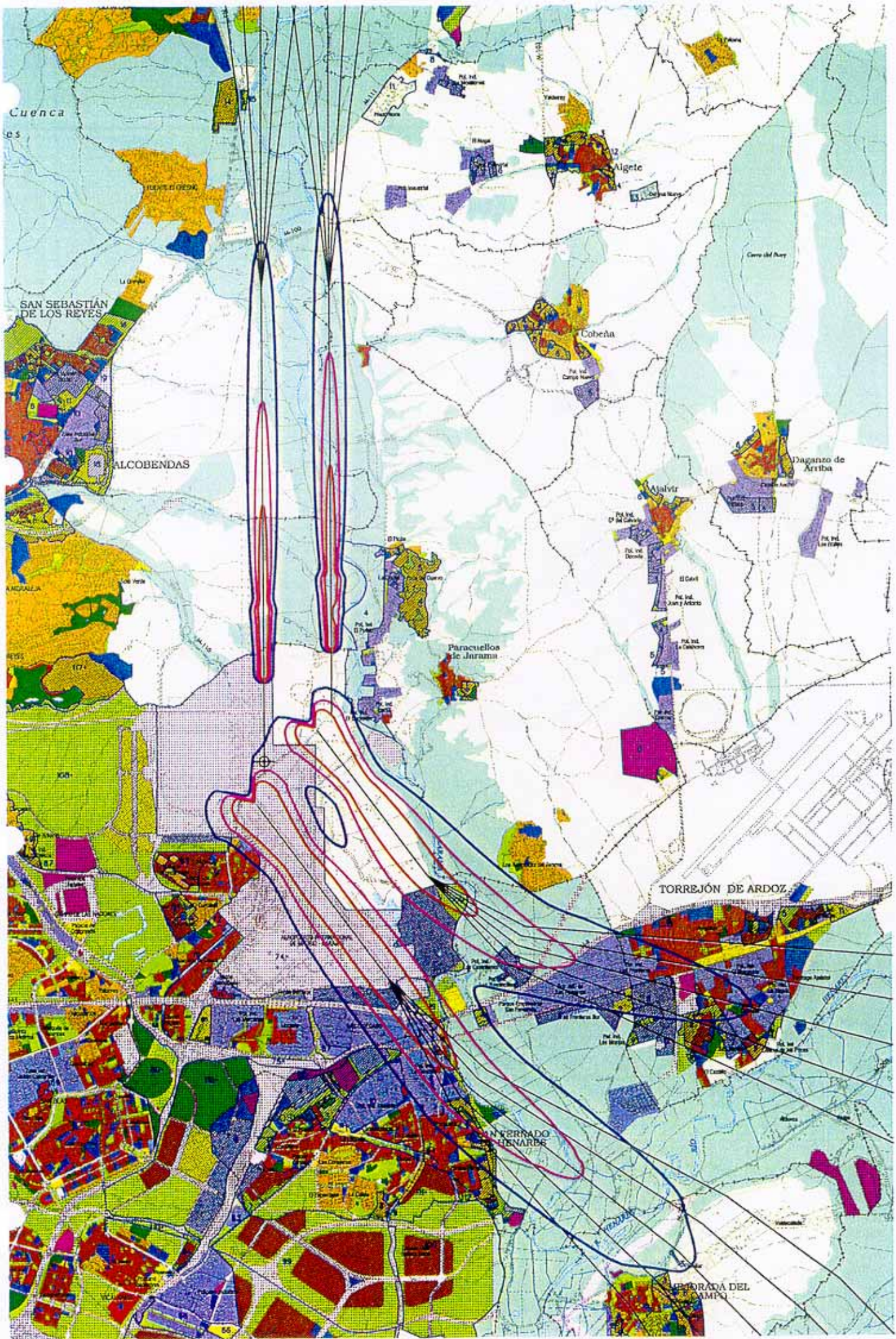


Figura 16.- Huella de ruido. Propuesta2. Conf. Sur.(Período nocturno).





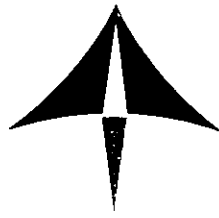


Figura 17.- Huella de ruido. Modelo 1 pendiente. Conf. Sur.(Período diurno).



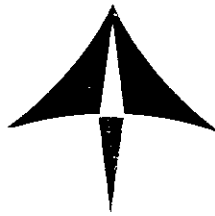


Figura 18.- Huella de ruido. Modelo 1 pendiente. Conf. Sur.(Período nocturno).



