

6.- INTRODUCCION DE LOS DATOS DEL PROBLEMA NECESARIOS EN EL PROGRAMA INFORMATICO IMMI : MODELIZACION.

El objetivo en este siguiente paso de nuestro proyecto es modelar la carretera, el carril bici-paseo, el parque y sus calles colindantes utilizando las herramientas que posee el programa informático IMMI.

Primeramente reproduciremos el terreno. En IMMI, las superficies se tratan como polígonos. Basta introducir las coordenadas (x,y,z) de sus vértices, pudiendo luego situar elementos sobre dicha superficie introduciendo su altura relativa a la base. Oramos así para situar la carretera, el carril bici, el parque infantil, el solar, la calle Alameda, la entrada/salida de la urbanización, la zona del guarda, el otro parque, y la zona de campo enfrente del parque al otro lado de la carretera.

Las fuentes de ruido que modelaremos serán los vehículos a motor. Al ser fuentes de ruido que se mueven, reciben el nombre de fuentes lineales. En IMMI, se modelan mediante líneas de carretera. Cada línea tiene una densidad de tráfico definida mediante los parámetros M (vehículos por hora) y p (tasa de vehículos pesados en %). Y un límite de velocidad.

Modelamos así la carretera, la calle Alameda y la entrada y salida de la urbanización.

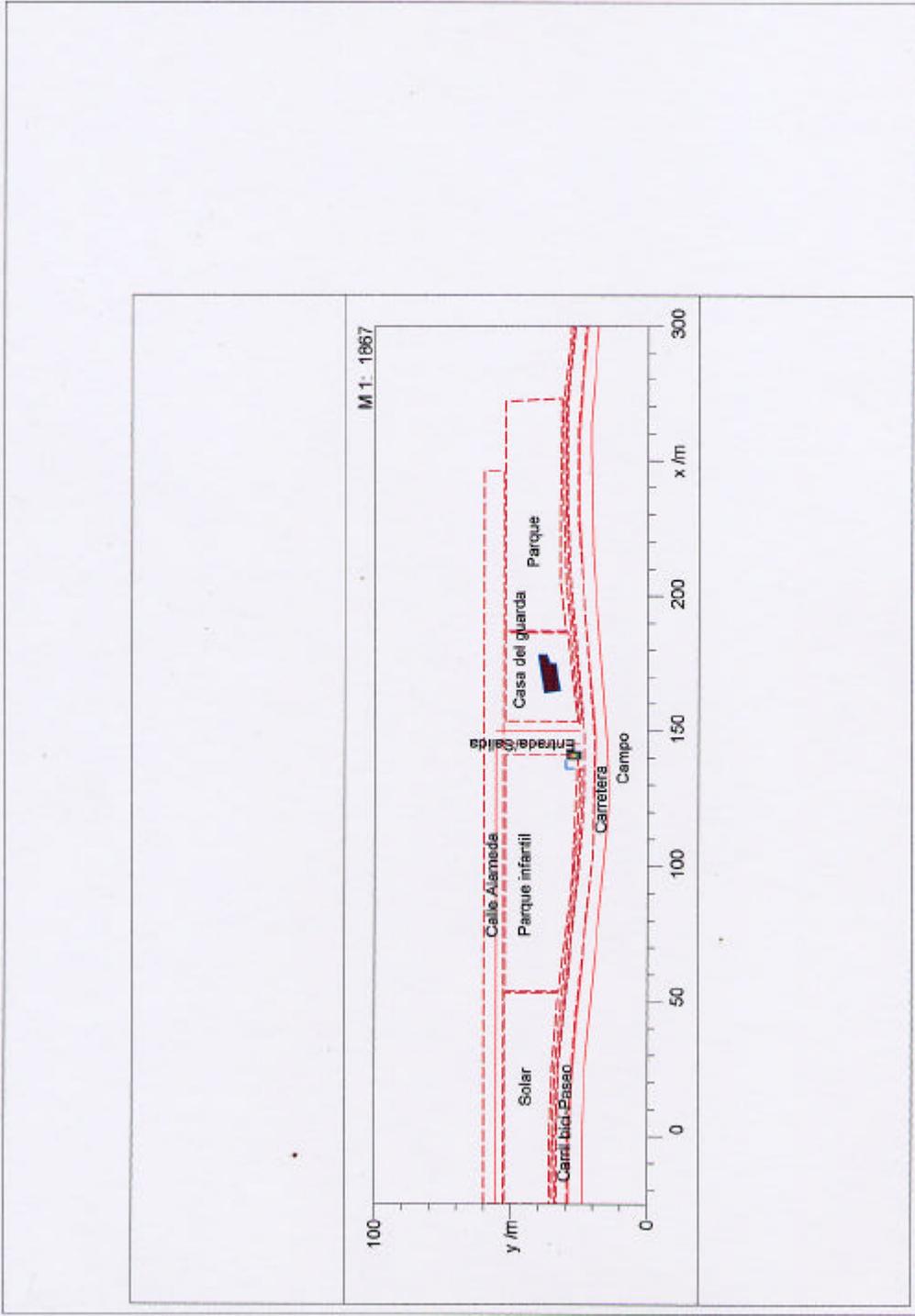
La carretera la dividimos en dos de único sentido: “carretera a Gines” y “carretera a Valencina”.

En la salida de la urbanización, los vehículos se paran para esperar poder unirse a la carretera. Esto implica muchas veces la parada y arranque consiguiente. Esta situación la hemos modelado mediante un semáforo asociado a la salida: IMMI añade así una carga extra de ruido al sufrido debido a la salida.

No hemos tenido en cuenta en el modelo el resto de calles colindantes más lejanas del parque. Por su lejanía y por su baja densidad de tráfico, así como por la baja velocidad de éste (el porcentaje de vehículos pesados es además pequeñísimo). También porque casi todo su tráfico es recogido por la entrada/salida y por la calle Alameda. Otra razón sería no querer complicar tanto el modelo.

Tampoco hemos tenido en cuenta la primera línea de chalets que se encuentra al otro lado de la calle Alameda, enfrente del parque. Su inclusión vendría obligada si produjeran reflexión, pero sus contornos están compuestos por setos que, como sabemos, no reflejan el ruido.

A continuación, mostramos la modelización gráfica de nuestro terreno realizada con IMMI:



C:\MISDOC-1\JESUS\IMMI1.IPR

IMMI 4.051

7.- MEDICION CON SONOMETRO DE LOS NIVELES DE RUIDO QUE SUFRE EL PARQUE.

El ruido producido por el desplazamiento de los vehículos en la carretera se mide en “decibelio A”. La A significa que el nivel de ruido es recogido por un micrófono que lo filtra y ajusta de la misma manera que el oído humano filtra y ajusta el sonido que recibe. Es importante anotar que esta elección está totalmente justificada para las medias y altas frecuencias.

La magnitud que medimos en decibelios es el “nivel de presión sonora”, L_p . Se calcula mediante la expresión siguiente:

$$L_p = 20 \log(p/p^0)$$

Donde p es la presión sonora en pascals, y p^0 la presión sonora de referencia (20 micropascales).

Si en vez de la presión sonora p , introducimos en esta expresión la presión sonora ponderada A, obtenemos el “nivel de presión sonora ponderado A”, L_{pA} .

Los sonidos generados por el flujo de los vehículos son fluctuantes en el tiempo: por tanto es necesario poderlos caracterizar de una manera simple para poder predecir el nivel de molestias asociado. El indicador utilizado es el “nivel de presión sonora continuo equivalente”. Corresponde a un nivel estimado constante de la presión acústica para la que la cantidad de energía emitida durante un período fijo de tiempo sería la misma que la de un ruido real y fluctuante. Se denota por L_{eq} . Existe L_{eq} para una hora, un minuto, un día, etc. Normalmente, y dado que se utiliza el filtro de ponderación A, se escribe L_{eqA} . El número entre paréntesis que sigue al L_{eqA} indica el período durante el cual el nivel de sonido equivalente ha sido medido.

Para nuestra labor de medición dispusimos de un sonómetro de la casa Larson-Davis modelo 712.

Escogimos doce puntos de medida distribuidos para obtener una completa descripción del ruido que sufren todas las zonas del parque. En el siguiente apartado mostraremos la ubicación de estos doce puntos.

Las mediciones se realizaron un domingo de febrero entre las 4 y las 8 de la tarde de un día espléndido de sol y sin apenas viento.

El sonómetro se colocó siempre a 1.5 metros sobre el suelo, como recomienda la norma ISO 1996.

El período de medición fue siempre en cada punto de 15 minutos.

Obtuvimos para cada punto de medida un valor del L_{eqA} .

Para cada punto de medida anotamos el número de vehículos que pasó por cada calle o carretera, distinguiendo entre turismos, vehículos pesados y motocicletas.

La información recogida fue la siguiente:

PUNTO 1	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Leq = 66.1 dBA			
Ctra a Valencina	0	51	0
Ctra a Gines	0	28	1
Calle Alameda	0	12	0
Entrada	0	4	1
Salida	0	15	0

PUNTO 2	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Leq = 62.7 dBA			
Ctra a Valencina	1	45	5
Ctra a Gines	0	33	3
Calle Alameda	0	21	2
Entrada	0	18	1
Salida	0	14	1

PUNTO 3	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Leq = 66 dBA			
Ctra a Valencina	1	62	2
Ctra a Gines	1	55	2
Calle Alameda	0	27	0
Entrada	0	24	1
Salida	0	17	1

PUNTO 4	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Leq = 67.4 dBA			
Ctra a Valencina	0	63	1
Ctra a Gines	0	61	4
Calle Alameda	0	20	0
Entrada	0	17	0
Salida	0	15	1

PUNTO 5	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Leq = 60.5 dBA			
Ctra a Valencina	0	30	5
Ctra a Gines	2	45	2
Calle Alameda	0	13	2
Entrada	0	5	0
Salida	1	12	1

PUNTO 6 Leq = 60.9 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	0	49	5
Ctra a Gines	0	47	3
Calle Alameda	0	13	3
Entrada	0	14	2
Salida	0	10	3

PUNTO 7 Leq = 65.9 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	0	40	4
Ctra a Gines	0	35	3
Calle Alameda	0	11	0
Entrada	0	7	0
Salida	0	17	0

PUNTO 8 Leq = 61.9 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	1	55	5
Ctra a Gines	0	47	3
Calle Alameda	0	13	1
Entrada	0	13	1
Salida	0	14	1

PUNTO 9 Leq = 64.5 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	0	50	1
Ctra a Gines	1	27	5
Calle Alameda	0	10	1
Entrada	0	11	0
Salida	0	17	1

PUNTO 10 Leq = 67 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	0	54	2
Ctra a Gines	0	35	4
Calle Alameda	0	16	0
Entrada	0	15	2
Salida	0	13	0

PUNTO 11 Leq = 60.3 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	0	74	1
Ctra a Gines	0	41	3
Calle Alameda	0	20	0
Entrada	0	18	1
Salida	0	17	1

PUNTO 12 Leq = 61.7 dBA	Vehículos pesados	Turismos	Motocicletas
Ctra a Valencina	0	57	2
Ctra a Gines	0	49	1
Calle Alameda	0	18	0
Entrada	0	19	0
Salida	0	19	0

8.- COMPARACION DE LOS NIVELES DE RUIDO MEDIDOS CON LOS NIVELES PREVISTOS POR EL PROGRAMA INFORMATICO IMMI PARA LA VALIDACION DEL MISMO.

IMMI permite el uso de un elemento llamado receptor. Se fijan sus coordenadas y podemos conocer el nivel exacto de ruido previsto que sufre el punto donde está colocado. Para simular nuestros doce puntos de medida introducimos por tanto doce receptores. IMMI los representa gráficamente por un círculo dividido en cuatro sectores, dos blancos y 2 negros. En el mapa IMMI que mostramos al final de este apartado, hemos acompañado cada receptor de una línea de texto con el número del receptor situada a la izquierda de éste (por ejemplo: receptor 6 lo denotamos como R6).

Por otro lado, IMMI sólo distingue entre vehículos pesados y vehículos ligeros. Los ciclomotores con el escape libre hemos decidido modelarlos como vehículos pesados debido a su altísimo nivel de ruido de origen mecánico.

Cada punto de medida sufrió un nivel de tráfico diferente, como recogen las tablas del apartado anterior, y correspondiente a un período de quince minutos. Para introducir estos niveles en IMMI, al ser requeridos en términos de vehículos por hora, hemos de multiplicar por cuatro su valor inicial.

Obrando así obtenemos los valores de LeqA previstos por IMMI en cada punto, y que denotaremos por LeqA(IMMI).

Los valores obtenidos mediante medición los denotaremos por LeqA(med).

Seguidamente confrontaremos ambos valores punto a punto mediante el cálculo del error relativo, E. Usaremos la expresión

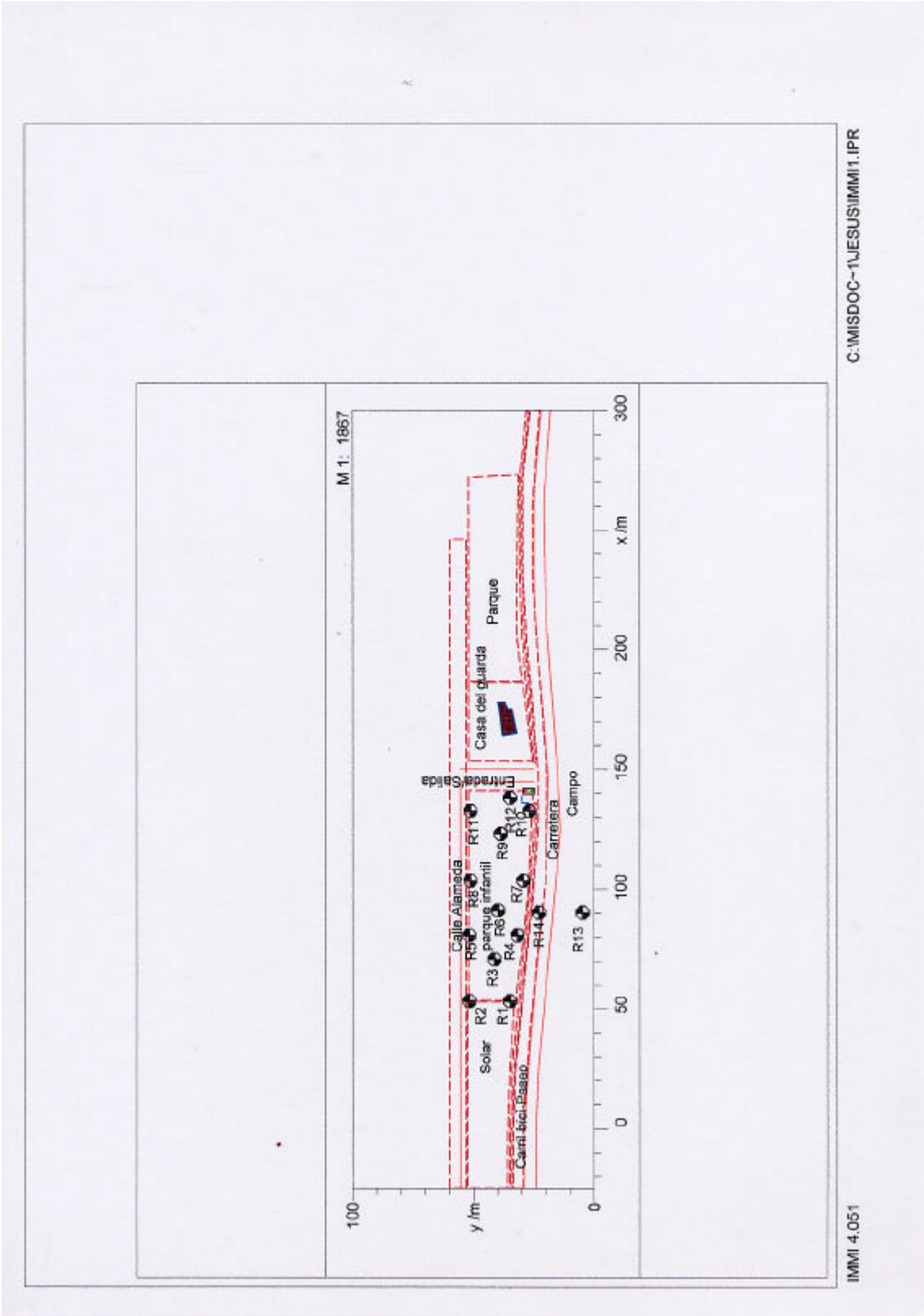
$$\frac{(\text{LeqA(IMMI)} - \text{LeqA(med)}) \times 100}{\text{LeqA(med)}}$$

Y para describir con un solo número la bondad de nuestra modelización, calcularemos el error medio Em, como media aritmética de los errores relativos en valor absoluto.

En la siguiente tabla recogemos todos estos resultados:

	LeqA(med)	LeqA(IMMI)	E(%)
Punto 1	66.1	63.43	-4.04
Punto 2	62.7	64.03	2.12
Punto 3	66	63.84	-3.27
Punto 4	67.4	66.86	-0.8
Punto 5	60.5	63.88	5.59
Punto 6	60.9	64.38	5.71
Punto 7	65.9	66.3	0.61
Punto 8	61.9	62.76	1.39
Punto 9	64.5	63.35	-1.78
Punto 10	67	67.26	0.39
Punto 11	60.3	61	1.16
Punto 12	61.7	62.46	1.23

Resultando un valor $E_m = 2.34 \%$



C:\MISDOC-1\JESUS\IMMI1.IPR

IMMI 4.051