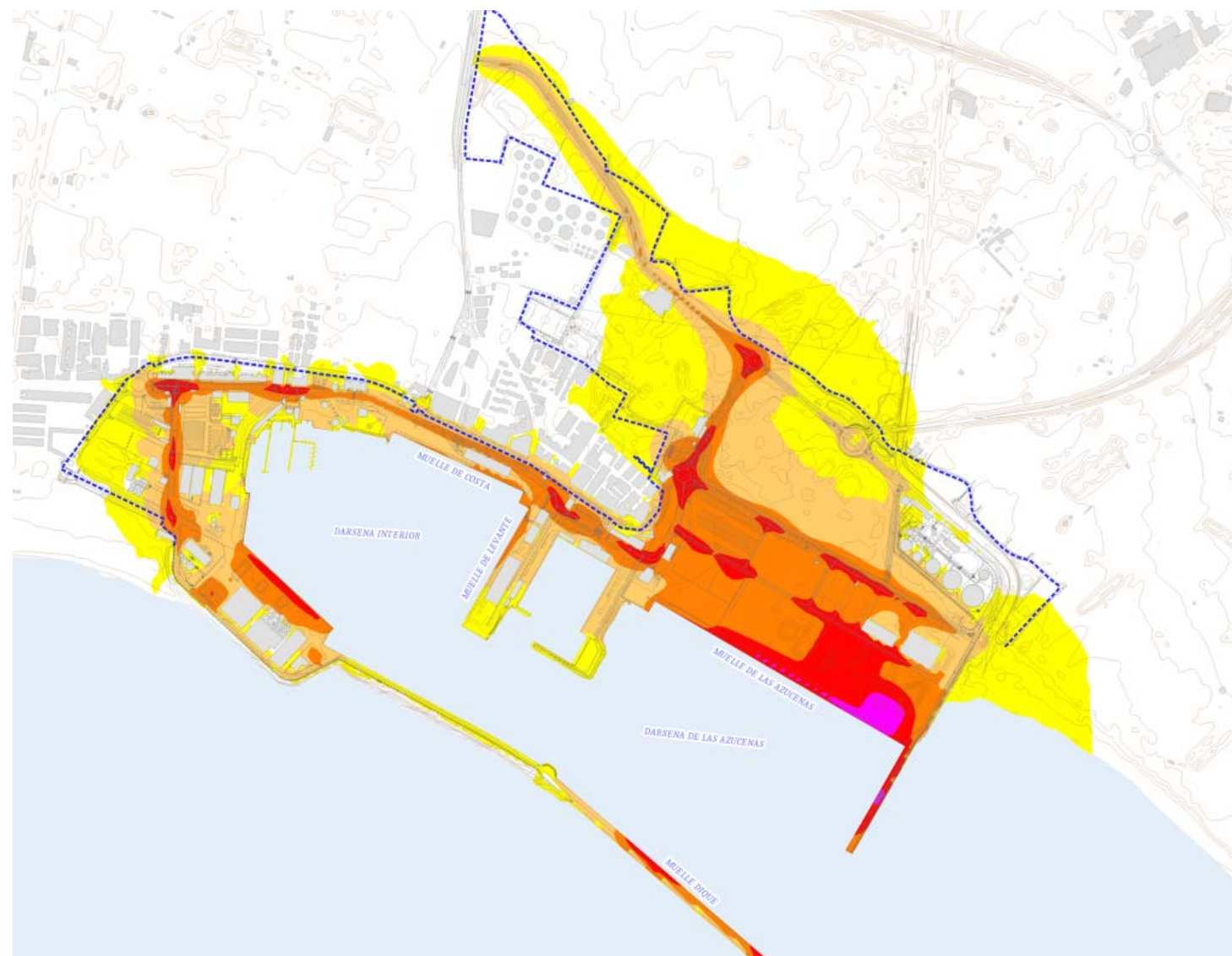


MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019.



FECHA ENTREGA: NOVIEMBRE 2019

EMPRESA CONSULTORA:



S2 SINCOSUR

SEDE CENTRAL

Avda. San Francisco Javier, 9
Edificio Sevilla 2
planta 5ª, módulo 27
41018 - SEVILLA
Tfno. 954510031 Fax: 954250684

DELEGACIÓN ESTE

Parque Científico Tecnológico de Almería
(PITA) - Avda. de la Innovación, 15, Mód. 86
04131 - ALMERÍA
Tfno. 950530327

DELEGACIÓN NORTE

Centro Tecnológico TIC XXI
C/Bari, 57 (Pla-2a)
Planta 1ª Despacho 2
50197 - ZARAGOZA
Tfno. 652170975

e-mail: general@sincosur.es www.sincosur.es

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN	4	5.4.3.- ASIGNACIÓN DEL USO Y POBLACIÓN DE LOS EDIFICIOS	15
2.- MARCO NORMATIVO	4	5.5.- TRATAMIENTO DE LOS VIARIOS	15
3.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5	5.5.1.- EJE 3D	15
3.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA	5	5.5.2.- DEFINICIÓN DEL VIARIO	15
3.2.- RÉGIMEN DE VIENTOS	5	5.5.3.- INCORPORACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO Y GEOMETRÍA A LAS VÍAS	15
3.3.- UTILIZACIÓN DE LOS ESPACIOS PORTUARIOS	5	6.- CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO	16
3.4.- ZONIFICACIÓN ACÚSTICA DE MOTRIL	7	6.1.- FUENTES INDUSTRIALES	16
4.- IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO	8	6.1.1.- UTILIZACIÓN DE LOS MUELLES	16
4.1.- FUENTES INDUSTRIALES	8	6.1.1.1.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE BUQUES POR MUELLE, POR ESTANCIA MEDIA, Y TIEMPO DE OPERACIÓN 16	
4.1.1.- MUELLE DE COSTA	8	6.1.2.- MEDIDAS ACÚSTICAS	18
4.1.2.- MUELLE DE LEVANTE	8	6.1.3.- BASE DE DATOS FUENTES INDUSTRIALES	18
4.1.3.- MUELLE DE GRANELES	9	6.1.4.- TIEMPO DE OPERACIÓN	19
4.1.4.- MUELLE DE PONIENTE	9	6.2.- FUENTES VARIAS	19
4.1.5.- MUELLE DE AZUCENAS	9	7.- CONSTRUCCIÓN DEL MODELO ACÚSTICO	21
4.1.6.- MUELLE DIQUE	9	7.1.- SOFTWARE DE SIMULACIÓN ACÚSTICA	21
4.1.7.- MUELLE CONTRADIQUE	10	7.2.- MODELOS DE SIMULACIÓN	21
4.1.8.- MUELLE PESQUERO	10	7.2.1.- MODELO DE TRÁFICO VIARIO	21
4.1.9.- ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS (ZAL)	10	7.2.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	21
4.2.- TRÁFICO VIARIO	10	7.2.1.1.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS	21
4.2.1.- ZONAS DE APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS	11	7.2.1.1.2.- NÚMERO Y SITUACIÓN DE FUENTES SONORAS EQUIVALENTES	22
5.- TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	11	7.2.1.1.3.- EMISIÓN DE LA POTENCIA ACÚSTICA	22
5.1.- CARTOGRAFÍA BASE	11	7.2.1.2.- CONDICIONES DE REFERENCIA	23
5.2.- MODELO 3D	13	7.2.1.3.- RUIDO RODANTE	23
5.3.- TRATAMIENTO DE LAS CURVAS DE NIVEL	13	7.2.1.4.- RUIDO DE PROPULSIÓN	24
5.4.- TRATAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES	13	7.2.1.5.- EFECTO DE LA ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS	24
5.4.1.- DELIMITACIÓN DE LOS RECINTOS DE EDIFICACIONES	13	7.2.1.6.- EFECTO DEL TIPO DE ASFALTO	25
5.4.2.- TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE ALTURAS DE LAS EDIFICACIONES	14	7.2.2.- MODELO DE RUIDO INDUSTRIAL	25
		7.2.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	25

7.2.2.1.1.-	CLASIFICACIÓN DE LOS TIPO DE FUENTE (PUNTO, LÍNEA Y ÁREA)	25	10.2.5.-	EDIFICIOS SANITARIOS.....	40
7.2.2.1.2.-	NÚMERO Y SITUACIÓN DE FUENTES SONORAS EQUIVALENTES	25	10.2.6.-	EDIFICIOS DOCENTES	40
7.2.2.1.3.-	EMISIÓN DE LA POTENCIA ACÚSTICA	26	10.2.7.-	SUPERFICIE AFECTADA.....	40
7.2.2.1.4.-	DIRECTIVIDAD DE LA FUENTE.....	27	11.-	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	41
7.3.-	CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	27	12.-	EQUIPO REDACTOR.....	41
7.3.1.1.-	INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	27	13.-	CONCLUSIONES	41
7.3.1.2.-	INCORPORACIÓN DE LA VÍAS DE TRÁFICO	27	14.-	ANEXO N° 1: MAPAS.....	42
7.3.1.3.-	INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS	28	14.1.-	MAPAS DESCRIPTIVOS.....	43
7.3.1.4.-	INCORPORACIÓN DE LAS ÁREAS DE ABSORCIÓN.....	29	14.2.-	MAPAS DE NIVELES	47
8.-	CONFIGURACIÓN DEL CÁLCULO	29	14.3.-	MAPAS DE CONFLICTO	52
8.1.-	MODELOS DE CÁLCULO.....	29	14.4.-	MAPAS DE AFECCIÓN.....	56
8.2.-	PROPAGACIÓN DEL SONIDO Y BÚSQUEDA DE FUENTES	29			
8.3.-	ORDEN DE REFLEXIÓN	30			
8.4.-	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.....	30			
8.5.-	CONDICIONES DE PROPAGACIÓN DE RUIDO FAVORABLE	30			
8.6.-	MALLA DE CÁLCULO	31			
9.-	SIMULACIÓN DEL MODELO	31			
10.-	RESULTADOS MODELIZACIÓN.....	32			
10.1.-	MAPAS	32			
10.1.1.-	MAPAS DE NIVELES	32			
10.1.2.-	MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN.....	33			
10.1.3.-	MAPA DE ZONAS DE CONFLICTO.....	34			
10.2.-	AFECCIÓN	34			
10.2.1.-	LÍMITES DE REFERENCIA NIVELES	34			
10.2.2.-	METODOLOGÍA PARA ELABORAR LA POBLACIÓN AFECTADA	35			
10.2.2.1.-	MÉTODO END.....	36			
10.2.2.2.-	MÉTODO VBEB	37			
10.2.3.-	COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN.....	37			
10.2.4.-	POBLACIÓN Y VIVIENDAS AFECTADAS.....	39			

1.- INTRODUCCIÓN

En base a petición formulada por la empresa Tecnoambiente se redacta el presente Mapa de Ruido del Puerto de Motril.

2.- MARCO NORMATIVO

El contexto normativo donde se desarrolla el presente servicio se encuadra dentro de la legislación en materia de ruido:

- La Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, establece en su artículo 8 que los Estados Miembros deben elaborar planes de acción encaminados a afrontar, en su territorio, las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida la reducción del ruido si fuese necesaria con respecto a los lugares próximos a los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios, grandes aeropuertos y respecto a las aglomeraciones.
- La Directiva 2015/996 /CE de 19 de mayo de 2015 por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Ambas Directivas se trasponen a la legislación estatal a través de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y de sus desarrollos reglamentarios:
 - Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
 - Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
 - Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.

- En cuanto a la normativa aplicable en materia de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma de Andalucía:

- La Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental constituye el actual marco legal de referencia para el desarrollo de la calidad ambiental en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En materia de contaminación acústica, esta Ley establece una regulación que, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, incluye una nueva definición de áreas de sensibilidad acústica, establece el fundamento legal para la elaboración de mapas de ruido y planes de acción, incorpora la posibilidad de declarar servidumbres acústicas y establece el régimen aplicable en aquellas áreas de sensibilidad acústica en las que no se cumplan los objetivos de calidad exigidos.
- Finalmente, el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía desarrolla los preceptos establecidos por la Ley 7/2007, de 9 de julio, e incorpora, asimismo, las novedades introducidas por el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre y por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de carácter básico.

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, establece en su art. 12.2 que las infraestructuras portuarias quedan clasificadas como emisor acústico a efectos de la citada Ley. A diferencia de los grandes ejes viarios, de los grandes ejes ferroviarios, de los grandes aeropuertos y de las aglomeraciones (municipios con más de 100.000 habitantes y con una densidad de población tal que se considera como una zona urbanizada), esta Ley no establece un calendario para que las infraestructuras portuarias elaboren y aprueben su mapa de ruido y planes de acción.

Sin embargo, la Disposición Adicional Tercera del R.D. 1357/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, en su apartado 4 establece que: "Los objetivos ambientales de los planes de acción a los que se refiere el apartado anterior aplicables a las infraestructuras estatales preexistentes, se alcanzarán antes del 31 de diciembre de 2020 (...)". Esto implica que cualquier infraestructura adscrita al conjunto de infraestructuras de transporte estatal, ello incluye a los puertos de competencia estatal, **deberá abordar el**

mapa de ruido y el plan de acción con suficiente antelación para alcanzar los objetivos ambientales a los que se hace referencia dentro del plazo establecido.

Esto se encuentra acorde al espíritu de lo que promulga el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética, donde se especifica que este tipo de estudios deberán ser abordados tan pronto como se pueda sospechar la existencia de algún tipo de incidencia sobre el entorno de la infraestructura.

Por otro lado, el artículo 11: “*Colaboración en la elaboración de mapas estratégicos de ruido y planes de acción*” del Real Decreto 1513/2005 que establece:

1. Cuando en la elaboración de los mapas estratégicos de ruido para aglomeraciones, grandes ejes viarios, ferroviarios y aeropuertos, concurren distintas administraciones públicas, por incidir emisores acústicos diversos en el mismo espacio, las autoridades responsables colaborarán en la elaboración de los respectivos mapas, con el fin de garantizar su homogeneidad y coherencia.

2. Igualmente, en supuestos de concurrencia competencial como los descritos en el apartado 1, por razones de eficacia y eficiencia en la actuación pública, las administraciones públicas concurrentes colaborarán en la elaboración de sus correspondientes planes de acción para evitar duplicidades innecesarias. Asimismo, promoverán la celebración de convenios y acuerdos voluntarios de colaboración para el desarrollo de estos planes, cuando las circunstancias así lo aconsejen, de acuerdo con lo establecido en artículo 4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

3.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El Puerto de Motril se encuentra al Sur de la Península Ibérica. Su posición geográfica es Longitud 3° 31' 30" Oeste y Latitud 36° 43' 06" Norte.

Está situado en el centro del Mar de Alborán lo que le ofrece una conexión privilegiada con los puertos del Norte de África Occidental.

3.2.- RÉGIMEN DE VIENTOS

El régimen de vientos reinante es dirección W (18%) y dirección E (17%), el dominante es dirección E

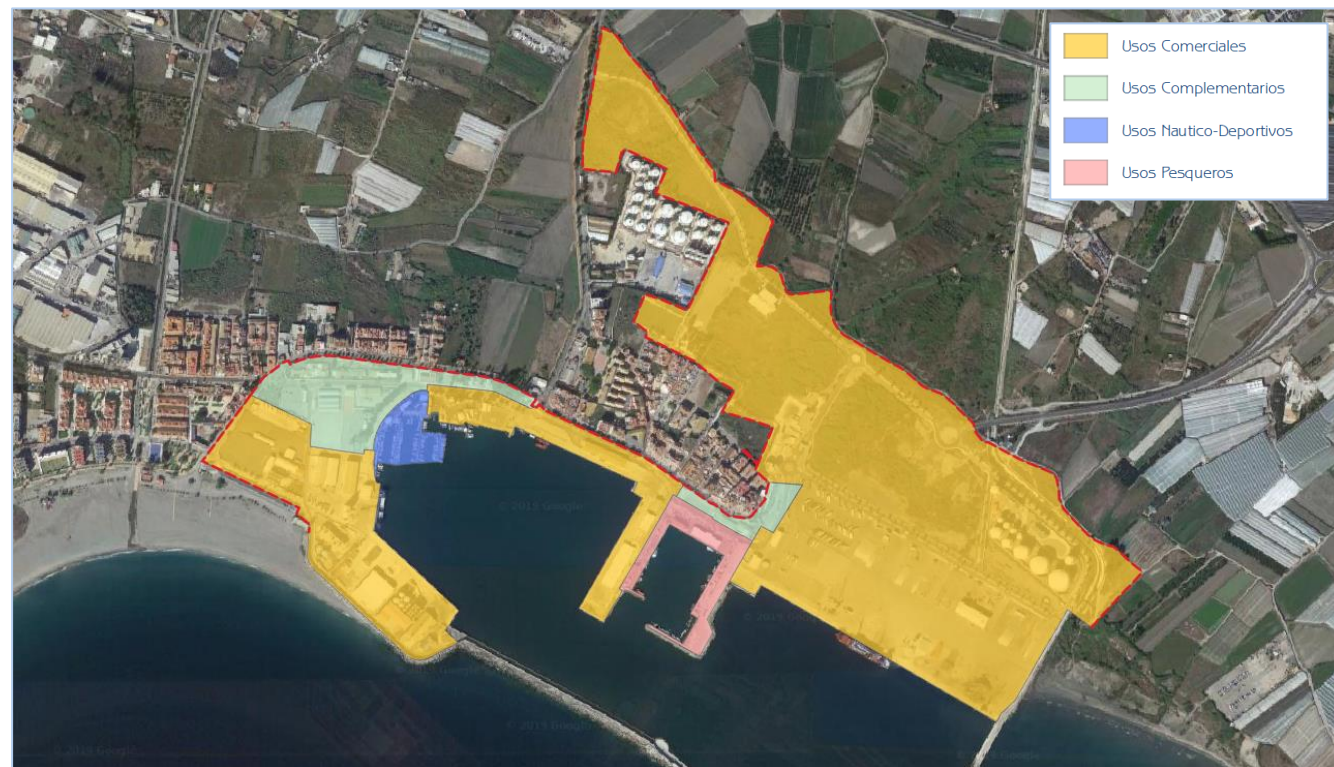
3.3.- UTILIZACIÓN DE LOS ESPACIOS PORTUARIOS

A efectos del Plan de usos portuarios se consideran los usos básicos siguientes:

- Comercial
- Pesquero
- Náutico – deportivo
- Complementario

USOS	SUPERFICIE (m ²)	USO ESPECÍFICO
COMERCIAL	748.612	Actividades logísticas, graneles, mercancía general, tráfico mixto, graneles líquidos y náutico – deportivo
PESQUERO	26.474	Pesquero
NÁUTICO – DEPORTIVO	17.906	Náutico – deportivo
COMPLEMENTARIO	71.531	Servicios generales , terciario y mercancía general

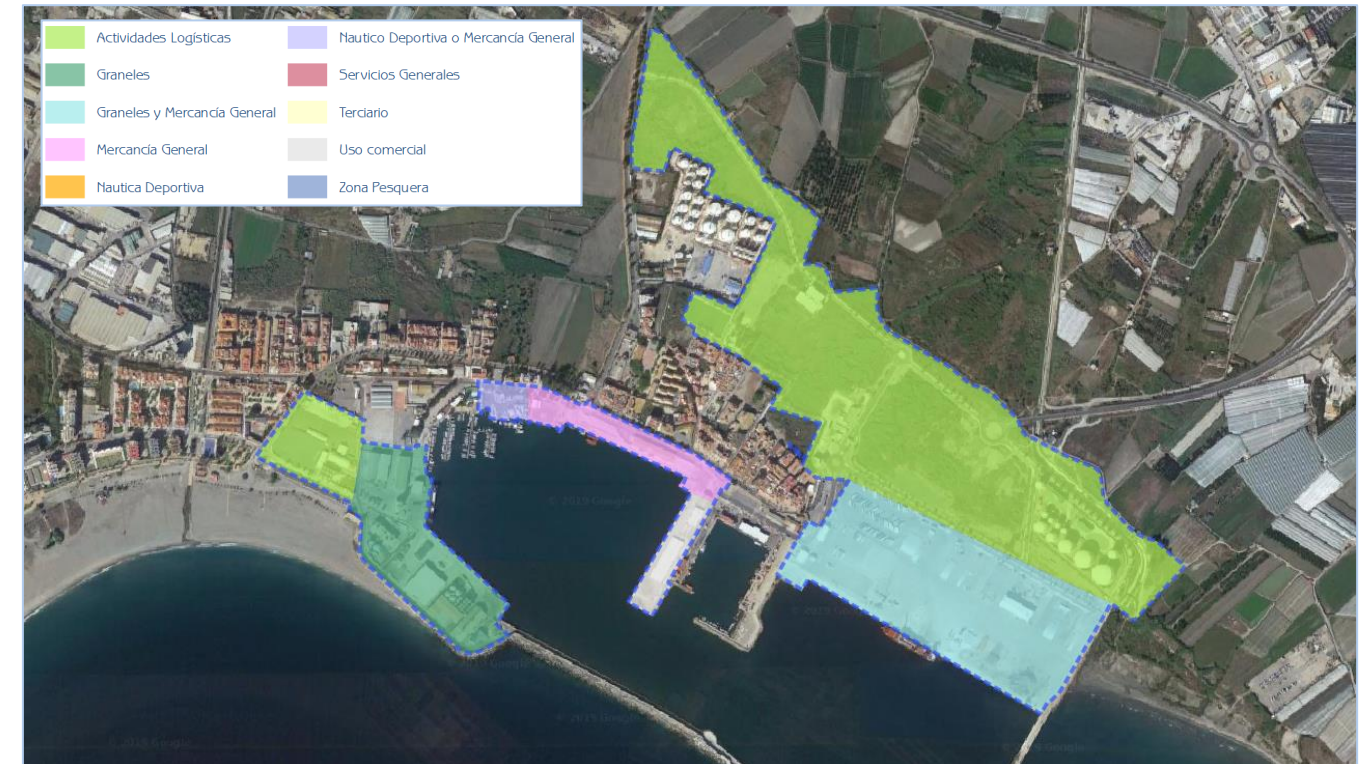
Gráficamente la distribución de los espacios portuarios es:



Uso Comercial

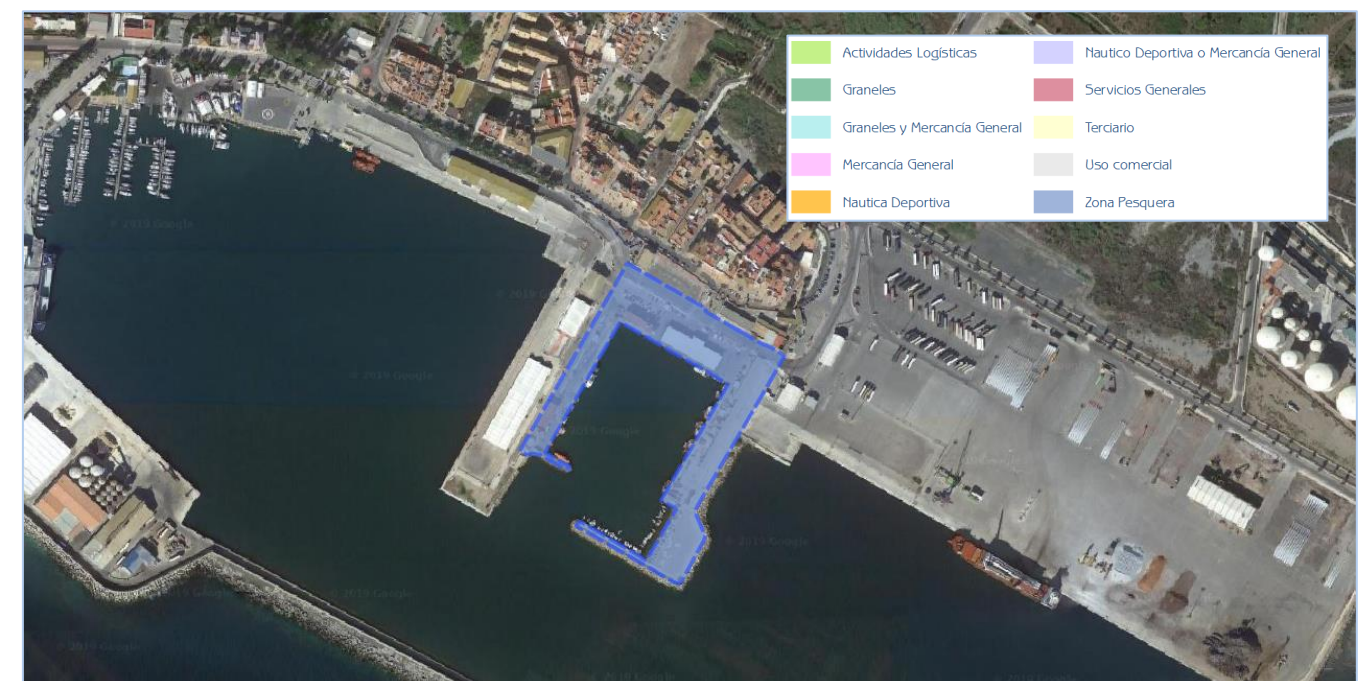
Admite la realización de la generalidad de actividades comerciales portuarias, tales como operaciones de estiba, desestiba, carga, descarga, transbordo y almacenamiento de mercancías de cualquier tipo, en volumen o forma de presentación que justifique la utilización de medios mecánicos o instalaciones especializadas, el tráfico de pasajeros, el avituallamiento y reparación de buques, así como la utilización de instalaciones y las operaciones y servicios necesarios para el desarrollo de dichas actividades.

Asimismo se podrán realizar las actividades que correspondan a empresas industriales o comerciales cuya localización en el Puerto está justificada por su relación con el tráfico portuario, por el volumen del os tráfico marítimos que generan o puedan generar y por los servicios que prestan a los usuarios del puerto, así como actividades logísticas que aporten valor añadido a la mercancía.



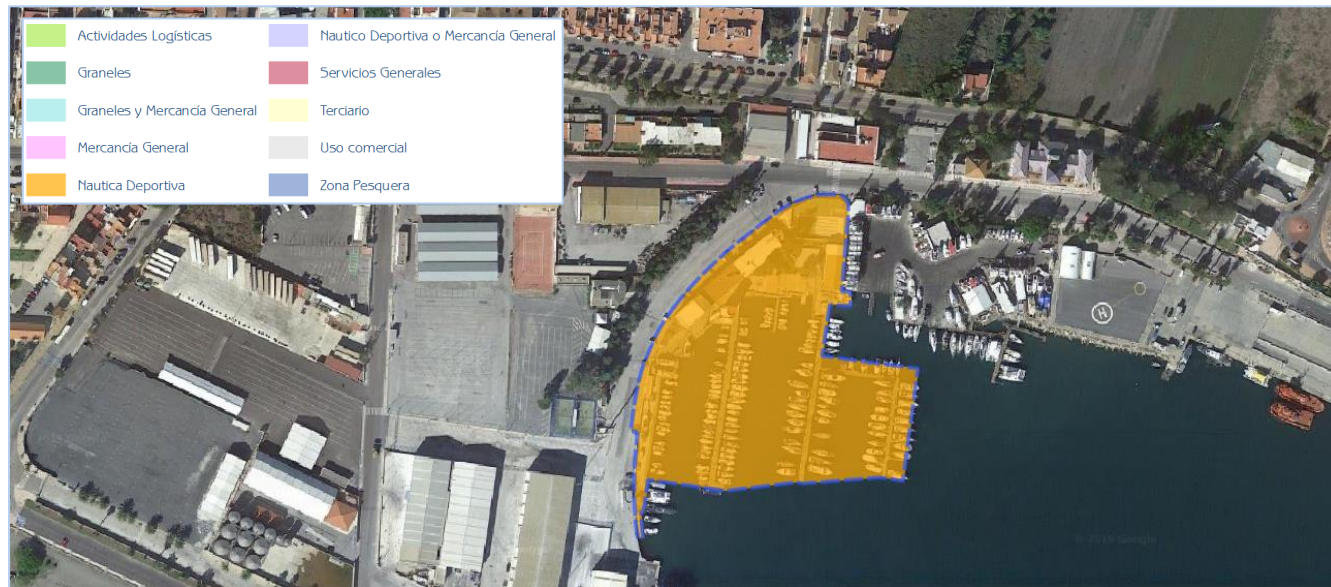
Uso Pesquero

Contempla todas aquellas actividades relacionadas con el sector pesquero, como las operaciones de descarga y manipulación de pesca fresca, lonja, avituallamiento, reparación y mantenimiento de buques, servicios auxiliares, etc.



Uso Náutico – Deportivo

Incluye el correspondiente al servicio de embarcaciones deportivas o de recreo y equipamientos culturales o recreativos relacionados con dicha actividad.



Uso Complementario

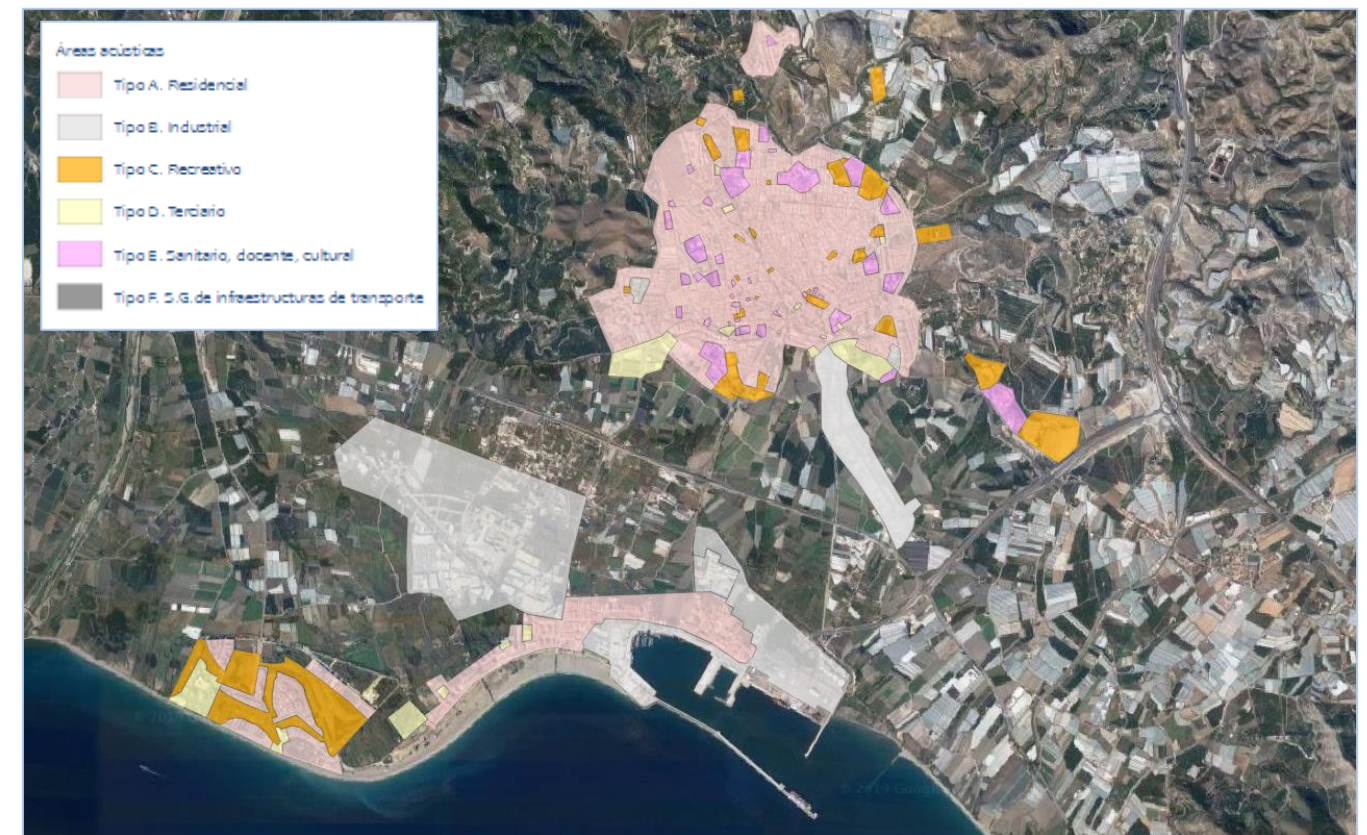
Se refiere a otras actividades con carácter complementario de la actividad esencial, así como a equipamientos diversos, siempre que no perjudique globalmente el desarrollo de las operaciones de tráfico portuario.



3.4.- ZONIFICACIÓN ACÚSTICA DE MOTRIL

La ciudad de Motril no cuenta con Zonificación Acústica dentro del PGOU, para poder conocer las áreas acústicas se ha hecho uso de los usos del suelo del PGOU, a estos usos se les ha asignado el área acústica correspondiente atendiendo a lo establecido en la Ley 37/2003 del Ruido y sus desarrollos reglamentarios.

A continuación se muestra una imagen de la zonificación acústica de Motril, en el anexo nº 1 se encuentra recogido el plano de la zonificación acústica, dentro de los mapas descriptivos.



Si analizamos dicha zonificación observamos que el Puerto de Motril tiene asignado una tipología B correspondiente al uso industrial y colinda con áreas de tipología A correspondientes al uso residencial.

Los objetivos de calidad acústica asignados a cada área acústica vienen definidos tanto en la legislación estatal, Tabla A del Anexo II del R. D. 1367/2007 (modificada por el RD 1038/2012), como en la legislación autonómica, Tabla I del artículo 9 del Decreto 6/2012, estos son:

«ANEXO II
Objetivos de calidad acústica

Tabla A. *Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes*

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

4.- IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO

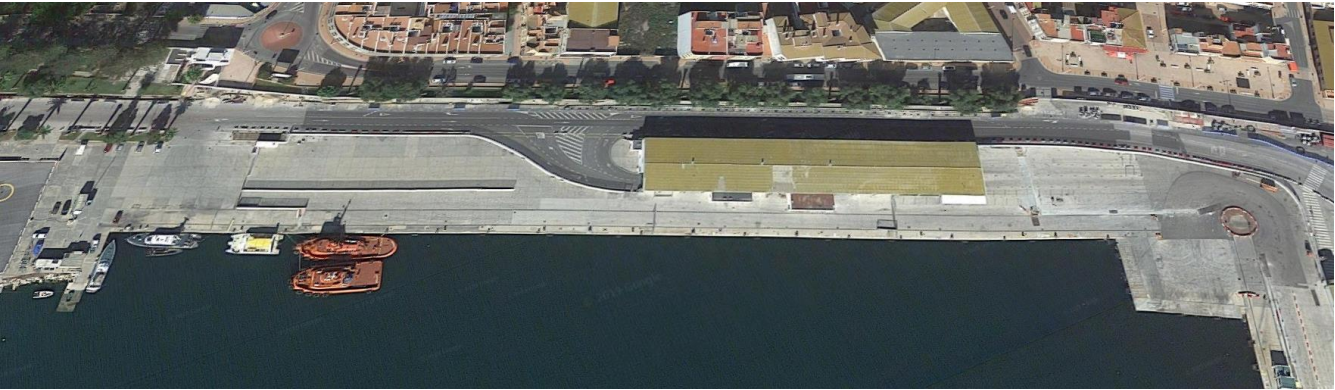
En el presente apartado se van a identificar las fuentes acústicas presentes en el Puerto de Motril, atendiendo a la clasificación basada en la Good Practice Guide on Port Area Noise Mapping and Management (NoMEPorts), se agrupa en dos tipos de emisores:

- Fuentes Industriales
- Fuentes Viarias

4.1.- FUENTES INDUSTRIALES

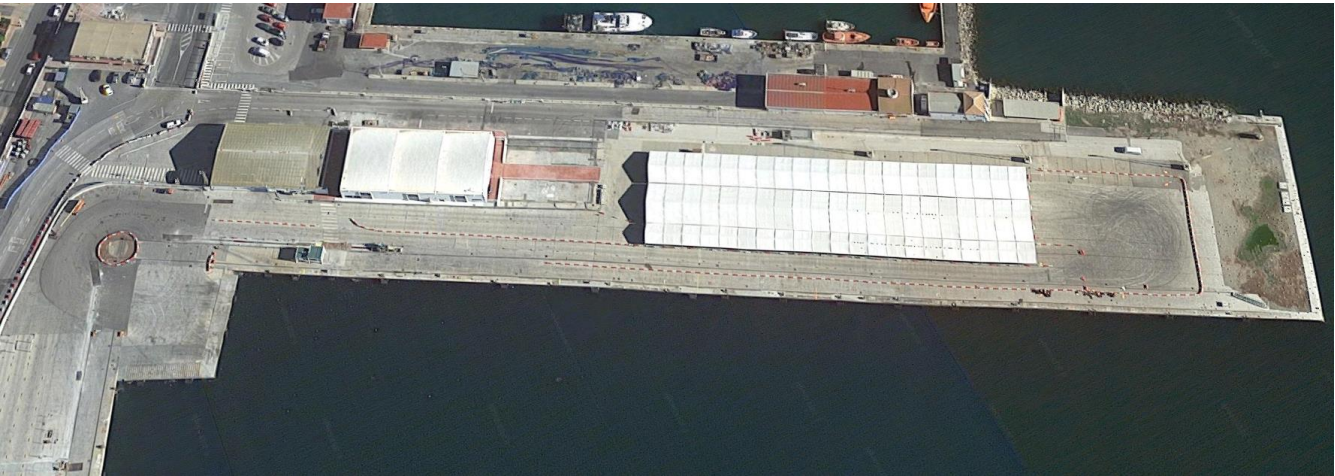
Se presenta a continuación una descripción de las instalaciones para tráficos específicos en donde se mencionan las principales fuentes a considerar:

4.1.1.- MUELLE DE COSTA



Longitud	299 m
Calado	8m
Ancho	40m
Empleo	Línea regular Ro-Pax
Áreas de depósito descubiertas	18.612 m²

4.1.2.- MUELLE DE LEVANTE



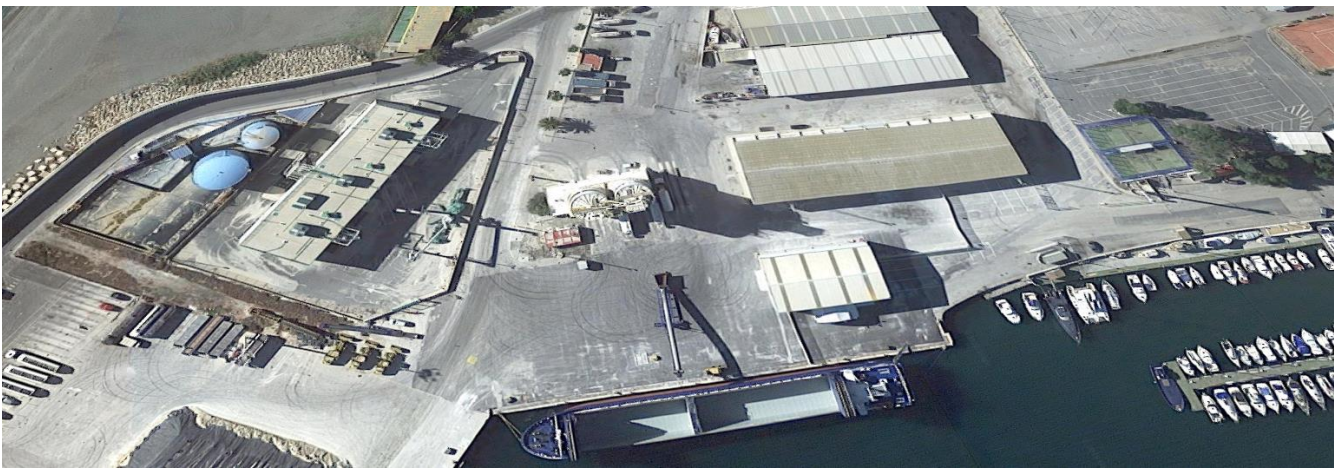
Longitud	284 m
Calado	8 m
Ancho	45 m
Empleo	Línea regular Ro-Pax
Áreas de depósito descubiertas	10.990 m²
Estación marítima	489 m², pasajeros líneas Motril – Melilla, Alhucemas y Nador

4.1.3.- MUELLE DE GRANELES



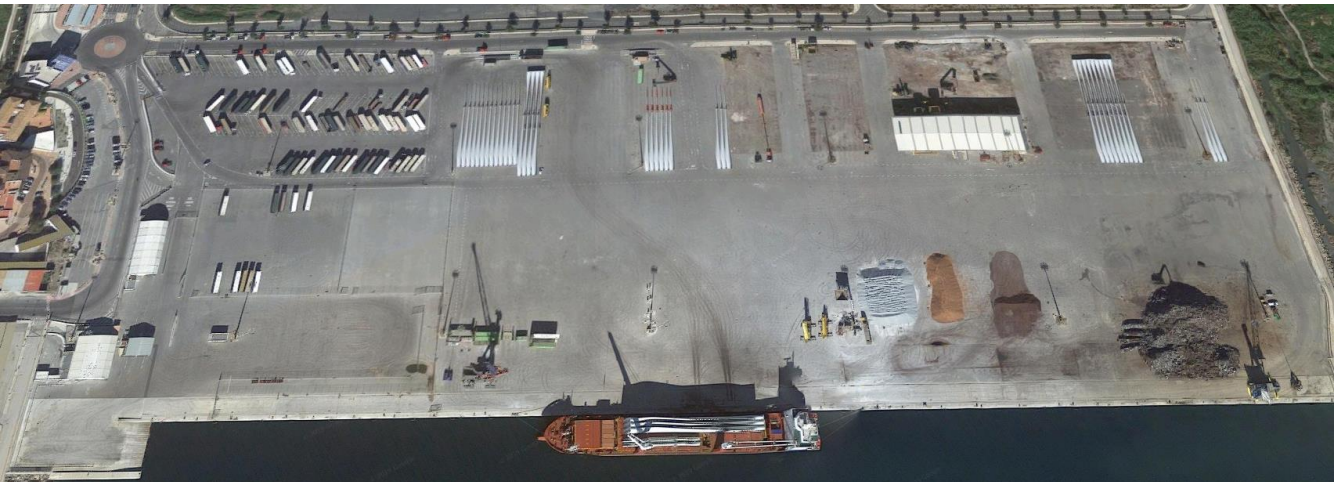
Longitud	260m
Calado	10m
Ancho	Variable
Empleo	Graneles sólidos, líquidos y mercancía general
Áreas de depósito descubiertas	27.249 m ²
Medios mecánicos de tierra	1 grúa, 1 spreader contenedor, 2 portacontenedores carretilla, 2 carretillas, 1 cinta transportadora, 1 pala cargadora, 1 tolva

4.1.4.- MUELLE DE PONIENTE



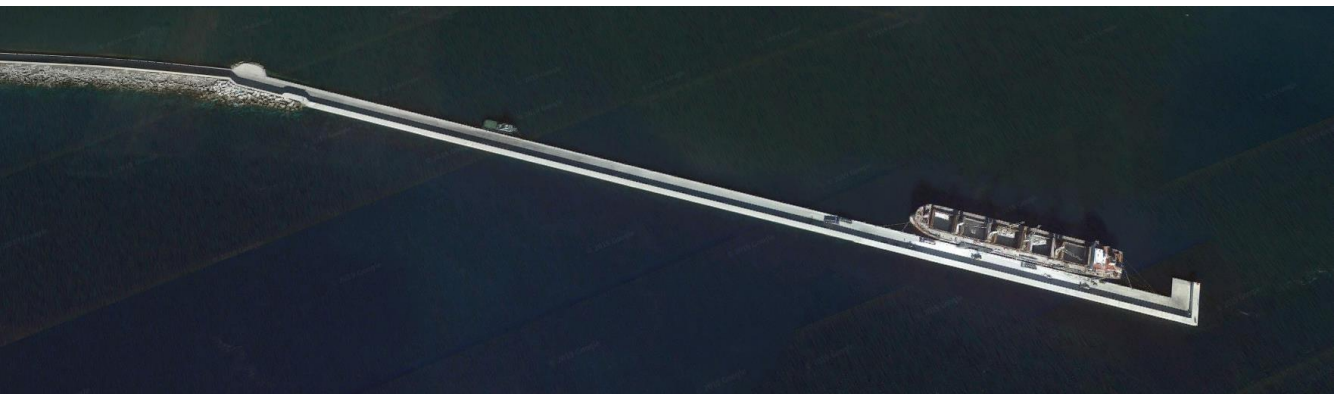
Longitud	170m
Calado	7m3m
Ancho	30
Empleo	Graneles sólidos, graneles líquidos y pasaje turístico
Áreas de depósito descubiertas	25.951 m ²
Medios mecánicos de tierra	1 grúa, 2 cucharas, 1 spreader contenedor, 1 carretilla, 1 cinta transportadora, 2 palas cargadoras, 1 tolva

4.1.5.- MUELLE DE AZUCENAS



Longitud	607 m
Calado	12 m
Ancho	Variable
Empleo	Línea regular Ro-Pax, graneles y mercancía general
Áreas de depósito descubiertas	180.000 m ²
Estación marítima	740 m ² , pasajeros líneas Motril – TangerMed
Medios mecánicos de tierra	1 grúa, 1 spreader contenedor, 2 portacontenedores carretilla, 2 carretillas, 1 cinta transportadora, 1 palas cargadoras, 1 tolvas

4.1.6.- MUELLE DIQUE



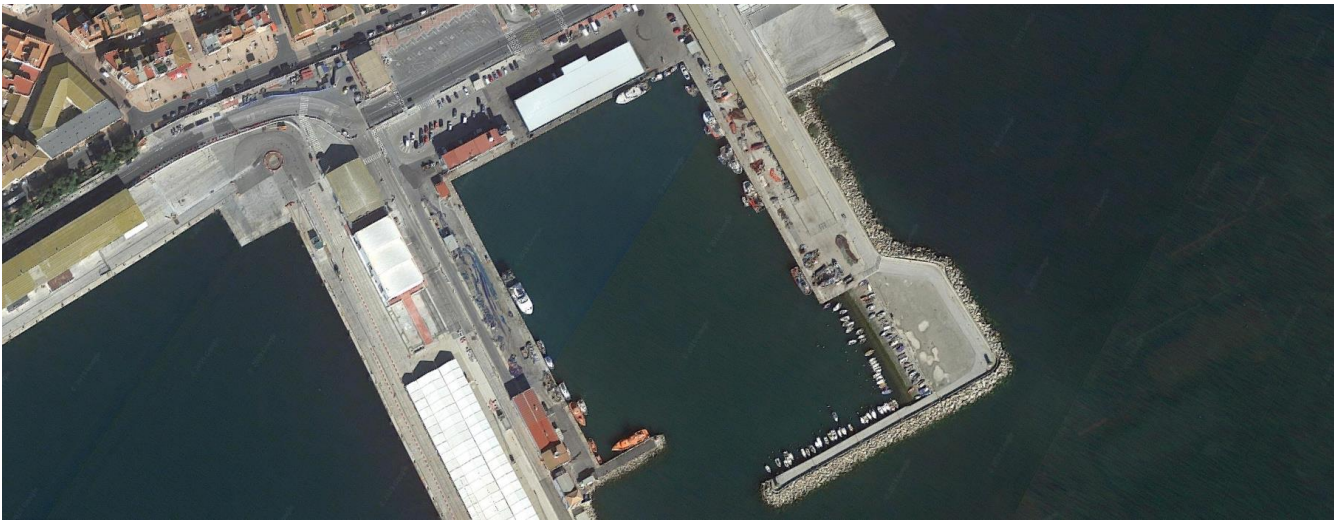
Longitud	860 m
Calado	13,5 m
Ancho	15 m
Empleo	Pasaje turístico, graneles líquidos y mercancía general
Áreas de depósito descubiertas	11.051 m ²

4.1.7.- MUELLE CONTRADIQUE



Longitud	252 m
Calado	13,5 m
Ancho	12
Empleo	Graneles líquidos
Áreas de depósito descubiertas	3.486 m ²

4.1.8.- MUELLE PESQUERO



Longitud	458 m
Calado	4,5 m
Ancho	Variable
Empleo	Pesca / acuicultura
Áreas de depósito descubiertas	31.898 m ²
Otros	Fábrica de hielo

4.1.9.- ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS (ZAL)



Áreas de depósito descubiertas	391.648 m ²
--------------------------------	------------------------

4.2.- TRÁFICO VIARIO

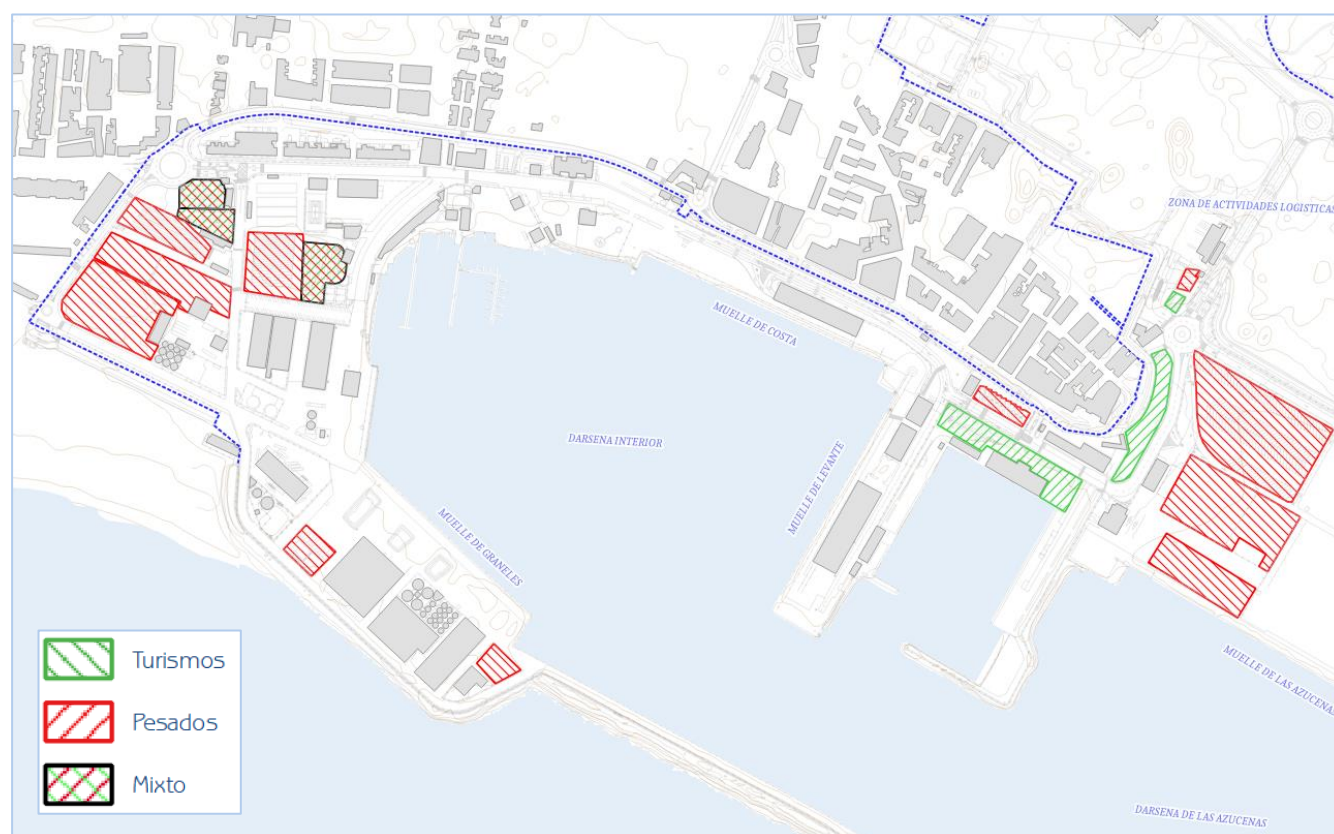
A continuación se muestra una imagen del viario interior (rojo) tenido en cuenta para la realización del Mapa de Ruido del Puerto:



4.2.1.- ZONAS DE APARCAMIENTO DE VEHÍCULOS

Otra fuente acústica a considerar dentro del Puerto de Motril, son las áreas de aparcamiento.

Estas no se consideran fuentes demasiado relevantes para este estudio, ya que su aporte es mínimo en referencia al conjunto, no obstante, se tienen en cuenta y se diferencian aquellas áreas destinadas a estacionamiento exclusivo de turismos, y aquellas dirigidas a estacionamiento de vehículos pesados.



5.- TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Una vez se dispone de los datos básicos para caracterizar la zona de estudio, ha sido necesario realizar un análisis y tratamiento de los mismos con el fin de adaptar la información adecuadamente para su introducción en el modelo acústico tridimensional.

Este tratamiento de los datos requiere de la utilización de un sistema de información geográfica (SIG) que permita manipular los datos geográficos en función de nuestras necesidades. [SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#) ha apostado por la implantación de un sistema de trabajo basado en software libre de código abierto ([Quantum GIS](#) y [Kosmo Desktop](#))



En los apartados posteriores se hace una breve descripción de las operaciones más comunes para el tratamiento de los datos geográficos:

5.1.- CARTOGRAFÍA BASE

El tratamiento geográfico de la cartografía base contempla toda aquella información relativa a la topología, elementos del Puerto y entorno en general que caracterice la zona de estudio y nos permita crear el modelo acústico de cálculo.

Tomando como referencia la base cartográfica suministrada por la Autoridad Portuaria y con el apoyo de las distintas fuentes cartográficas restantes, ha sido posible construir una base cartográfica completa del área de estudio, actualizada y con un nivel de detalle elevado.

Previo a la obtención de la base cartográfica final, ha sido necesario incorporar al sistema de información geográfica QGIS cada uno de los distintos elementos disponibles para su correcta gestión, tratamiento y representación mediante capas vectoriales y raster. Este tipo de sistemas funcionan como una base de datos de información geográfica que trabajan con elementos gráficos, tablas y metadatos. Los elementos

Atributo	Tipo	Descripción
ALTURA	Real	Altura global del edificio, en metros, considerando todos los elementos del mismo
USO	Texto	Uso principal del edificio
EDIF_SENSIBLE	Texto	Nombre del edificio, en caso de disponer
SUPERFICIE	Real	Superficie en planta, en m ²
POBLACION	Entero	Población total en la zona de población del edificios
COEF_POB	Real	Coefficiente que determina la población por m ³ edificado, para cada sección censal
POB_EDIFIC	Entero	Población total estimada en el edificio, para edificios residenciales
VOLUMEN	Real	Volumen del edificio en m ³
ALUMNOS	Entero	Alumnos, para edificios docentes
CAMAS	Entero	Número de camas, para edificios sanitarios



CARRETERAS

- Delimitación del Puerto
- Curvas de nivel
- Vías de tráfico
- Edificios, depósitos y otros elementos
- Hidrografía
- Obstáculos

Atributo	Tipo	Descripción
NOM_VIA	Texto	Nombre de la vía
JERARQUIA	Texto	Tipo de vía según el sistema de jerarquización viaria
IMD_D	Entero	Volumen de tráfico medio por hora para el periodo día
IMD_T	Entero	Volumen de tráfico medio por hora para el periodo tarde
IMD_N	Entero	Volumen de tráfico medio por hora para el periodo noche
POR_PES_D	Real	Porcentaje de vehículos pesados para el periodo día
POR_PES_T	Real	Porcentaje de vehículos pesados para el periodo tarde
POR_PES_N	Real	Porcentaje de vehículos pesados para el periodo noche
VELOCIDAD	Entero	Velocidad de paso
ANCHO	Real	Ancho de la calzada

EDIFICIOS

Atributo	Tipo	Descripción
IDENTIF	Entero	Número identificador del edificio
REFCAT	Texto	Referencia catastral del edificio

CURVAS DE NIVEL

Atributo	Tipo	Descripción
ALTURA	Real	Cota

5.2.- MODELO 3D

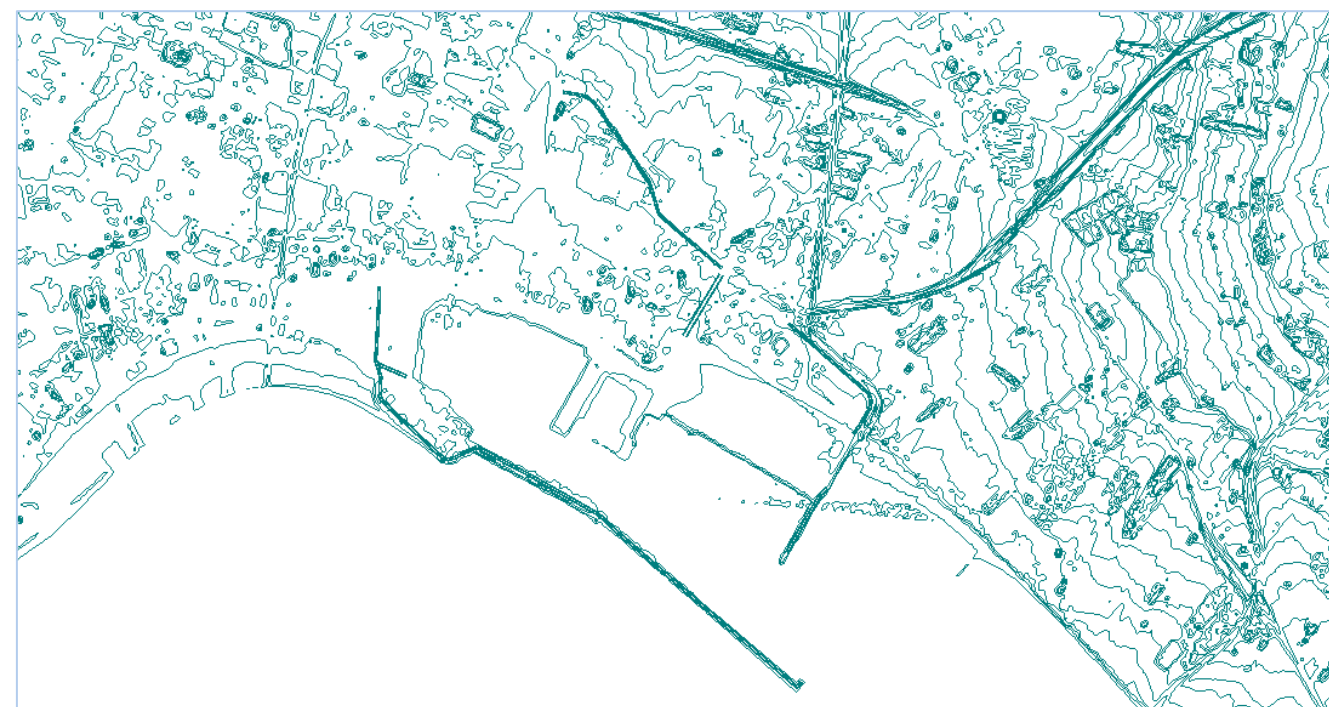
Para la elaboración del modelo tridimensional es necesario asignar a cada elemento una serie de parámetros que caractericen de forma adecuada la emisión acústica y sus propiedades. Esto se puede realizar en el programa de forma manual para cada uno de los elementos, no obstante, esta forma de trabajo resulta poco productiva a largo plazo.

Es una garantía de trabajo, sobre todo si se trabaja con un gran volumen de información, como es nuestro caso, incluir los parámetros necesarios para caracterizar cada elemento dentro de la información atributiva que contiene cada archivo geográfico, mediante el sistema SIG, de tal manera que posteriormente se pueda configurar el modelo tridimensional de forma semi-automática en base a esta información almacenada.

Teniendo en cuenta esto, se han producido archivos geográficos diferenciados, que no contengan nada más que un mismo tipo de elemento, independientemente del número de objetos que albergue, con cierta información esencial que la caracterice.

5.3.- TRATAMIENTO DE LAS CURVAS DE NIVEL

A partir del Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 5 m, obtenido por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50 cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fuera viable, o bien por interpolación a partir la clase terreno de vuelos LIDAR del PNOA; se han generado curvas de nivel de la zona de estudio cada 1 m:



5.4.- TRATAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES

Ha sido necesario aplicar una serie de procedimientos sobre la cartografía de las edificaciones para asegurar su correcta caracterización. A continuación se exponen las más relevantes.

5.4.1.- DELIMITACIÓN DE LOS RECINTOS DE EDIFICACIONES

Para la delimitación de los recintos que conformarán la entidad de edificaciones se ha utilizado la cartografía digital 1:1.000 del Catastro.



Como se puede apreciar en la figura anterior, dicha cartografía cuenta con un grado de detalle bastante elevado. Para la posterior elaboración del modelo acústico, ha sido necesario establecer procedimientos para simplificar esta cartografía, a nivel de edificios.

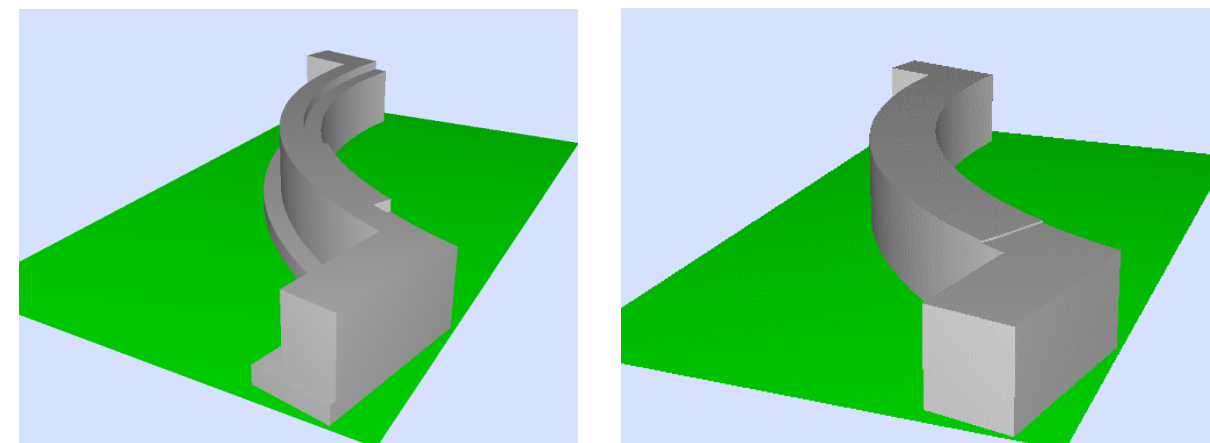
5.4.2.- TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE ALTURAS DE LAS EDIFICACIONES

Para determinar la altura de las edificaciones se ha acudido a la información del número de plantas que almacena cada edificio de la cartografía catastral. Esta información se encuentra en formato de número romanos, por lo que ha sido necesario la conversión de este formato a número real para que el sistema sobre el que se desarrolle el modelo acústico pueda reconocer los datos de altura.

Únicamente se han tenido en cuenta los valores positivos de plantas, desechando valores negativos, correspondientes a elementos subterráneos, y los patios, piscinas, y otros elementos considerados en los datos catastrales que no sean de interés en cuanto a la restitución del modelo tridimensional.

Para la restitución tridimensional del modelo acústico ha sido necesario hacer una simplificación de la cartografía de las edificaciones a nivel de bloque de edificios. Desde el punto de vista acústico, la simplificación de la cartografía a este nivel de detalle no supone una diferencia en los resultados de los niveles acústicos y nos permite optimizar el modelo y reducir drásticamente el tiempo de cálculo.

Los datos catastrales proporcionan información de altura de cada bloque, azotea, nave, patio, etc., habiendo sido necesario, para simplificar la cartografía, a partir de todas estas alturas, definir una única altura para cada manzana que caracterice de forma adecuada todo el conjunto, como se puede apreciar en el ejemplo posterior.



Para ello, haciendo uso de las herramientas SIG disponibles, ha sido necesario definir un criterio para establecer una altura única a partir de todas las que formen un mismo bloque de edificios.

A priori, se podría pensar que la altura media podría ser el valor que mejor caracterizase el edificio, no obstante, en multitud de pruebas realizadas se ha comprobado que es muy común que un bloque de edificios de elevada altura cuente con una media de altura más pequeña debido a la acción de pequeños bloques de altura de un piso. Por lo tanto, para obtener una altura aproximada se ha determinado el incremento de la altura media mediante un factor variable de cada edificio. Dicho factor se ha ideado como la mitad de la diferencia entre la altura máxima y la altura media. Se ha comprobado que las alturas obtenidas con este criterio se ajustan bastante bien a las que, mediante inspección visual, se asignarían a cada edificio.

$$Altura = Altura_{media} + \left(\frac{Altura_{max} - Altura_{media}}{1.25} \right)$$

La altura máxima de cada bloque y la altura media se tendrán que obtener a partir de operaciones estadísticas con el sistema de información geográfica.

5.4.3.- ASIGNACIÓN DEL USO Y POBLACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Para la asignación del atributo de la tipología de la edificación se ha utilizado como punto de partida el Plan General de Ordenación Urbana, definiendo las siguientes tipologías:

- Residencial
- Cultural
- Docente
- Industrial
- Otros
- Recreativo
- Sanitario
- Terciario

De forma adicional, se ha hecho uso de las siguientes fuentes de datos para la determinación y comprobación de las tipologías de edificios:

- Google Street View.
- Toma de datos de campo

Con respecto a la población de los edificios residenciales, no ha sido posible obtener datos exactos de la población por portales, por lo que ha sido necesario realizar una estimación de la misma a partir de los datos de población por secciones censales suministradas por el Ayuntamiento.

Para la distribución de la población en la edificación se han seguido los siguientes pasos:

- Cálculo de la superficie edificada del edificio.
- Suma de la superficie edificada en cada sección censal.

- Reparto de la población en la sección censal a cada edificio teniendo en cuenta la superficie total edificada dentro de la sección censal y la superficie edificada del edificio.

5.5.- TRATAMIENTO DE LOS VIARIOS

En este apartado se detallará el proceso seguido para obtener la información de los ejes viarios y sus características.

5.5.1.- EJE 3D

Para adecuar de forma precisa las características y morfología de las carreteras localizadas en el área de estudio ha sido necesario incluir, para cada tramo, información sobre el trazado con una resolución tal que asegurase una correcta representación de la situación real.

5.5.2.- DEFINICIÓN DEL VIARIO

Para la definición del viario se han distinguido dos tipos de ejes:

- **Eje de la vía:** constituye una línea única que define la carretera, discuriendo por el punto medio de la plataforma.
- **Eje de modelización:** representan cada uno de los sentidos de circulación, siendo de especial interés para la realización de los cálculos acústicos. Considerando la intensidad media diaria de una vía cualquiera, se asigna la mitad del tráfico correspondiente de cada tramo a cada uno de los ejes de modelización.

5.5.3.- INCORPORACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO Y GEOMETRÍA A LAS VÍAS

De cada uno de los ejes propuestos se ha elaborado un elemento geográfico que contiene la carretera subdividida en un número concreto de tramos.

6.- CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

6.1.- FUENTES INDUSTRIALES

De los datos facilitados por la Autoridad Portuaria y de la memoria anual 2.017 y 2.016 obtenemos la siguiente información:

6.1.1.- UTILIZACIÓN DE LOS MUELLES

MUELLE / EMBARQUE	MERCANCÍA / PASAJE	EMBARQUE	DESEMBARQUE	EN TRÁNSITO	TOTAL
MUELLE DE GRANELES	Graneles líquidos	0	21.116	0	21.116
	Graneles sólidos	106.594	23.009	0	129.603
	Mercancía general	3.031	5.503	0	8.534
MUELLE DE PONIENTE	Graneles sólidos	55.082	27.031	0	82.113
MUELLE DE COSTA	Pasajeros	0	2	729	731
	Mercancía general	22.469	7.245	0	29.714
	Pasajeros	37.631	29.649	1.041	68.321
MUELLE DE LEVANTE	Mercancía general	214.670	65.570	0	280.239
	Pasajeros	134.299	130.937	0	265.236
MUELLE DE AZUCENAS	Graneles líquidos	0	11.364	0	11.364
	Graneles sólidos	111.349	167.564	0	278.913
	Mercancía general	204.583	246.645	0	451.228
	Pasajeros	4.303	8.333	0	12.636
CONTRADIQUE	Graneles líquidos	0	921.574	0	921.574
DIQUE	Graneles líquidos	0	95.850	0	95.850
	Graneles sólidos	0	19.484	0	19.484
	Mercancía general	0	5.045	0	5.045
	Pasajeros	0	2	2.200	2.202

6.1.1.2.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE BUQUES POR MUELLE, POR ESTANCIA MEDIA, Y TIEMPO DE OPERACIÓN

Conociendo el total de mercancías de cada muelle y su distribución por tipo de buque podemos obtener el porcentaje del total de mercancías de cada muelle y por tanto el número de buques en cada muelle atendiendo al tipo de mercancía.

MUELLE / EMBARQUE	MERCANCÍA / PASAJE	TOTAL	% DEL TOTAL	Nº BUQUES
MUELLE DE GRANELES	Graneles líquidos	21.116	0,90	12
	Graneles sólidos	129.603	5,55	75
	Mercancía general	8.534	0,37	5
MUELLE DE PONIENTE	Graneles sólidos	82.113	3,52	48
	Pasajeros	731	0,21	3
MUELLE DE COSTA	Mercancía general	29.714	1,27	17
	Pasajeros	68.321	19,61	333
MUELLE DE LEVANTE	Mercancía general	280.239	12,00	162
	Pasajeros	265.236	76,13	1293
	Graneles líquidos	11.364	0,49	7
MUELLE DE AZUCENAS	Graneles sólidos	278.913	11,95	162
	Mercancía general	451.228	19,33	261
	Pasajeros	12.636	3,63	62
CONTRADIQUE	Graneles líquidos	921.574	39,47	534
DIQUE	Graneles líquidos	95.850	4,11	56
	Graneles sólidos	19.484	0,83	11
	Mercancía general	5.045	0,22	3
	Pasajeros	2.202	0,63	11

Conociendo los metros lineales de atraque y los metros lineales por línea de atraque (memoria anual 2017), se puede conocer el tiempo de estancia medio (días de atraque) de los buques en Puerto:

Metros lineales de atraque (suma de esloras)	188.507
Metros lineales por días de atraque	310.454
Días atraque	1,65 días

Para los buques de pasaje se ha usado como tiempo de estancia el valor de 0,068 días de estancia, el dato ha sido obtenido de trabajos similares.

Por tanto, el número de buques por estancia media es:

MUELLE / EMBARQUE	Nº BUQUES	Nº DE BUQUES POR ESTANCIA MEDIA
MUELLE DE GRANELES	92	152
MUELLE DE PONIENTE	51	79
MUELLE DE COSTA	350	51
MUELLE DE LEVANTE	1.456	355
MUELLE DE AZUCENAS	490	712
CONTRADIQUE	534	880
DIQUE	80	116

Si dividimos el número de buques por estancia medida para los 365 días que tiene un año, obtenemos el número de buques por estancia media en días:

MUELLE / EMBARQUE	Nº DE BUQUES POR ESTANCIA MEDIA	BUQUES/DÍA
MUELLE DE GRANELES	152	0,42
MUELLE DE PONIENTE	79	0,22
MUELLE DE COSTA	51	0,14
MUELLE DE LEVANTE	355	0,97
MUELLE DE AZUCENAS	712	1,95
CONTRADIQUE	880	2,41
DIQUE	116	0,32

Realizando los cálculos y dividiendo el tiempo de operación en día (07:00 – 19:00), tarde (19:00 – 23:00) y noche (23:00 – 07:00) se ha asignado el siguiente tiempo de operación por muelle:

MUELLE / EMBARQUE	Nº DE BUQUES POR ESTANCIA MEDIA	Nº BUQUES/DÍA	Tiempo operación		
			Día	Tarde	Noche
MUELLE DE GRANELES	152	0,42	300	100	200
MUELLE DE PONIENTE	79	0,22	155	52	103
MUELLE DE COSTA	51	0,14	101	34	67
MUELLE DE LEVANTE	355	0,97	701	234	467
MUELLE DE AZUCENAS	712	1,95	1.404	468	936
CONTRADIQUE	880	2,41	1.735	578	1.157
DIQUE	116	0,32	228	76	152

Posteriormente estos tiempos de operación han sido distribuidos por línea de atraque.

Con toda esta información se ha realizado un análisis pormenorizado de las distintas fuentes industriales existentes en el Área de Estudio, considerando la agrupación de cara a la incorporación del modelo en fuentes puntuales, lineales y superficiales, identificando las siguientes:

FUENTES PUNTUALES					
Nombre	Identificador Modelo (ID)	POTENCIA (dB)			ORIGEN DATOS
		Día	Tarde	Noche	
BOCA DE COMBUSTIBLE	COM	97,9	97,9	97,9	MEDIDA ACÚSTICA
GRÚAS	FPG	88,9	88,9	88,9	MEDIDA ACÚSTICA
CEMENTERA	FPC	112,5	112,5	112,5	MEDIDA ACÚSTICA

FUENTES LINEALES					
Nombre	Identificador Modelo (ID)	POTENCIA (dB)			ORIGEN DATOS
		Día	Tarde	Noche	
Atraque Muelle Dique	FLAD	113,9	113,9	113,9	BD IMAGINE
Barco en reparación Muelle Dique	FLBRD	108,8	108,8	108,8	MEDIDA
Atraque Ro- Ro Muelle Azucenas	FLAROA	108	108	108	MEDIDA
Atraque Muelle Azucenas	FLAMA	111	111	111	BD IMAGINE
Grúa Muelle Azucenas	FLGMA	117,9	117,9	117,9	BD IMAGINE
Atraque Muelle Pesquero	FLAMP	102,8	102,8	102,8	BD IMAGINE
Atraque Muelle Levante	FLAML	107	107	107	BD IMAGINE
Atraque Cruceros Muelle Costa	FLAMCC	108	108	108	MEDIDA
Atraque Ro- Ro Muelle Costa	FLAMCRO	104,4	104,4	104,1	MEDIDA
Atraque Muelle Poniente	FLAMP	100,4	100,4	100,4	BD IMAGINE
Grúa Muelle Graneles	FLGMG	117,1	117,1	117,1	BD IMAGINE
Atraque Muelle Graneles	FLAMG	113,1	113,1	113,1	BD IMAGINE
Atraque Muelle Contradique	FLACD	108,8	108,8	108,8	BD IMAGINE

FUENTES SUPERFICIALES					
Nombre	Identificador Modelo (ID)	POTENCIA (dB)			ORIGEN DATOS
		Día	Tarde	Noche	
Fuente superficial mercancías azucenas	FSMMA	59,3	59,3	59,3	BD IMAGINE
Fuente superficial contenedores azucenas	FSCMA	59,3	59,3	59,3	BD IMAGINE
Fuente superficial chatarra	FSCHMA	85,6	85,6	85,6	MEDIDA
Fuente superficial marina seca	FSMS	54,7	54,7	54,7	BD IMAGINE
Fuente superficial muelle graneles	FSMG	72,5	72,5	7,25	BD IMAGINE

El cálculo de emisión acústica de estas fuentes se ha realizado por dos métodos:

- Mediciones acústicas
- Valores Base de datos fuentes industriales

6.1.2.- MEDIDAS ACÚSTICAS

A continuación se detallan las potencias acústicas obtenidas a partir de medidas acústicas de las fuentes:

BOCA COMBUSTIBLE

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	92,8	97,3	99,4	97,6	93	91,9	91,4	87,6	79,7

GRÚA

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	97,2	88,2	93,7	90,9	86,3	83,5	78,1	67,5	55,6

CEMENTERA

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	109,7	109,4	108,8	109,3	112,8	107,5	100,6	96,6	87,6

BARCO EN REPARACIÓN

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
----	------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------

dB	103,9	92,4	93,7	80	78	78,9	80,6	80	76,1
----	-------	------	------	----	----	------	------	----	------

RO-RO

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	104	103,1	96	87,8	80,4	78,1	76,6	67,1	59,8

CRUCERO

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	101,3	97,8	90,6	85,2	81,4	77,7	69,7	61,1	50,4

CHATARRA

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	86,6	51	61,3	70	74,1	78,7	82,4	79,7	72,7

6.1.3.- BASE DE DATOS FUENTES INDUSTRIALES

Como base de datos de referencia en Europa para determinar la potencia emisora de fuentes industriales se ha utilizado el proyecto IMAGINE:



IMAGINE
Improved Methods for the Assessment of the
Generic Impact of Noise in the Environment

Description of the Source Database

WP7: Industrial Noise

De esta base de datos hemos extraído para su utilización en el modelo acústico las siguientes fuentes:

TERMINALES GRANELES:

id	Description	Soundpower	Drive_type
255	Wheeled loaders (< 50 kW)	94,1	internal combustion
258	Wheeled loaders (50 kW < > 100 kW)	95,8	internal combustion
286	Ships 5.000 - 10.000 ton	95,5	internal combustion
289	Ships 10.000 tot 20.000 ton	99,6	internal combustion
292	Ships 20.000 tot 60.000 ton	95,3	internal combustion
295	Ships > 60.000 ton	94,7	internal combustion
301	Wheeled loaders (100 kW < > 200 kW)	98	internal combustion
304	Wheeled loaders (> 200 kW)	105,3	internal combustion
1226	Elevator (elevatorchain) including crane	104	internal combustion
298	Dockside cranes	100	electric
1227	Elevator	103,4	electric

TERMINAL DE CONTENEDORES:

id	Description	Soundpower	Drive_type
113	Trucks - <20km/h	101,8	internal combustion
286	Ships 5.000 - 10.000 ton	95,5	internal combustion
289	Ships 10.000 tot 20.000 ton	99,6	internal combustion
292	Ships 20.000 tot 60.000 ton	95,3	internal combustion
295	Ships > 60.000 ton	94,7	internal combustion
310	Ships < 1.000 ton	73,7	internal combustion
313	Ships between 1.000 and 2.000 ton	87,7	internal combustion
316	Ships between 2.000 and 5.000 ton	87,7	internal combustion
325	Liftingtruck (diesel) up to 45 ton (elevadores)	111,1	internal combustion
328	Reachstackers (gruas elevadoras de brazo telescopico) (son las Hyster)	110,9	internal combustion
331	Tugmasters (remolcadores)	103,9	internal combustion
334	Straddlecarrier (transporta los contenedores desde el muelle hasta el area de apilamiento)	109,8	internal combustion
298	Dockside cranes (grúas de muelle)	100	electric
319	Stacking cranes (grúas apiladoras)	97	electric
322	Barge cranes (grúas de torre)	97	electric
307	Transshipment of containers (transbordo de contenedores)	64,8	other

RO-RO

id	Description	Soundpower	Drive_type
113	Trucks - <20km/h	101,8	internal combustion
325	Liftingtruck (diesel) up to 45 ton	111,1	internal combustion
331	Tugmasters	103,9	internal combustion
340	RoRo-ships	106	internal combustion

ASTILLEROS

id	Description	Soundpower	Drive_type
105	Mobile crane - 100kW<>200kW	103,1	internal combustion
113	Trucks - <20km/h	101,8	internal combustion
122	Mobile crane - <100kW	85,1	internal combustion
125	Lifting truck - 8 ton - diesel	99,1	internal combustion
881	Percussive pneumatic tools	101	other
882	Percussive pneumatic tools	105	other
887	Rock drill	126	other
888	Rock drill	132	other
116	Ship yard	69,4	other

6.1.4.- TIEMPO DE OPERACIÓN

Una vez introducido en el modelo las distintas fuentes, es necesario establecer el tiempo de funcionamiento de cada fuente, para ello se ha tenido en cuenta la actividad y movimiento de mercancías en cada una de las zonas del puerto, atendiendo a las hipótesis planteadas en apartados anteriores.

6.2.- FUENTES VIARIAS

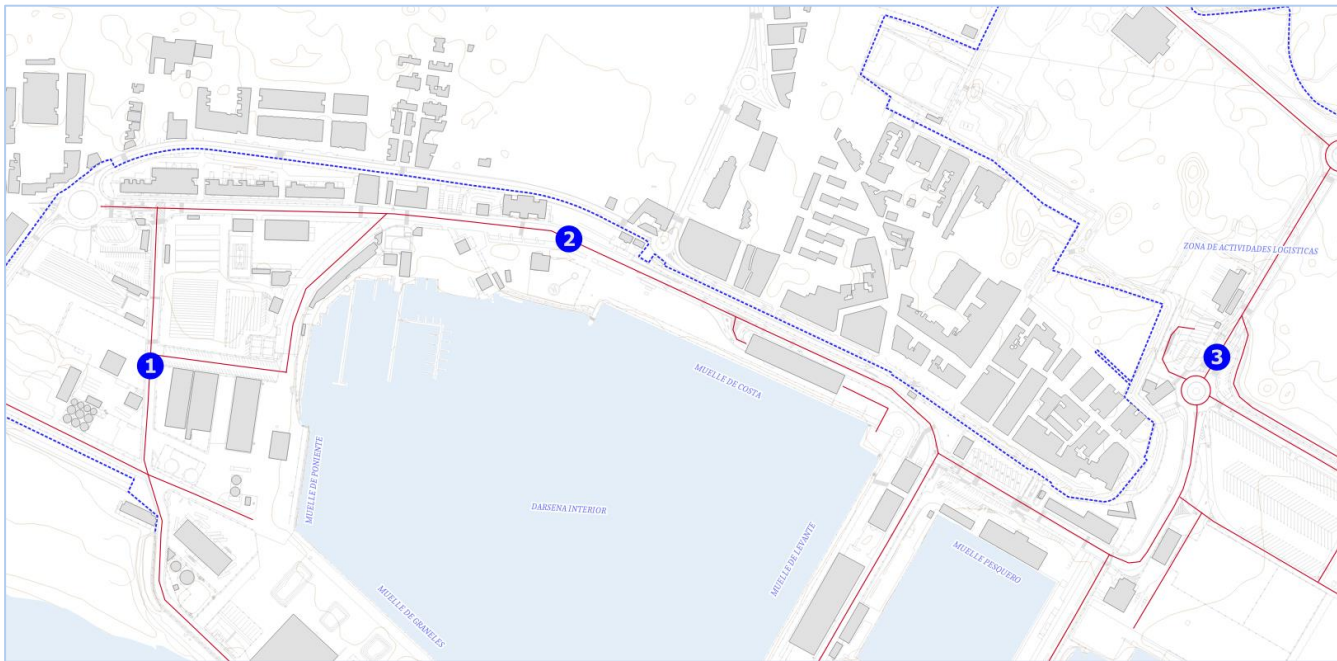
La caracterización acústica de las fuentes viarias del Puerto se realiza a partir de parámetros como el volumen de tráfico, la velocidad de paso o el tipo de vehículos que circulan.

Para la caracterización acústica de estas fuentes se ha tenido en cuenta únicamente el tráfico exclusivo del Puerto.

Estaciones de aforos del Ministerio de Fomento:

- Estación GR-182-3 carretera N-323, datos de IMD año 2018: 6.309 y 7,75 % pesados
- Estación GR-213-3 carretera N-47 a, datos de IMD año 2018: 8.478 y 8,1 % pesados

Se ha realizado una toma de datos de campo mediante aforos manuales de una duración de 15 minutos en el periodo día en 3 puntos del viario interior del Puerto, la ubicación de los puntos se muestra a continuación:



El resultado de los conteos realizados es:

AFORO	LIGEROS	PES1	PES2	MOT1	MOT2	TOTAL	TOTAL 1 HORA	IMD
AF-1	20	0	7	0	0	27	108	1.771
AF-2	29	0	7	1	0	37	148	2.427
AF-3	19	0	6	0	2	27	108	1.771

Atendiendo la Guía de buenas prácticas (European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) de Enero de 2006, apartado 2.10, conocido un valor horario se puede realizar una aproximación al total de las 24 horas, conforme a las siguientes recomendaciones:

Road Traffic Flows	Metropolitan / Main Roads	Inter-District Roads
Q _d -Flow for the 12 hour day	= Q _{peak} * 12	= Q _{peak} * 0.7 * 12
Q _e -Flow for the 4 hour evening	= Q _{peak} * 0.7 * 4	= Q _{peak} * 0.5 * 4
Q _n -Flow for the 8 hour night	= Q _{peak} * 0.2 * 8	= Q _{peak} * 0.1 * 8

Aplicándolo a los datos obtenidos tenemos unas Intensidades Medias Diarias y su reparto por el periodo:

AFORO	IMD	IMH_día	IMH_tarde	IMH_noche
AF-1	1.771	1.296	302	173
AF-2	2.427	1.776	414	237
AF-3	1.771	1.296	302	173

Además de estos datos se han tenido en cuenta información relevante en este sentido incluida en la memoria de sostenibilidad del puerto del año 2017 en el que se indica:

- El 76,22 % de la mercancía entra y sale del puerto por rodadura, esto implica el movimiento de 1.764.903 TN, dividiendo entre 20 TN, tenemos un total anual de 88.245 camiones, generando un movimiento diario de 241 camiones/día
- De acuerdo a los datos de embarque RO-Ro el número de vehículos que entran y salen al año son 277.872 lo que genera un movimiento diario de 762 veh./día

El reparto interior de los tráficoes se ha realizado en base a los contajes, al movimiento de mercancías por muelle y a un reparto en función de las características del viario.

7.- CONSTRUCCIÓN DEL MODELO ACÚSTICO

Una vez se han determinado y evaluado los datos de entrada y se han identificado y caracterizado adecuadamente mediante estudios y mediciones las fuentes de ruido, estamos en disposición de elaborar los modelos acústicos que determinen el Mapa de Ruido del Puerto de Motril.

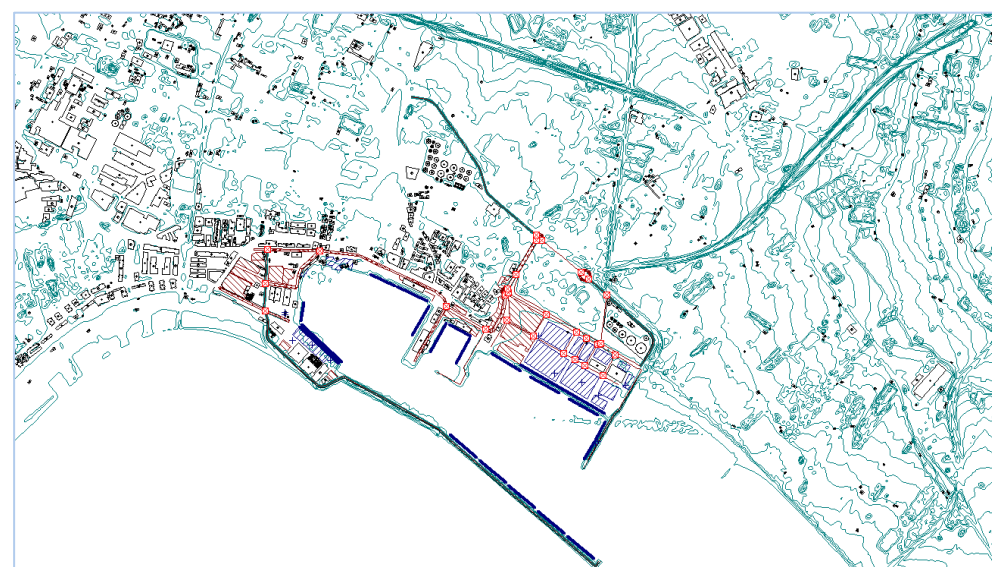
Para el cálculo y representación de los mapas se han diferenciado los siguientes focos, atendiendo a los criterios establecidos por la Directiva Europea 2002/49/CE:

- Tráfico viario
- Fuentes sonoras industriales

7.1.- SOFTWARE DE SIMULACIÓN ACÚSTICA

Para la elaboración del modelo acústico tridimensional y procesado del cálculo matemático se han utilizado diversas licencias del programa CadnaA Versión 2019 MR 2, permitiendo el cálculo diversificado del mismo modelo a través de una red de ordenadores.

Cadna A®



MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL DE 2019

En este apartado se enumeran los modelos matemáticos que se han empleado en el software de simulación para determinar los niveles sonoros conforme a la legislación básica estatal en materia de contaminación acústica y atendiendo a las fuentes de ruido identificadas en el apartado 4:

- *Modelo de Tráfico Viario:* método CNO5505
- *Modelo de ruido industrial:* método CNO5505

7.2.- MODELOS DE SIMULACIÓN

A partir de la información obtenida y georreferenciada, ha sido posible construir el modelo acústico tridimensional. A continuación se describe todo el proceso para tal efecto:

El método CNO5505-EU es el nuevo método común europeo para la elaboración de los mapas de ruido. Implica cambios en la forma de caracterizar la emisión y la propagación del ruido en los diferentes focos de ruido ambiental.

7.2.1.- MODELO DE TRÁFICO VIARIO

7.2.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE

7.2.1.1.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

La fuente de ruido del tráfico vial se determinará mediante la combinación de la emisión de ruido de cada uno de los vehículos que forman el flujo del tráfico. Estos vehículos se agrupan en cinco categorías independientes en función de las características que posean en cuanto a la emisión de ruido:

- Categoría 1: Vehículos de motor ligeros
- Categoría 2: Vehículos pesados medianos
- Categoría 3: Vehículos pesados
- Categoría 4: Vehículos de dos ruedas
- Categoría 5: Categoría abierta

En el caso de los vehículos de dos ruedas, se definen dos subclases independientes para los ciclomotores y las motocicletas de mayor potencia, ya que los modos de conducción son diversos y, además, suelen

variar significativamente en número. Se usarán las primeras cuatro categorías, y la quinta será opcional. Se prevé el establecimiento de otra categoría para los nuevos vehículos que puedan fabricarse en el futuro que presenten características suficientemente diferentes en términos de emisiones de ruido. Esta categoría podría englobar, por ejemplo, los vehículos eléctricos o híbridos o cualquier vehículo que se fabrique en el futuro que difiera significativamente de los de las categorías 1 a 4.

Los detalles de las diferentes clases de vehículos se detallan a continuación:

Clases de vehículos			
Categoría	Nombre	Descripción	Categoría de vehículo en CE Homologación de tipo del vehículo completo ⁽¹⁾
1	Vehículos de motor ligeros	Turismos, camionetas ≤ 3,5 toneladas, todocaminos ⁽²⁾ , vehículos polivalentes ⁽³⁾ , incluidos remolques y caravanas	M1 y N1
2	Vehículos medianos	Vehículos medianos, camionetas > 3,5 toneladas, autobuses, autocaravanas, entre otros, con dos ejes y dos neumáticos en el eje trasero	M2, M3 y N2, N3
3	Vehículos pesados	Vehículos pesados, turismos, autobuses, con tres o más ejes	M2 y N2 con remolque, M3 y N3
4	Vehículos de dos ruedas	4a Ciclomotores de dos, tres y cuatro ruedas	L1, L2, L6
		4b Motocicletas con y sin sidecar, triciclos y cuatriciclos	L3, L4, L5, L7
5	Categoría abierta	Su definición se atenderá a las futuras necesidades	N/A

⁽¹⁾ Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de septiembre de 2007 (DO L 263 de 9.10.2007, p. 1) por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos.

⁽²⁾ Todocaminos.

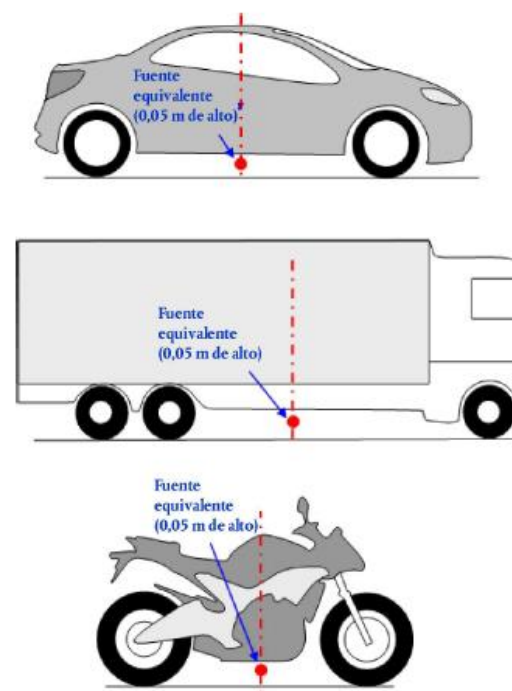
⁽³⁾ Vehículos polivalentes.

7.2.1.1.2.- NÚMERO Y SITUACIÓN DE FUENTES SONORAS EQUIVALENTES

En este método, cada vehículo (categorías 1, 2, 3, 4 y 5) se representa mediante una fuente de un solo punto que se irradia de manera uniforme en el espacio medio π por encima del suelo. La primera reflexión sobre el asfalto se trata de manera implícita. Como se ilustra en la figura [2.2.a], esta fuente puntual se ubica a 0,05 m por encima del asfalto.

Figura [2.2.a]

Ubicación de la fuente puntual equivalente en vehículos ligeros (categoría 1), vehículos pesados (categorías 2 y 3) y vehículos de dos ruedas (categoría 4)



El flujo de tráfico se representa mediante una línea de fuentes. Al diseñar una carretera con varios carriles, lo ideal es representar cada carril con una línea de fuentes ubicada en el centro de cada carril. No obstante, también se puede dibujar una línea de fuentes en el medio de una carretera de doble sentido o una línea de fuentes por cada calzada en el carril exterior de carreteras con varios carriles

7.2.1.1.3.- EMISIÓN DE LA POTENCIA ACÚSTICA

La potencia acústica de la fuente se define en el «campo semilibre», por lo que la potencia acústica comprende el efecto de la reflexión sobre el suelo inmediatamente debajo de la fuente modelizada en la que no existen objetos perturbadores en su entorno más próximo, salvo en el caso de la reflexión sobre el asfalto que no se produce inmediatamente debajo de la fuente modelizada.

Flujo de tráfico

La emisión de ruido de un flujo de tráfico se representa mediante una línea de fuentes caracterizada por su potencia acústica direccional por metro y por frecuencia. Esto se corresponde con la suma de la emisión de ruido de cada uno de los vehículos del flujo de tráfico, teniendo en cuenta el tiempo durante el cual los

vehículos circulan por el tramo de carretera considerado. La implementación de cada vehículo del flujo requiere la aplicación de un modelo de flujo de tráfico.

Si se supone un flujo de tráfico continuo de vehículos Q_m de la categoría m por hora, con una velocidad media de v_m (en km/h), la potencia acústica direccional por metro en la banda de frecuencias i de la línea de fuentes $L_{W',eq,line,i,m}$ se define mediante:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1\,000 \times v_m}\right)$$

donde $L_{W,i,m}$ es la potencia acústica direccional de un único vehículo. $L_{W,i,m}$ se expresa en dB (re. 10^{-12} W/m). Los niveles de potencia acústica se calculan para cada banda de octava i comprendida entre 125 Hz y 4 kHz.

Los datos de flujo de tráfico Q_m se expresarán como un promedio anual por horas, por período de tiempo (día, tarde y noche), por clase de vehículo y por línea de fuentes. Para todas las categorías se utilizarán los datos de entrada sobre el flujo de tráfico derivados del aforo de tráfico o de los modelos de tráfico.

La velocidad v_m es una velocidad representativa por categoría de vehículo: en la mayoría de los casos, la velocidad máxima permitida más baja para el tramo de carretera y la velocidad máxima permitida para la categoría de vehículos. Si no se encuentran disponibles los datos de mediciones locales, se utilizará la velocidad máxima permitida para la categoría de vehículos.

Vehículo individual

En el flujo de tráfico, se supone que todos los vehículos de la categoría m circulan a la misma velocidad, es decir, v_m , la velocidad media del flujo de vehículos de la categoría.

Un vehículo de carretera se modeliza mediante un conjunto de ecuaciones matemáticas que representan las principales fuentes de ruido:

1. Ruido rodante por la interacción producida por el contacto rueda-firme.
2. Ruido de la propulsión producido por la fuerza de transmisión (motor, escape, etc.) del vehículo.

El ruido aerodinámico se incorpora a la fuente del ruido de rodadura.

En el caso de los vehículos ligeros, medianos y pesados (categorías 1, 2 y 3), la potencia acústica total se corresponde con la suma energética del ruido rodante y del ruido de la propulsión. Por tanto, el nivel de potencia acústica total de las líneas de fuentes $m = 1, 2$ o 3 se define mediante:

$$L_{W,i,m}(v_m) = 10 \times \lg(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10})$$

donde $L_{WR,i,m}$ es el nivel de potencia acústica para el ruido rodante y $L_{WP,i,m}$ el nivel de potencia acústica para el ruido de la propulsión. Esto es válido para todas las gamas de velocidades. Para velocidades inferiores a 20 km/h, ha de tener el mismo nivel de potencia acústica definido por la fórmula para $v_m = 20$ km/h.

Para los vehículos de dos ruedas (categoría 4), para la fuente solo se considera el ruido de la propulsión:

$$L_{W,i,m=4}(v_{m=4}) = L_{WP,i,m=4}(v_{m=4})$$

Esto es válido para todas las gamas de velocidades. Para velocidades inferiores a 20 km/h, ha de tener el mismo nivel de potencia acústica definido por la fórmula para $v_m = 20$ km/h.

7.2.1.2.- CONDICIONES DE REFERENCIA

Los coeficientes y las ecuaciones de la fuente son válidos para las siguientes condiciones de referencia:

- una velocidad constante del vehículo;
- un firme liso;
- una temperatura del aire $\tau_{ref} = 20$ °C;
- un asfalto de referencia virtual, formado por una media de aglomerado asfáltico denso 0/11 y asfalto mezclado con mastique y áridos 0/11, con una antigüedad de entre 2 y 7 años y en un estado de mantenimiento representativo;
- un asfalto seco;
- neumáticos sin clavos.

7.2.1.3.- RUIDO RODANTE

Ecuación general

El nivel de potencia acústica del ruido rodante en la banda de frecuencias i para un vehículo de la clase $m = 1, 2$ o 3 se define como:

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m}$$

Los coeficientes $A_{R,i,m}$ y $B_{R,i,m}$ se ofrecen en bandas de octava para cada categoría de vehículo y para una velocidad de referencia $v_{ref} = 70$ km/h. $\Delta L_{WR,i,m}$ se corresponde con la suma de los coeficientes de corrección que se han de aplicar a la emisión de ruido rodante para condiciones específicas del firme o del vehículo halladas a partir de las condiciones de referencia:

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{studdedtyres,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp}$$

$\Delta L_{WR,road,i,m}$ representa el efecto que tiene en el ruido rodante un asfalto con propiedades acústicas distintas a las de la superficie de referencia virtual, como se define en el capítulo 2.2.2. Incluye el efecto en la propagación y en la generación.

$\Delta L_{studdedtyres,i,m}$ es un coeficiente de corrección que representa el ruido rodante más alto de los vehículos ligeros equipados con neumáticos con clavos. $\Delta L_{WR,acc,i,m}$ indica el efecto que tiene en el ruido rodante una intersección con semáforos o una rotonda. Comprende el efecto que la variación de velocidad tiene en el ruido.

$\Delta L_{W,temp}$ es un término de corrección para una temperatura media τ distinta de la temperatura de referencia $\tau_{ref} = 20$ °C.

Efecto de la temperatura del aire en la corrección del ruido rodante

La temperatura del aire afecta a la emisión de ruido rodante; de hecho, el nivel de potencia acústica rodante disminuye cuando aumenta la temperatura del aire. Este efecto se introduce en la corrección del asfalto. Las correcciones del asfalto suelen evaluarse con una temperatura del aire de $\tau_{ref} = 20$ °C. Si la temperatura del aire media anual en °C es diferente, el ruido del asfalto se corregirá con la fórmula:

$$\Delta L_{W,temp,m}(\tau) = K_m \times (\tau_{ref} - \tau)$$

El término de corrección es positivo (es decir, que el ruido aumenta) para temperaturas inferiores a 20 °C y negativo (es decir, que el ruido disminuye) para temperaturas más altas. El coeficiente K depende de las características del asfalto y de los neumáticos y, en general, refleja cierta dependencia de la frecuencia. Se aplicará un coeficiente genérico $K_{m=1} = 0,08$ dB/°C para vehículos ligeros (categoría 1) y $K_{m=2} = K_{m=3} = 0,04$ dB/°C para vehículos pesados (categorías 2 y 3) para todos los asfaltos. El coeficiente de corrección se aplicará por igual a todas las bandas de octava desde 63 hasta 8 000 Hz.

7.2.1.4.- RUIDO DE PROPULSIÓN

Ecuación general

La emisión de ruido de la propulsión comprende todas las contribuciones del motor, el tubo de escape, la cantidad de cambios, la entrada de aire, etc. El nivel de potencia acústica del ruido de la propulsión en la banda de frecuencias i para un vehículo de clase m se define como:

$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \times \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP,i,m}$$

Los coeficientes $A_{P,i,m}$ y $B_{P,i,m}$ se ofrecen en bandas de octava para cada categoría de vehículo y para una velocidad de referencia $v_{ref} = 70$ km/h. $\Delta L_{WP,i,m}$ se corresponde con la suma de los coeficientes de corrección que se han de aplicar a la emisión de ruido de la propulsión para condiciones de conducción específicas o condiciones regionales halladas a partir de las condiciones de referencia:

$$\Delta L_{WP,i,m} = \Delta L_{WP,road,i,m} + \Delta L_{WP,grad,i,m} + \Delta L_{WP,acc,i,m}$$

$\Delta L_{WP,road,i,m}$ representa el efecto del asfalto en el ruido de la propulsión a través de la absorción.

$\Delta L_{WP,acc,i,m}$ y $\Delta L_{WP,grad,i,m}$ representan el efecto de las pendientes del asfalto y de la aceleración y la desaceleración de los vehículos en las intersecciones.

Efecto de las pendientes del asfalto

La pendiente del asfalto tiene dos efectos en la emisión de ruido del vehículo: en primer lugar, afecta a la velocidad del vehículo y, por consiguiente, a la emisión de ruido rodante y de propulsión del vehículo; en segundo lugar, afecta a la carga y la velocidad del motor por la elección de la marcha y, por tanto, a la emisión de ruido de la propulsión del vehículo. En esta sección solo se aborda el efecto en el ruido de la propulsión, suponiendo una velocidad constante.

7.2.1.5.- EFECTO DE LA ACCELERACIÓN Y DESACELERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

Antes y después de las intersecciones reguladas por semáforos y las rotondas, se aplicará una corrección para el efecto de la aceleración y la desaceleración, tal y como se describe a continuación.

Los términos de corrección para el ruido rodante, $\Delta L_{WR,acc,m,k}$, y para el ruido de la propulsión, $\Delta L_{WP,acc,m,k}$, son funciones lineales de la distancia x (en m) desde la fuente puntual hasta la intersección más cercana de la

línea de fuentes correspondiente con otra línea de fuentes. Estos términos se atribuyen a todas las bandas de octava por igual:

$$\Delta L_{WR,acc,m,k} = C_{R,m,k} \times \text{Max}\left(1 - \frac{|x|}{100}; 0\right)$$

$$\Delta L_{WP,acc,m,k} = C_{P,m,k} \times \text{Max}\left(1 - \frac{|x|}{100}; 0\right)$$

Los coeficientes $C_{R,m,k}$ y $C_{P,m,k}$ dependen del tipo de unión k ($k = 1$ para una intersección regulada por semáforos; $k = 2$ para una rotonda) y se proporcionan para cada categoría de vehículos. La corrección comprende el efecto del cambio de velocidad al aproximarse a una intersección o a una rotonda o al alejarse de ella.

7.2.1.6.- EFECTO DEL TIPO DE ASFALTO

Principios generales

Si se trata de asfaltos con propiedades acústicas distintas a las de la superficie de referencia, se aplicará un término de corrección espectral para el ruido rodante y el ruido de la propulsión.

El término de corrección del asfalto para la emisión de ruido rodante se halla mediante:

$$\Delta L_{WR,road,i,m} = \alpha_{i,m} + \beta_m \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right)$$

donde

$\alpha_{i,m}$ es la corrección espectral en dB a la velocidad de referencia v_{ref} para la categoría m (1, 2 o 3) y con la banda espectral i .

β_m es el efecto de la velocidad en la reducción de ruido rodante para la categoría m (1, 2 o 3) y es idéntico para todas las bandas de frecuencias.

El término de corrección del asfalto para la emisión de ruido de la propulsión se proporciona mediante:

$$\Delta L_{WP,road,i,m} = \min\{\alpha_{i,m}; 0\}$$

Las superficies absorbentes reducen el ruido de la propulsión, mientras que las superficies no absorbentes no lo aumentan.

Efecto de la antigüedad en las propiedades del ruido del asfalto

Las características acústicas de las superficies de rodadura varían con la antigüedad y el nivel de mantenimiento, con una tendencia a que el ruido sea más alto con el paso del tiempo. En este método, se hallan los parámetros de la superficie de rodadura para que sean representativos del rendimiento acústico del tipo de superficie de rodadura como promedio con respecto a su vida útil representativa y suponiendo que se realiza un mantenimiento adecuado.

7.2.2.- MODELO DE RUIDO INDUSTRIAL

7.2.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE

7.2.2.1.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS TIPO DE FUENTE (PUNTO, LÍNEA Y ÁREA)

Las fuentes industriales presentan dimensiones muy variables. Puede tratarse de plantas industriales grandes, así como de fuentes concentradas pequeñas, como herramientas pequeñas o máquinas operativas utilizadas en fábricas. Por tanto, es necesario usar una técnica de modelización apropiada para la fuente específica objeto de evaluación. En función de las dimensiones y de la forma en que varias fuentes independientes se extienden por una zona, todas ellas pertenecientes al mismo emplazamiento industrial, se pueden modelizar como fuentes puntuales, líneas de fuentes u otras fuentes de área. En la práctica, los cálculos del efecto acústico siempre se basan en las fuentes sonoras puntuales, pero se pueden usar varias fuentes sonoras puntuales para representar una fuente compleja real, que se extiende principalmente por una línea o un área.

7.2.2.1.2.- NÚMERO Y SITUACIÓN DE FUENTES SONORAS EQUIVALENTES

Las fuentes acústicas reales se modelizan mediante fuentes acústicas equivalentes representadas por una o varias fuentes puntuales, de forma que la potencia acústica total de la fuente real se corresponda con la suma de las potencias acústicas individuales atribuidas a las diferentes fuentes puntuales.

Las normas generales que deben aplicarse en la definición del número de fuentes puntuales que se usarán son:

- Las fuentes lineales o de superficie en las que la dimensión más alta es inferior a 1/2 de la distancia entre la fuente y el receptor pueden modelizarse como fuentes puntuales exclusivas.

- Las fuentes en las que la dimensión más grande es mayor que 1/2 de la distancia entre la fuente y el receptor deben modelizarse como una serie de fuentes puntuales en una línea o como una serie de fuentes puntuales incoherentes en un área, de forma que para cada una de estas fuentes se cumpla la condición de 1/2. La distribución por un área puede incluir la distribución vertical de las fuentes puntuales.
- Si se trata de fuentes en las que las dimensiones más grandes en términos de altura superen los 2 m o si están cerca del suelo, cabe prestar especial atención a la altura de la fuente. Duplicar el número de fuentes, redistribuyéndolas únicamente en el componente z no puede ofrecer un resultado significativamente mejor para esta fuente.
- Para todas las fuentes, duplicar el número de fuentes sobre el área de la fuente (en todas las dimensiones) no puede ofrecer un resultado significativamente mejor.

No se puede fijar la posición de las fuentes acústicas equivalentes, debido al gran número de configuraciones que un emplazamiento industrial puede tener. Por lo general, se aplicarán buenas prácticas.

7.2.2.1.3.- EMISIÓN DE LA POTENCIA ACÚSTICA

La información siguiente constituye el conjunto completo de datos de entrada para los cálculos de la propagación acústica con los métodos que se utilizarán para la cartografía de ruido:

- Espectro del nivel de potencia acústica emitida en bandas de octava
- Horas de funcionamiento (día, tarde, noche o como promedio anual)
- Ubicación (coordenadas x, y) y elevación (z) de la fuente de ruido
- Tipo de fuente (punto, línea y área)
- Dimensiones y orientación
- Condiciones de funcionamiento de la fuente
- Directividad de la fuente.

Es necesario definir la potencia acústica de la fuente puntual, lineal o de área como:

- Para una potencia acústica de una fuente puntual L_w y la directividad como una función de tres coordenadas ortogonales (x, y, z);
- Se pueden definir dos tipos de líneas de fuente:
- líneas de fuente que representan cintas transportadoras, oleoductos, etc., potencia acústica por longitud en metros L_w y directividad como una función de dos coordenadas ortogonales en el eje de la línea de la fuente;

- Líneas de fuentes que representan a los vehículos en movimiento, cada uno de ellos asociado a la potencia acústica L_w y directividad como una función de las dos coordenadas ortogonales en el eje de la línea de fuentes y potencia acústica por metro L_w derivada de la velocidad y el número de vehículos que circulan por esta línea durante el día, la tarde y la noche. La corrección para las horas de funcionamiento, que se añadirá a la potencia acústica de la fuente para definir la potencia acústica corregida que se usará para los cálculos en cada periodo de tiempo C_w en dB, se calcula como sigue:

$$C_w = -10 \lg \left(\frac{l \times n}{1\,000 \times V \times T_0} \right)$$

Donde:

V Velocidad del vehículo [km/h];

N Número de pases de vehículos por cada período [-];

l Longitud total de la fuente [m];

- Para una fuente de área, la potencia acústica por metro cuadrado L_{w/m^2} , y sin directividad (puede ser horizontal o vertical).

Las horas de funcionamiento son una información fundamental para el cálculo de los niveles de ruido. Las horas de funcionamiento se deben facilitar para el día, la tarde y la noche y, si la propagación usa diferentes clases meteorológicas definidas durante el día, la noche y la tarde, entonces deberá facilitarse una distribución más definida de las horas de funcionamiento en subperíodos que coincidan con la distribución de las clases meteorológicas. Esta información se basará en un promedio anual. La corrección de las horas de funcionamiento, que se añadirá a la potencia acústica de la fuente para definir la potencia acústica corregida que se deberá utilizar para los cálculos en relación con cada período de tiempo C_w en dB, se calcula como sigue:

$$C_w = 10 \times \lg \left(\frac{T}{T_{ref}} \right)$$

donde

T es el tiempo que la fuente está activa por cada período con carácter anual, medido en horas;

T_{ref} es el período de tiempo de referencia en horas (por ejemplo, para el día es 12 horas, para la tarde, 4 horas y, para la noche, 8 horas).

Para las fuentes más dominantes, la corrección de las horas de funcionamiento promedio anual se calculará al menos en una tolerancia de 0,5 dB a fin de conseguir una precisión aceptable (es equivalente a una incertidumbre inferior al 10 % en la definición del período durante el cual la fuente permanece activa).

7.2.2.1.4.- DIRECTIVIDAD DE LA FUENTE

Se seguirá la norma ISO 9613-2: «Acústica-Atenuación del sonido cuando se propaga en el ambiente exterior, Parte 2: Método general de cálculo».

Para la aplicación del método establecido en esta norma, pueden obtenerse datos adecuados sobre emisión de ruido (datos de entrada) mediante mediciones realizadas según alguno de los métodos descritos en las normas siguientes:

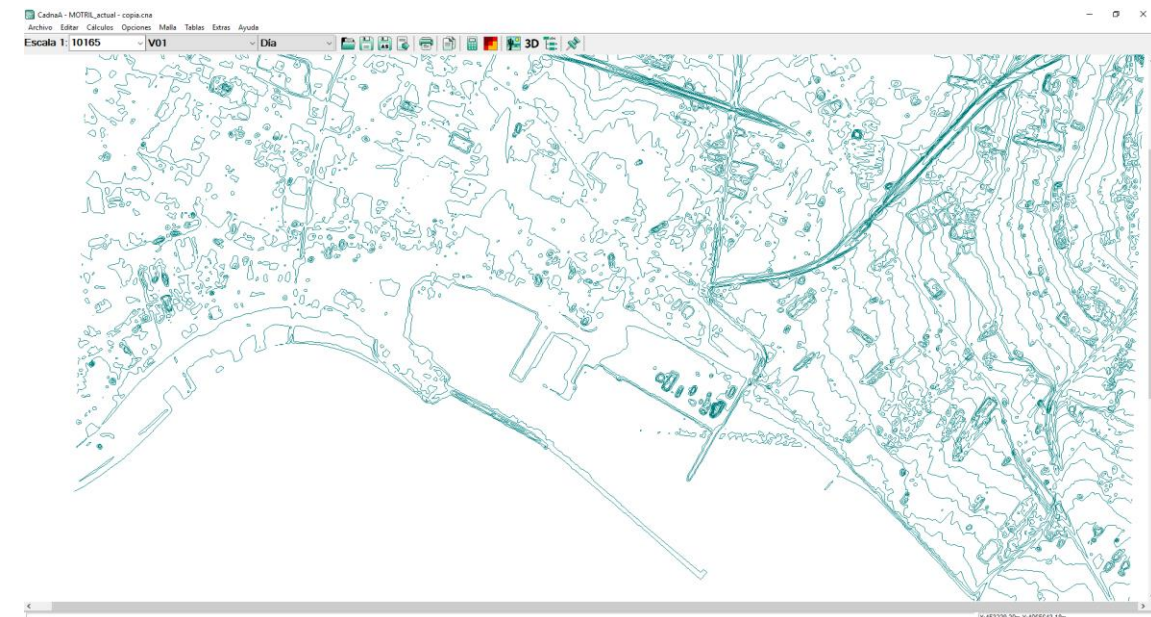
- ISO 8297: 1994 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de plantas industriales multifuente para la evaluación de niveles de presión sonora en el medio ambiente-Método de ingeniería»,
- EN ISO 3744: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante»,
- EN ISO 3746: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante».

7.3.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

7.3.1.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

En el primer paso se contempla la incorporación de la geometría del terreno del área de estudio, mediante curvas de nivel cada 1 metro.

La cartografía en formato SHP se ha introducido en CadnaA y se ha configurado, tomando como dato de altura el dato de cota almacenado en las tablas del mismo archivo shape.



De esta forma se puede visualizar en tres dimensiones el terreno del área de estudio:



7.3.1.2.- INCORPORACIÓN DE LA VÍAS DE TRÁFICO

Los datos geométricos de las vías de tráfico rodado bajo estudio se importan en formato SHP con información de sus perfiles, número de carriles, cotas sobre el terreno, IMD, porcentaje de tráfico pesado, etc.

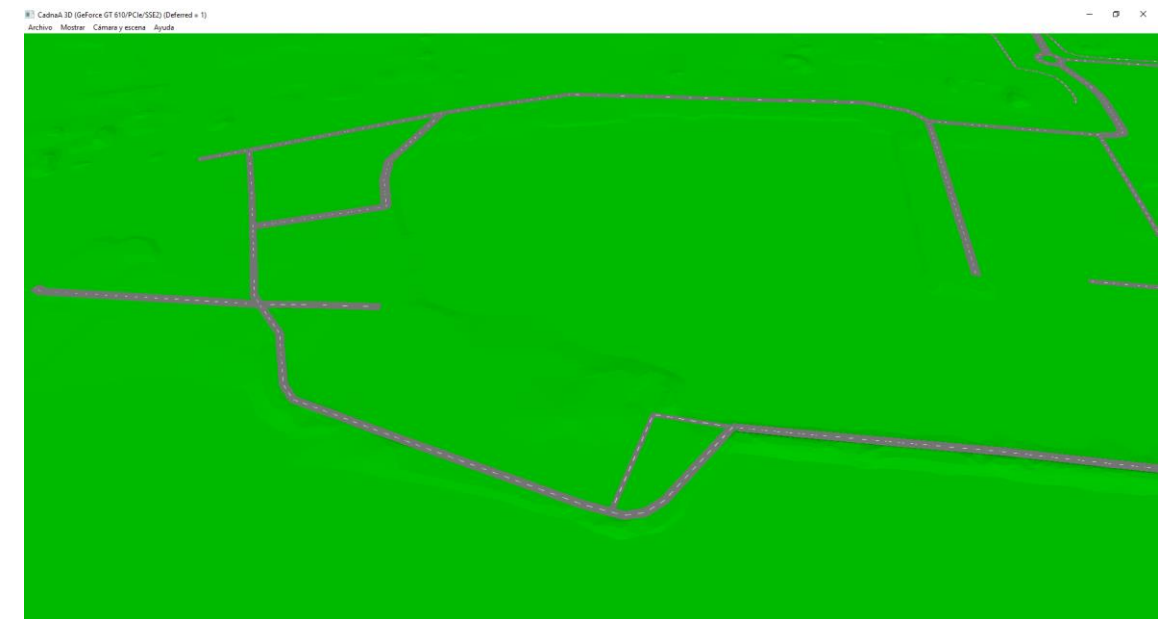
Hay que tener en cuenta que el elemento que hay que incorporar al modelo es el eje de modelización, no el propio eje de la carretera. Este eje de modelización coincide con el eje de la plataforma de la vía. Por

este motivo, en el caso de una carretera de varios carriles y varios sentidos, sin separación, el eje de modelización coincidirá con el propio eje de la carretera, mientras que si existiera una separación física por mediana, habría que incluir dos ejes de modelización, uno por cada plataforma de carretera.

Después de incorporar los parámetros, la vista 3D muestra lo siguiente:



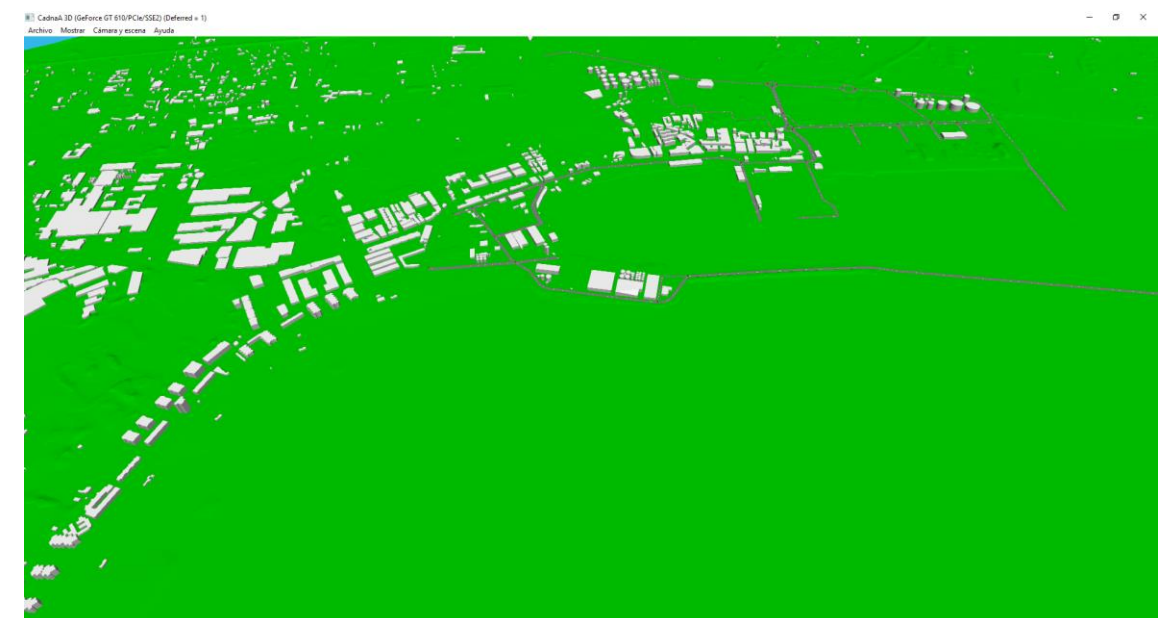
Tras revisiones del modelo tridimensional se detectan incongruencias en los cruces de calles donde existen pasos a nivel o túneles. Estos errores del modelo se subsanan en los siguientes puntos del trabajo. A continuación se muestran unos ejemplos:



7.3.1.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

De forma análoga, como se ha realizado con las carreteras, se importan los edificios del municipio en formato SHP y se configuran de forma automática los parámetros de cada uno, mediante el uso de las siguientes variables del programa:

Una vez configurados los elementos, la vista tridimensional muestra lo siguiente:



Al igual que ocurriera con las carreteras, se debe hacer una revisión exhaustiva de los edificios en el modelo 3D, para evitar que haya edificios que se encuentren situados por debajo del terreno o existan incongruencias en el modelo.

7.3.1.4.- INCORPORACIÓN DE LAS ÁREAS DE ABSORCIÓN

Las propiedades de la absorción acústica del suelo están estrechamente relacionadas con su porosidad. El suelo compacto suele ser reflectante, mientras que el suelo poroso es absorbente.

A efectos de los requisitos de cálculo operativo, la absorción acústica de un suelo se representa mediante un coeficiente adimensional \bar{G} , entre 0 y 1. \bar{G} es independiente de la frecuencia. En el cuadro que se muestra a continuación se ofrecen los valores de \bar{G} del suelo en exteriores. En general, la media del coeficiente \bar{G} con respecto a un trayecto adopta valores comprendidos entre 0 y 1.

Valores de \bar{G} para diferentes tipos de suelo			
Descripción	Tipo	(kPa · s/m ²)	Valor \bar{G}
Muy blando (nieve o con hierba)	A	12,5	1
Suelo forestal blando (con brezo corto y denso o musgo denso)	B	31,5	1
Suelo blando no compacto (césped, hierba o suelo mullido)	C	80	1
Suelo no compacto normal (suelo forestal y suelo de pastoreo)	D	200	1
Terreno compactado y grava (césped compactado y zonas de parques)	E	500	0,7
Suelo denso compactado (carretera de grava o aparcamientos)	F	2 000	0,3
Superficies duras (concreto y asfalto más normal)	G	20 000	0
Superficies muy duras y densas (asfalto denso, concreto y agua)	H	200 000	0

Por norma general, las zonas urbanas se consideran reflectantes, y las no urbanas, absorbentes (exceptuando los ríos, balsas...).

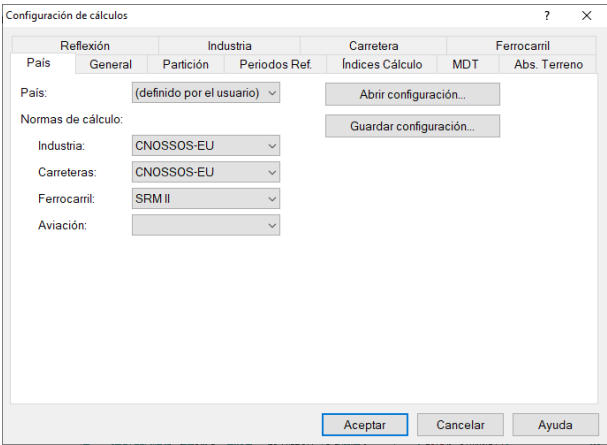
8.- CONFIGURACIÓN DEL CÁLCULO

Una vez elaborado el modelo tridimensional de la zona de estudio, se han configurado adecuadamente los parámetros de cálculo, de acuerdo a la Directiva (UE) 2015/996, con el fin de que los resultados se adecuen lo máximo a situación acústica real.

A continuación se detallan los parámetros que se han tenido en cuenta para el cálculo acústico:

8.1.- MODELOS DE CÁLCULO

Se han establecido los métodos de cálculos recomendados por la Directiva (UE) 2015/996 para la determinación de los niveles sonoros.



8.2.- PROPAGACIÓN DEL SONIDO Y BÚSQUEDA DE FUENTES

El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613. Así mismo, se ha establecido como distancia mínima de propagación del sonido 2 Km, parámetro que en el sistema de cálculo se configura como el radio máximo de búsqueda.

Configuración de cálculos

Reflexión: Error Máx. (dB): 0.0, Interpolación de malla: (ninguno)

Radio Máx. Búsqueda (m): 2000.0, Dif. máx. esquinas (dB): 10.0

Distancia mínima fle. - rec. (m): 0.0, Dif. máx. centro (dB): 0.10

☒ Extrapolar Malla 'bajo' edificios, ☐ Apantallado rápido

Coef. incertidumbre propagación: 0

☐ Método Angle Scan, ☐ Compatibilidad Mithra

Número segmentos angulares: 100, Número de reflexiones: 0

Aceptar Cancelar Ayuda

Configuración de cálculos

Designar Horas - Periodos Día, Tarde y Noche:

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
N	N	N	N	N	N	N	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	N

Penalización Día (dB): 0.0, Penalización Tarde (dB): 5.0, Penalización Noche (dB): 10.0

☐ Penalización Tarde sólo para:

- (para Noche)
- Residencial
- Mixto - zonas mixtas
- Mi - Mischgebiet
- GE - Gewerbegebiet

Aceptar Cancelar Ayuda

8.3.- ORDEN DE REFLEXIÓN

Los receptores establecidos para el cálculo de malla y de los niveles en fachada han obtenido su valor considerando el sonido directo y sonido reflejado de segundo orden (dos reflexiones).

Configuración de cálculos

Orden máx. de reflexión: 2

Condiciones para cálculo de reflexiones:

Radio de búsqueda de Fuentes (m): 100.00, Receptor: 100.00

Distancia máx. fuente-receptor (m): 1000.00, Suavizar desde: 1000.00

Distancia mín. receptor - reflector (m): 1.00, Suavizar desde: 1.00

Distancia máx. fuente - reflector (m): 0.50

Aceptar Cancelar Ayuda

8.4.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se han contemplado los parámetros de evaluación de acuerdo a las especificaciones de la norma y del pliego técnico, siendo los relativos a los periodos horarios correspondientes a L_{dia} , L_{tarde} , L_{noche} , y L_{den} , todos en dBA, a una altura de evaluación de 4 metros.

Las penalizaciones vespertina y nocturna que aparecen en la figura se tienen en cuenta para el cálculo del índice L_{den} :

$$L_{den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right)$$

8.5.- CONDICIONES DE PROPAGACIÓN DE RUIDO FAVORABLE

Las condiciones de propagación de ruido favorable se han configurado especificando un 50% en periodo diurno, un 75 % en periodo de tarde y un 100% en periodo nocturno:

Meteorología

Pais: France, (default)

Porcentaje de "condiciones favorables" día / noche

	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
Día:	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tarde:	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Noche:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

☐ Valores Tarde = Valores Día

OK Cancelar Ayuda

8.6.- MALLA DE CÁLCULO

Los niveles sonoros se han determinado mediante una malla de receptores sonoros distribuidos a 4 metros de altura sobre el terreno con una separación entre receptores de 5 metros.

9.- SIMULACIÓN DEL MODELO

Una vez realizado y configurado el modelo tridimensional, es necesario que el programa de simulación comience el cálculo para obtener los niveles sonoros de los indicadores definidos.

Para optimizar los recursos y minimizar el tiempo requerido para tal efecto, el proceso de cálculo se distribuye entre diferentes equipos dedicados de forma exclusiva, mediante la tecnología PCSP (*Program Controlled Segmented Processing*) que permite dividir el modelo en sub-regiones de malla de cálculo que se pueden procesar de forma independiente.

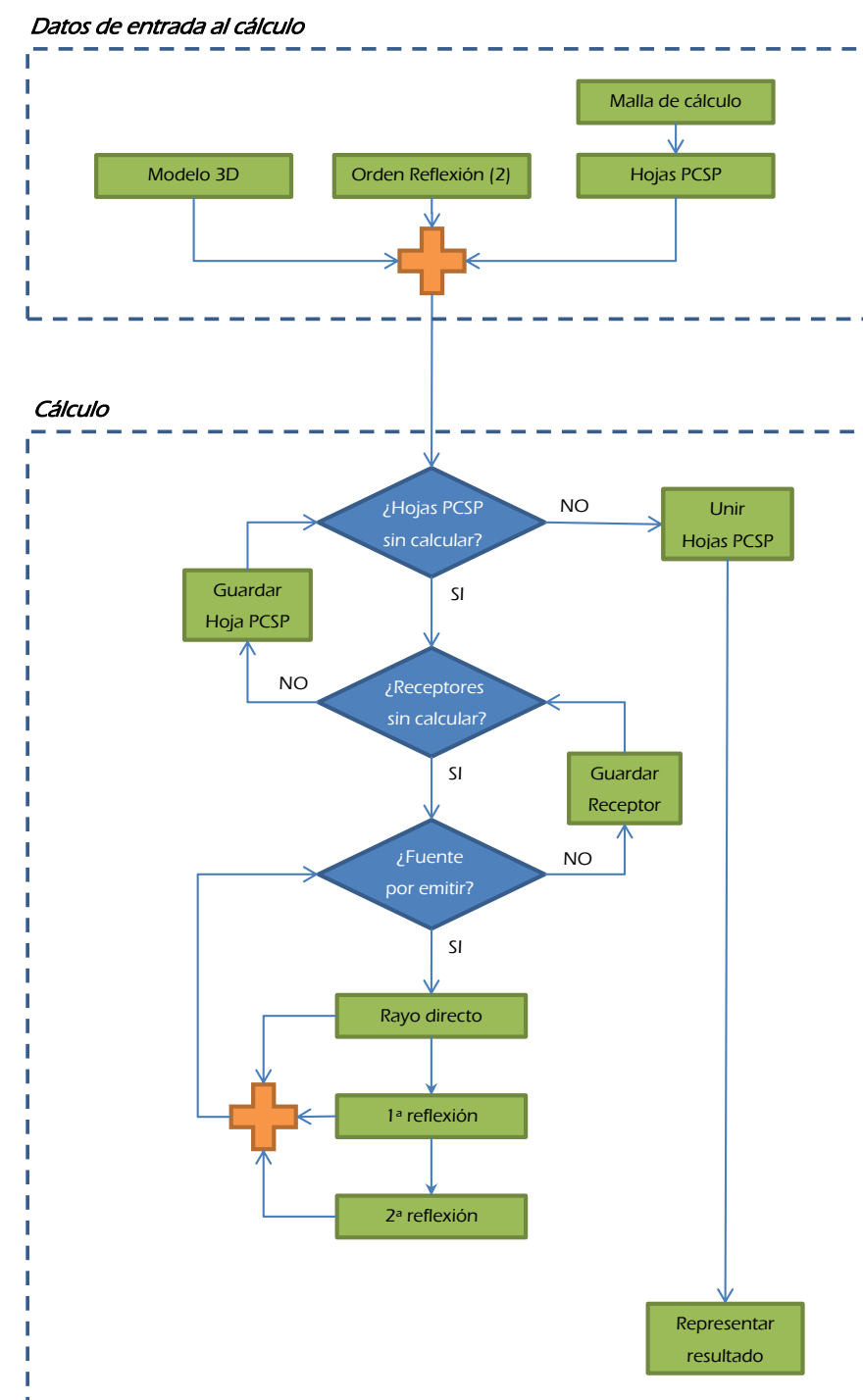
Cada uno de los microprocesadores disponibles para procesar adquiere el modelo tridimensional de un servidor común y toma una "hoja" PCSP para procesarla de forma independiente con respecto al resto de equipos. Al terminar el cálculo de una hoja, se guarda su resultado y se comienza a procesar otra distinta.

Una vez no haya disponibles más hojas para calcular, los equipos detendrán el proceso. En este punto, será posible cargar todas las hojas calculadas y ver el resultado final, mostrando los niveles de ruido para cada uno de los indicadores configurados.

En el caso de que durante el proceso de cálculo se produzca un fallo en el sistema y se detenga el proceso, será posible reiniciarlo sin perder los datos calculados hasta ese momento. Los equipos seguirán trabajando

con el resto de hojas y será posible recalcular de forma independiente una hoja concreta en el caso de que esta quede inservible.

El diagrama de flujo del software de simulación se presenta de forma esquemática en el siguiente cuadro:



10.- RESULTADOS MODELIZACIÓN

A continuación se describen los resultados obtenidos diferenciando dos partes principales: mapas y afección a la población.

10.1.- MAPAS

En el anexo 1 al presente documento se presentan los planos siguientes:

- 1. MAPAS DESCRIPTIVOS DEL PUERTO
 - 1.1. Usos portuarios
 - 1.2. Zonificación acústica de Motril
 - 1.3. Identificación de fuentes de ruido
- 2. MAPAS DE NIVELES SONOROS
 - 2.1. Indicador L_d
 - 2.2. Indicador L_e
 - 2.3. Indicador L_n
 - 2.4. Indicador L_{den}
- 3. MAPAS DE CONFLICTO
 - 3.1. Indicador L_d
 - 3.2. Indicador L_e
 - 3.3. Indicador L_n
- 4. MAPAS DE AFECCIÓN

10.1.1.- MAPAS DE NIVELES

Se han elaborado mapas de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal, para cada una de las fuentes de ruido identificadas en el apartado 8 y para el total de las fuentes de ruido.

Los indicadores establecidos por la legislación son:

- $L_{día}$, representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- L_{tarde} , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

- L_{noche} , representando niveles de 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB
- L_{den} , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

Se ha utilizado como escala de representación la escala 1:10.000.

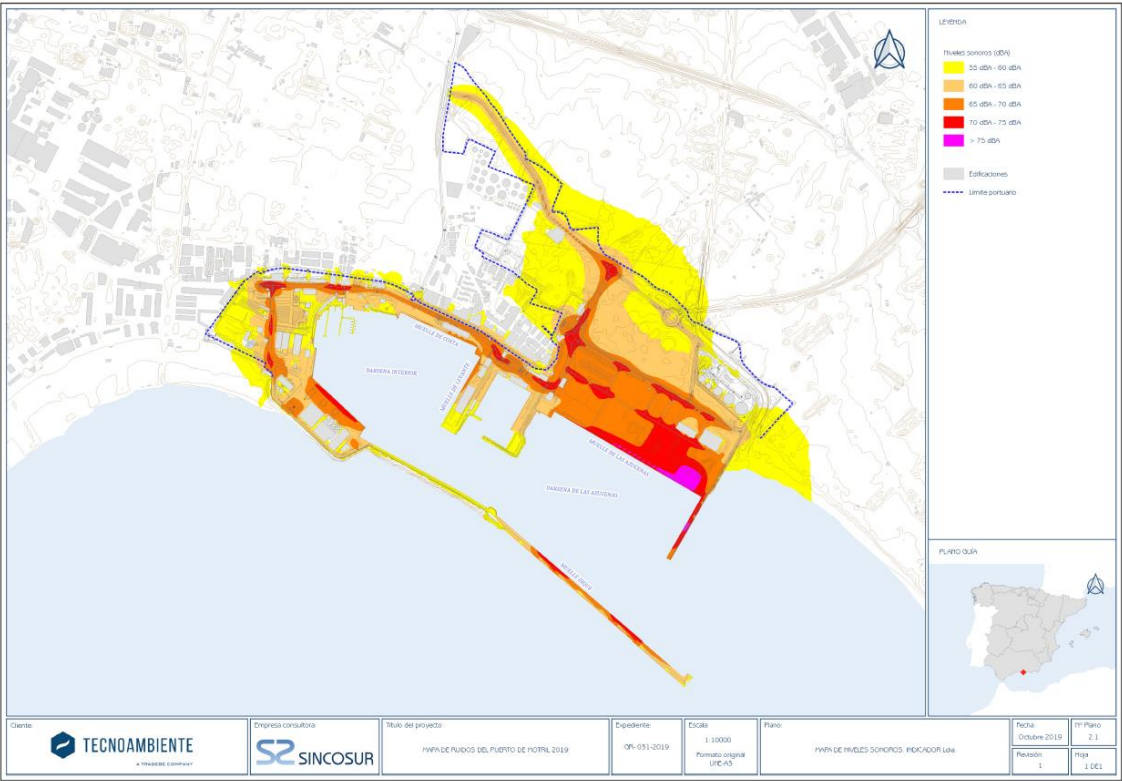
A continuación se exponen dos ejemplos de los resultados obtenidos, para los indicadores L_{den} y L_{noche} .

Conforme a las instrucciones del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido se han asignado un color a cada uno de los intervalos de niveles sonoros exigidos.

Lden, Ld, Le

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

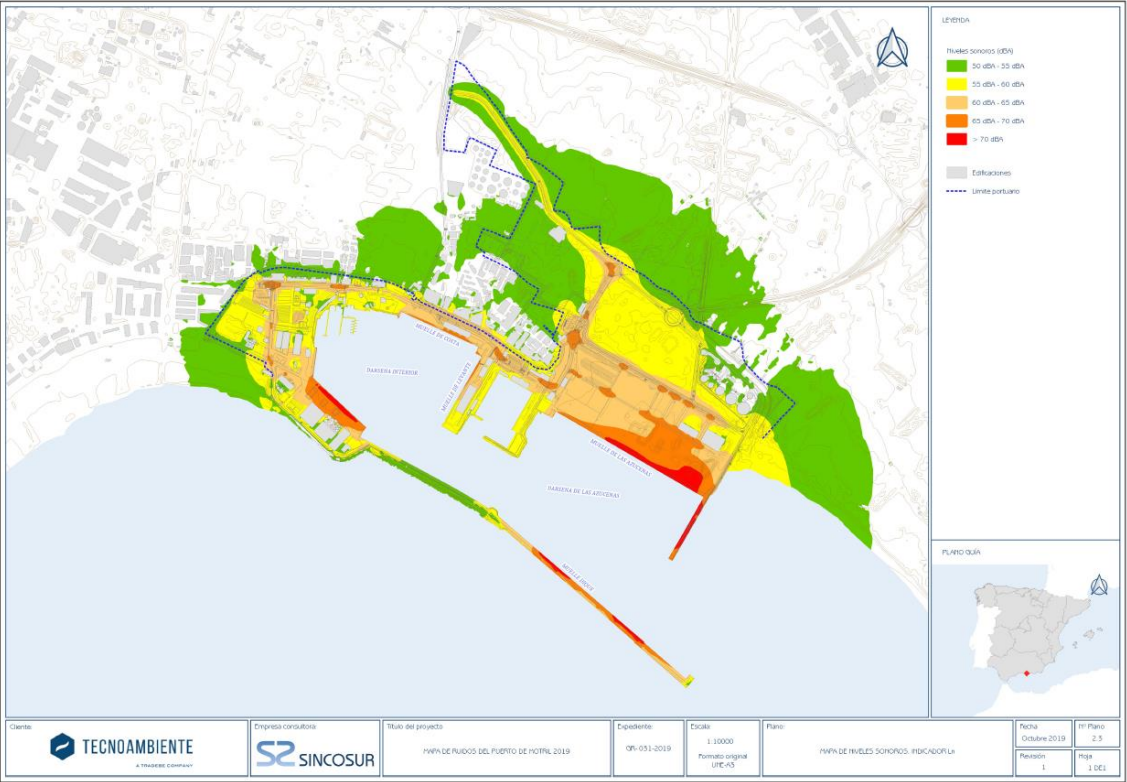
Nivel sonoro (dB(A))	
55-60	70-75
60-65	>75
65-70	



Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
50-55	65-70
55-60	>70
60-65	

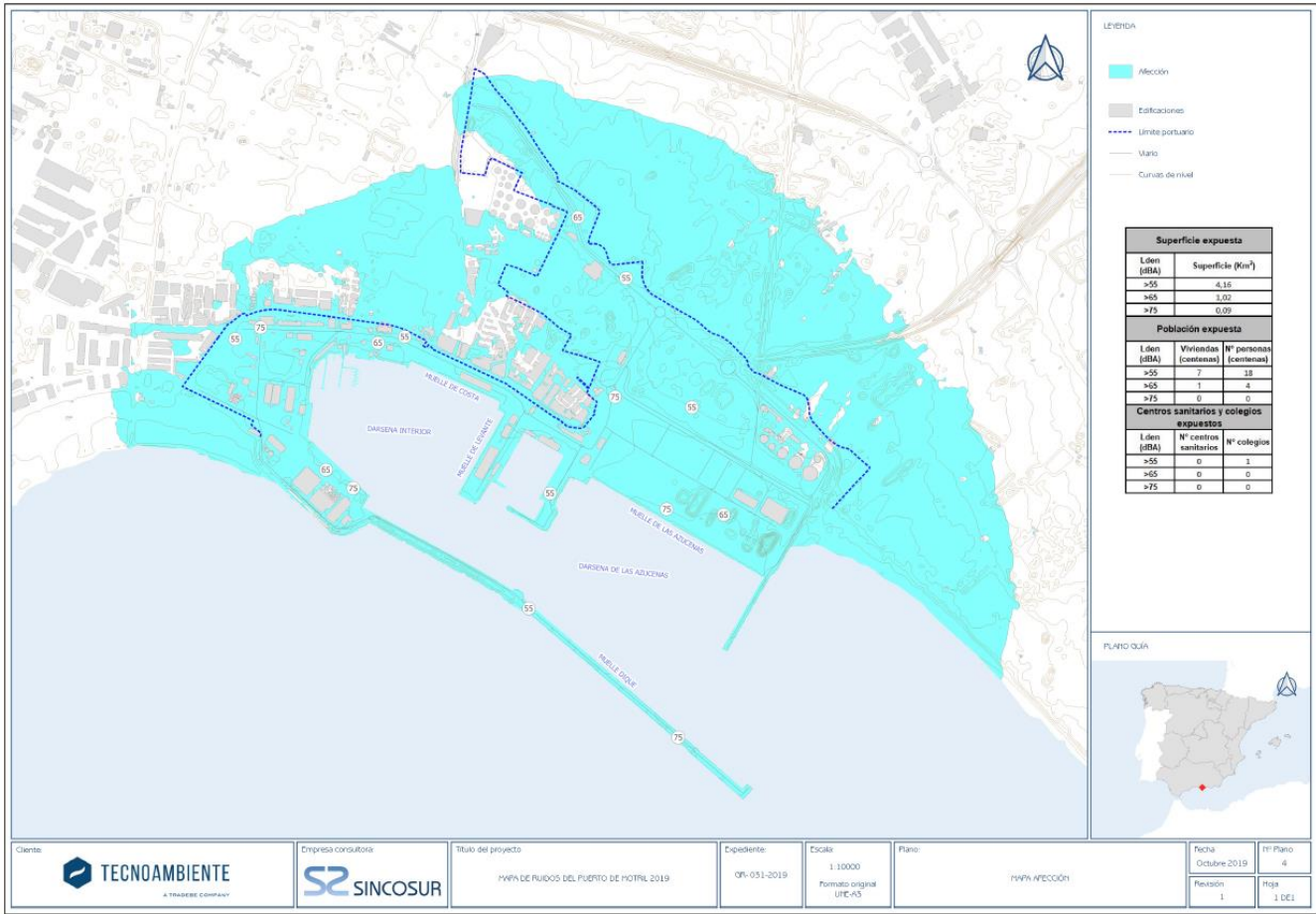


Observando la escala de colores de las imágenes anteriores tenemos que el límite de cumplimiento de los objetivos de calidad es:

Escala de colores para límite de cumplimiento			
Periodo	Tipo de área acústica		
	Residencial	Sanitario/Docente	Industrial
Día y tarde	> 65 dBA	> 60 dBA	> 75 dBA
Noche	> 55 dBA	> 50 dBA	> 65 dBA

10.1.2.- MAPA DE ZONAS DE AFECCIÓN

Este mapa se obtiene a partir del mapa de niveles sonoros del indicador L_{den} . Incluyen los datos de superficies totales (en km^2), expuestas a valores de L_{den} superiores a 55, 65, y 75 dBA, respectivamente. Se indica además el número total estimado de viviendas, y el número total estimado de personas que viven en cada una de esas zonas. Las isófonas correspondientes a 55, 65 y 75 dBA figuran en el mapa explícitamente y se incluye información sobre la ubicación de las ciudades, pueblos y aglomeraciones situadas dentro de esas curvas. Para la obtención del dato de viviendas y población expuesta en estos rangos, se ha considerado que cada edificio en su totalidad estará afectado por la isófona más desfavorable al que está expuesta cualquiera de sus fachadas a 4 metros de altura. Todos los datos se proporcionarán en centenas, considerando siempre la fachada más expuesta. También se incluye el dato del número de centros docentes y centros sanitarios expuestos, considerando el mismo criterio que para los edificios residenciales.

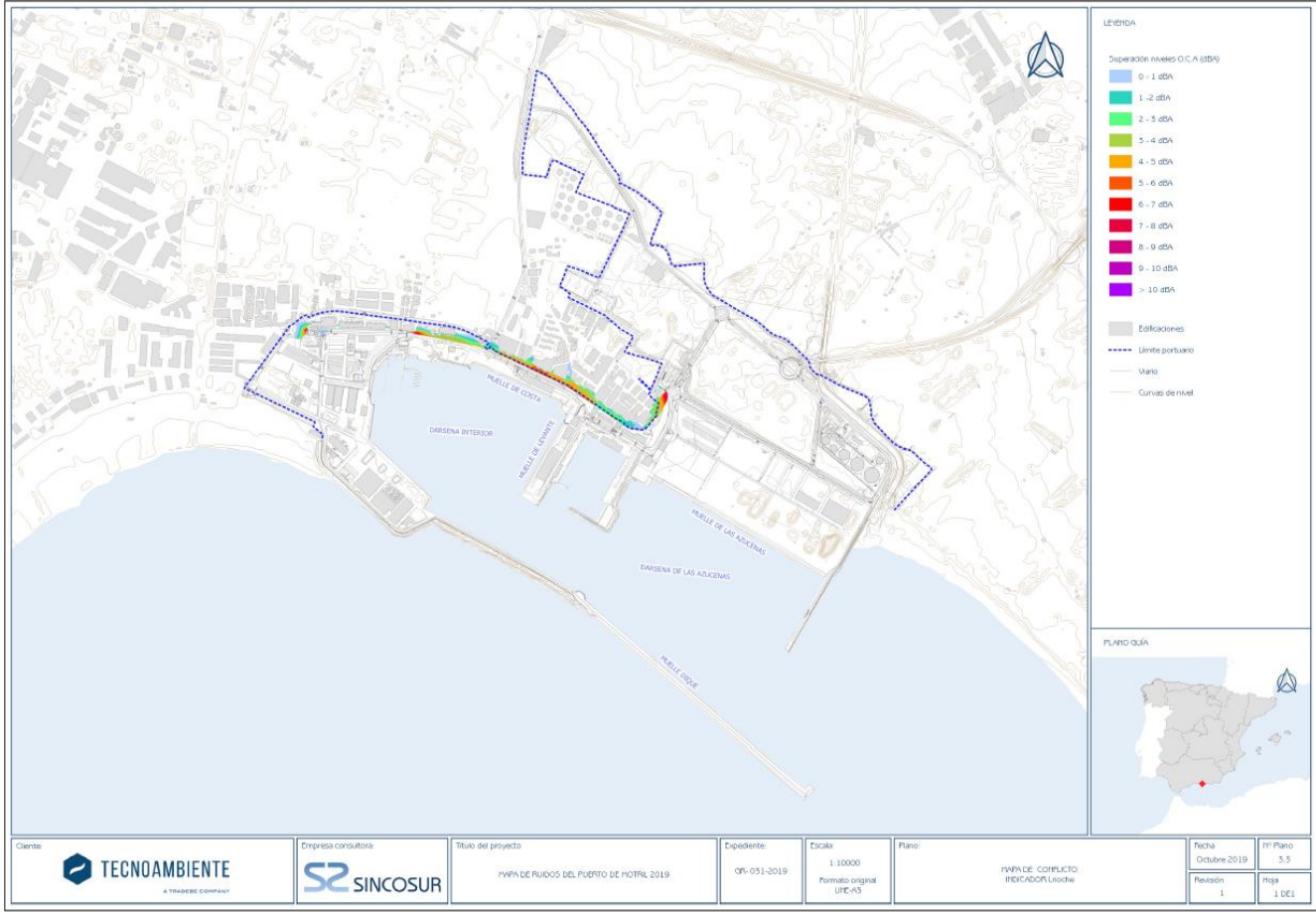


10.1.3.- MAPA DE ZONAS DE CONFLICTO

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, establece para cada tipología de zona acústica unos Objetivos de Calidad Acústica (OCA), caracterizados por unos niveles límite de inmisión sonora en el exterior.

Áreas Acústicas	Uso	L _d ; L _e	L _n
A	Residencial	65	55
B	Industrial	75	65
C	Recreativo	73	63
D	Terciario	70	65
E	Sanitario y docente	60	50
F	Infraestructuras	OCA en límite	OCA en límite
G	Espacios naturales	Según objetivos	Según objetivos

Una vez obtenidos los mapas de niveles sonoros, y conociendo la distribución de zonas acústicas a lo largo del territorio de estudio, con su Objetivo de Calidad Acústica (OCA) correspondiente, es posible, mediante tratamiento en el Sistema de Información Geográfica (SIG), cruzar la información determinando así las zonas en las que se incumplen los OCA, pudiendo así definir puntos y zonas de actuación donde es necesario reducir los niveles sonoros. Los mapas que representan las zonas donde se incumplen los OCA, indicando además el grado de exceso, se denominan mapas de conflicto. Estos mapas se han realizado para los tres periodos de evaluación, usando la escala detalle de 1:5.000. En la siguiente figura se observa el resultado obtenido para el caso del indicador L_{noche}:



10.2.- AFECCIÓN

Uno de los objetivos principales del Mapa Estratégico de Ruido es obtener la población afectada por el ruido ambiental por encima de unos umbrales establecidos por la legislación vigente. Se presentan a continuación los límites de referencia de niveles acústicos, los métodos de cálculo de población afectada y los resultados obtenidos.

10.2.1.- LÍMITES DE REFERENCIA NIVELES

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que nos permitan evaluar la afección al ruido, se ha acudido a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas,

concretamente lo recogido en el CAPÍTULO III “Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica” y en el CAPÍTULO IV “Procedimientos y métodos de evaluación de la contaminación acústica”.

Según el artículo 14. *Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas:*

1. *En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:*

a) *Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.*

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Como se puede observar en la tabla anterior los objetivos se establecen para los índices de ruido, L_d, L_e y L_n, cuya definición según el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, es:

- L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población pasará por determinar cada uno de los indicadores L_d, L_e y L_n y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área acústica.

10.2.2.- METODOLOGÍA PARA ELABORAR LA POBLACIÓN AFECTADA

La determinación de la situación acústica de un municipio a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica. Cada uno de estos métodos establece unas pautas de trabajo que determinan resultados de exposición que pueden ser más o menos precisos con respecto a la situación real.

A la hora de ejecutar algunos de estos métodos deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Grado de desviación de los resultados con respecto a la realidad.
- Recursos temporales y humanos necesarios para implantar el método.
- Hipótesis o aproximaciones a tener en cuenta frente a los datos disponibles de la población.

La determinación de los resultados de población expuesta a distintos rangos de niveles de presión sonora en base a procedimientos estandarizados, permitirá la comparación de los mismos con los resultados de otros municipios o territorios. En esta línea, la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse

a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_n en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, que denominaremos método END (*European Noise Directive*), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la Comisión Europea, siendo también habitual para la entrega al resto de Administraciones. Sin embargo, como se demostrará en apartados posteriores, es el procedimiento que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, dando resultados de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad.

La consideración única del método END puede dar lugar a resultados preocupantes sobre la situación acústica de los distintos escenarios acústicos que se pudiera plantear, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, nos arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

En los siguientes apartados se presentarán y detallarán dos procedimientos distintos de cálculo de población expuesta, indicando el grado de aproximación, los recursos que requieren su ejecución y su metodología, con el fin de realizar una valoración de cada uno y seleccionar aquel que nos pueda dar una mejor estimación de la población afectada.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

10.2.2.1.- MÉTODO END

Como ya se ha comentado, el método END (*European Noise Directive*) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_{noche} , a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la **fachada más expuesta**, distinguiendo tráfico rodado, ferroviario, aéreo y fuentes industriales.

Esta estimación del ruido soportado por cada fachada requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor. Este cálculo determinará la fachada más expuesta, como aquella que soporte mayor nivel de presión sonora.

El planteamiento que define este método supone que **todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta**. Esta definición del procedimiento no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Como se puede intuir, si bien este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en el caso de viviendas unifamiliares, en el caso de edificios residenciales de varias viviendas se obtendría un resultado de población expuestas sobreestimado.

En la siguiente figura se puede apreciar un detalle de la aplicación de este método representando para cada edificio residencial el nivel máximo soportado por la fachada más expuesta.



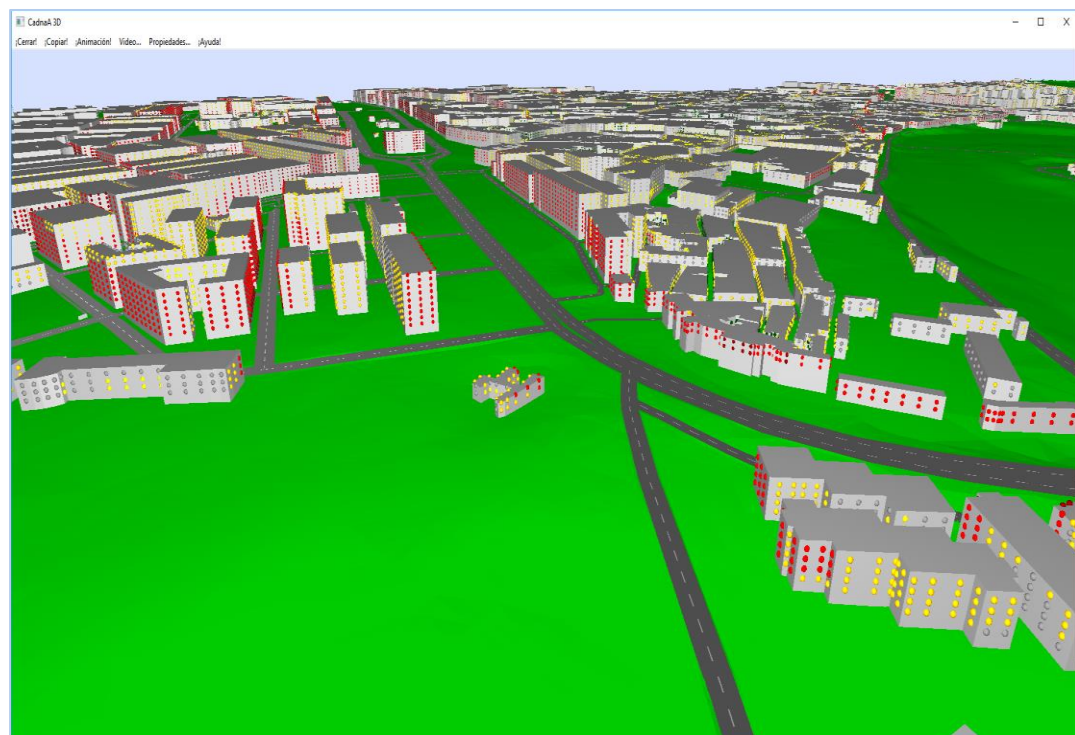
10.2.2.2.- MÉTODO VBEB

El método alemán VBEB (*Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm*) permite obtener estimaciones más cercanas a los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo éstos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará **el nivel de presión sonora** al que se encuentra expuesta cada vivienda, **considerando el parámetro de altura**, a diferencia del método END expuesto anteriormente en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 metros del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al **distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas**. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

Como se puede apreciar en la figura siguiente, el software de simulación acústica utilizado nos permite establecer y calcular receptores en fachada a diferentes alturas de forma automática:



10.2.3.- COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN

Una vez se han presentado los dos métodos de estimación de población afectada, se dispone de información suficiente para poder realizar un análisis comparativo, valorando el grado de precisión de cada uno, los recursos temporales y humanos requeridos y las hipótesis o aproximaciones a tener en cuenta frente a los datos disponibles de la población.

Para ello, en primer lugar se hará mención a lo que la bibliografía expone en relación a estos temas, analizando la normativa en materia de contaminación acústica, los artículos que discutan los métodos de evaluación de la exposición y las directrices de las guías de trabajo en acústica.

La Directiva Europea 2002/49/CE establece las bases para que los países miembros desarrollen la normativa en materia de contaminación acústica, definiendo métodos e información que debe, de forma obligatoria, entregarse a la Comisión Europea.

En cuanto a la evaluación de la población expuesta, la normativa no entra en demasiado detalle sobre la metodología a seguir, y sobre todo, no define los aspectos relacionados con el grado de aproximación ni las hipótesis o aproximaciones a considerar ante la falta de información de población.

Únicamente se define, en el Anexo VI, punto 1.5 y 1.6, que se deberá comunicar a la Comisión Europea, para el caso de las aglomeraciones, el número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de L_{den} y L_{dia} a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta.

Este requisito no especifica cómo se reparte la población en el edificio y tampoco si, considerando un único edificio, se debe determinar únicamente la población localizada en los tramos de fachada con el nivel más elevado (y por tanto más expuesta) o si se considera que toda la población del mismo está afectada por el nivel máximo.

Esta indefinición ha sido punto de discusión en la Guía de Buenas Prácticas para los Mapas Estratégicos de Ruido y la producción de datos asociados de exposición al ruido, elaborado por el grupo de trabajo de la Comisión Europea de la evaluación de la exposición al ruido (WG-AEN).

En el punto 2.43 Puntos de Evaluación, se discute lo siguiente:

En el Anexo I (1) de la Directiva se afirma que los puntos de evaluación tienen que estar situados "en la fachada más expuesta" y que para el propósito de la determinación del nivel sonoro (en los

puntos de evaluación) en términos de L_{den} y L_{noche} únicamente se considera el sonido incidente. No está claro exactamente qué significa "en". En el Anexo VI (1.5) de la Directiva, se utiliza el término "en la fachada más expuesta".

Como recomendación de la WG-AEN a esta discusión se especifica lo siguiente:

(i) Para la asignación de los niveles de ruido a los edificios

Para la asignación de los niveles de ruido a los edificios (y por lo tanto a las personas, por ejemplo, en la práctica a 0.1 metros por delante de la fachada) debería, siempre que el software lo permita, calcular niveles de ruido en fachada de los edificios. Dichos cálculos deben excluir las reflexiones de la fachada en cuestión, en cumplimiento de los requisitos de la Directiva que establecen que dichos niveles deben ser niveles de ruido incidentes (campo libre). Es recomendable que, al menos, se incluyan las reflexiones de primer orden de otras fachadas u objetos. Se sugiere un espaciado de 3 metros entre puntos de cálculos alrededor de la fachada.

Si el software no permite la generación automática de dichos puntos de cálculo, los niveles de ruido de los puntos de malla deben utilizarse para obtener niveles en fachada aproximados, como se describe a continuación. En este caso, se debe aplicar una corrección de menos 3 dB para cualquier nivel basado en la malla que estén atribuidos a los edificios y, en consecuencia, a los residencias de estos edificios para determinar estimaciones de exposición al ruido.

Por otro lado, la discusión 2.44 Asignación de niveles de ruido a viviendas, expone los procedimientos a seguir en los siguientes casos:

1. Edificio de una sola vivienda
2. Edificio de varias viviendas en las que se conoce la distribución de viviendas por edificio
3. Edificio de varias viviendas en las que no se conoce la distribución de viviendas por edificio

De forma resumida, la WG-AEN recomienda, para el primer y segundo caso, que se calcule, para cada vivienda, el nivel de ruido global más alto y se asigne a la vivienda como fachada más expuesta, en concordancia con lo establecido por la Directiva. Para el tercer caso, que suele ser el más habitual, se recomienda calcular el nivel de ruido global más alto del edificio entero y asignarlo a cada una de las viviendas por el que está compuesto. Así mismo, la WG-AEN advierte que, en algunas circunstancias, **este procedimiento puede llevar a una sobreestimación del nivel de ruido que afecte a algunas de las viviendas dentro del edificio**, por ejemplo, en el caso de que haya viviendas cuyas fachadas no formen parte de la fachada más expuesta real.

Considerando habitantes en lugar de viviendas, la normativa tampoco especifica cómo repartir la población dentro de cada edificio a la hora de determinar la exposición. Por lo general, siguiendo el procedimiento END, se asigna el nivel máximo de cada vivienda a todos sus habitantes, sin embargo, esta forma de proceder no sería recomendable a la hora de tratar edificios con varias viviendas de distribución conocida.

Para entender mejor lo que se quiere transmitir se recurrirá a dos ejemplos:

- **Vivienda unifamiliar.** Supóngase una vivienda unifamiliar de planta rectangular y una planta de altura, cuyas cuatro fachadas soportan un nivel de ruido de 65, 60, 70, y 73 dBA respectivamente. Dentro de la vivienda habita una familia compuesta por 4 miembros.
 - o Siguiendo las recomendaciones de la Directiva Europea y la WG-AEN, toda la vivienda (y sus habitantes) están expuestos al nivel de la fachada más expuesta, es decir, existen 4 personas a 73 dBA. Este dato podría corresponderse perfectamente con la situación real de afección.
- **Bloque de pisos.** Por otro lado se presenta un bloque de pisos de 4 portales, también rectangular en planta, con 5 plantas de altura y 4 viviendas por planta. En cada vivienda habitan 4 personas, por lo que en total, hay 320 habitantes en el bloque. Las cuatro fachadas del bloque soportan un nivel de ruido de 65, 60, 70 y 73 dBA respectivamente.
 - o En este caso, si se asigna el nivel de la fachada más expuesta a todo el edificio, nos encontramos con que existen 320 habitantes expuestos a 73 dBA, lo cual es falso, ya que los habitantes se distribuyen en altura y a lo largo del bloque. Hay que tener en cuenta que los cálculos de evaluación en fachada, según la Directiva, se realizan a 4 metros de altura y el nivel sonoro a dicha altura no tiene porqué corresponderse con el de alturas superiores. Es más, suponiendo que el nivel de toda la fachada, independientemente de la altura, fuera el mismo, debería haber únicamente, como máximo, 80 personas expuestas a 73 dBA, los correspondientes al portal con la fachada más expuesta.

Estos dos ejemplos exponen la problemática del método END para la estimación de la población afectada en edificios de varias alturas y varias viviendas. Hay que tener en cuenta, además, que los ejemplos suponen que cada una de las fachadas está sometida a un único nivel sonoro, cuando en realidad, se suelen distribuir receptores a lo largo de las mismas y pueden producirse una variación de los niveles a lo largo de la fachada. Podría ocurrir que, finalmente, la fachada que soportaba el nivel más elevado de 73

dB sólo lo soporte en una pequeña parte de la misma. En este caso, la población real expuesta a dicho nivel sería menor todavía.

Pese a que el método END se perfila como un procedimiento sencillo y rápido de ejecutar, cuenta con un alto grado de incertidumbre a la hora de estimar la población expuesta, que podría dar valores muchos más altos de población expuesta de los que realmente habría.

Como métodos alternativos, se considera el método VBEB alemán. Fundamentalmente, el método VBEB establece puntos receptores específicos en frente de las fachadas, a todas las alturas del edificio, proporcionando resultados mucho más exactos pero requiere grandes recursos computacionales y un tiempo de cálculo considerable.

Existen trabajos que se han encargado de estudiar cada uno de estos métodos y determinar el grado de fiabilidad de cada uno. Concretamente, se hace mención al artículo "¿Cómo evaluar la población afectada por el ruido ambiental?" del Laboratorio de Acústica de la Universidad Pública de Navarra, presentado en el congreso TecniAcústica Cádiz 2009 y al artículo "Estudio comparativo de metodologías para la estimación de la población afectada por ruido ambiental en entornos urbanos" de la Universidad Miguel Hernández de Elche, presentado en el congreso TecniAcústica Valladolid 2013.

Como conclusión del primer artículo mencionado, se indica lo siguiente:

Para evaluar con precisión el porcentaje de personas afectadas por el ruido es preciso la evaluación de los mapas de fachadas, además de disponer de datos catastrales fiables. Cuando ello no es posible (bien por no disponibilidad de tal opción en el software, bien por inabordables tiempos de computación), el método aproximado a partir del mapa horizontal es preferible frente al método estricto establecido en la END, especialmente en tramas urbanas con grandes edificios de múltiples plantas.

Por otro lado, el segundo artículo concluye que el método que proporciona menor porcentaje de población expuesta es el método VBEB, siendo el que mejor refleja la realidad sonora, a costa de mayor tiempo de ejecución y coste. Así mismo, enuncia que el método END es que el proporciona porcentajes de exposición mayores, recomendando su uso sólo para realizar primeras aproximaciones para seleccionar zonas de riesgo, debido a su escaso coste, para posteriormente aplicar el método VBEB.

Cabe destacar, así mismo, que la Directiva Europea establece en el artículo 6, punto 2, que en un futuro se tendrían que preparar métodos comunes de medida para la determinación de L_{den} y L_{noche} , llevándose a la práctica mediante el denominado método CNOSSOS (Common Noise Assessment Methods).

Actualmente este método ya define procedimientos para estimación de la población. En el documento de referencia del CNOSSOS, del 10 de agosto de 2012, y en el CHAPTER VIII se presentan distintos métodos para asignar población a los edificios. **Se prefiere el principio de distribución equitativa de la población a lo largo de la fachada del edificio, en lugar del principio de la fachada más expuesta.** Es decir, que en lugar de asignar toda la población del edificio a la fachada más expuesta, se asigne la población de forma proporcional a cada fachada (dando valores de afección menos pronunciados).

En vista de lo expuesto, [Sincosur Ingeniería Sostenible S.L.](#) cree justificado ampliamente la elección del método VBEB alemán frente al método END de obligado cumplimiento por la Directiva Europea.

Con el fin de cumplir con los requisitos de la Directiva Europea y dar datos estimados más exactos de la población expuesta, a continuación se presentan los resultados de la estimación de la población expuesta con aplicación de los dos métodos definidos. Como se podrá observar, existe una clara sobreestimación del método END frente al VBEB alemán.

10.2.4.- POBLACIÓN Y VIVIENDAS AFECTADAS

Atendiendo a las fuentes acústicas la población afectada en el área de estudio se presenta en las siguientes tablas:

RANGO	L_{dia}		
	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
50 - 54 dBA	9	4	6
55 - 59 dBA	2	1	2
60 - 64 dBA	5	2	2
65 - 69 dBA	0	0	0
70 - 74 dBA	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0

	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
Niveles acústicos > 65 dBA	0	0	0

RANGO	L_{tarde}		
	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
50 - 54 dBA	9	4	6
55 - 59 dBA	2	1	2
60 - 64 dBA	4	2	2
65 - 69 dBA	0	0	0
70 - 74 dBA	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0

Niveles acústicos > 65 dBA	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
	0	0	0

RANGO	L_{noche}		
	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
50 - 54 dBA	5	2	5
55 - 59 dBA	6	2	3
60 - 64 dBA	0	0	0
65 - 69 dBA	0	0	0
70 - 74 dBA	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0

Niveles acústicos > 55 dBA	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
	6	2	3

RANGO	L_{den}		
	Método END		Método VBEB
	Población (centenas)	Viviendas (centenas)	Población (centenas)
50 - 54 dBA	12	5	10
55 - 59 dBA	12	5	7
60 - 64 dBA	2	1	3
65 - 69 dBA	4	2	1
70 - 74 dBA	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0

10.2.5.- EDIFICIOS SANITARIOS

Atendiendo a las fuentes acústicas y siendo el nivel normativo para el tipo de área acústica (sectores del territorio con predominio de uso sanitario, docente y cultural) de 60 dB(A) para L_{dia} y L_{tarde} y 50 dB(A) para L_{noche} , no se han encontrado centros sanitarios expuestos:

10.2.6.- EDIFICIOS DOCENTES

Atendiendo a las fuentes acústicas y siendo el nivel normativo para el tipo de área acústica (sectores del territorio con predominio de uso sanitario, docente y cultural) de 60 dB(A) para L_{dia} y L_{tarde} y 50 dB(A) para L_{noche} , se ha encontrado un centro docente expuesto solamente afectado en periodo nocturno tal y como muestra la siguiente tabla:

Centro	Ubicación	L_d	L_e	L_n
Colegio Ave María Varadero	Avda. Julio Moreno, 1	54	54	52

10.2.7.- SUPERFICIE AFECTADA

A continuación se exponen los resultados obtenidos tras determinar el territorio, población, número de viviendas y número de centros docentes y sanitarios expuestos a valores superiores a $L_{den} = 55$ dBA, 65 dBA y 75 dBA. Estos resultados se corresponden con los que se muestran en la tabla vinculada al Mapa de Afección y toman como procedimiento de cálculo de población expuesta el método END.

L_{den} (dBA)	Superficie (Km ²)	Nº personas (centenas)	Viviendas (centenas)	Nº de centros docentes	Nº de centros sanitarios
>55	4,16	18	7	1	0
>65	1,02	4	1	0	0
>75	0,09	0	0	0	0

11.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Conforme a los resultados obtenidos existe afección acústica a la población por encima de los objetivos de calidad solo en el periodo noche, concretamente un total de 600 personas.

Además existe un colegio afectado por el ruido de la actividad portuaria en periodo nocturno, en este periodo, que comprende desde las 23:00 hasta las 7:00 horas, el centro educativo no ejerce su actividad.

12.- EQUIPO REDACTOR

Autores del Estudio [SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#):

- D. Fernando López Santos, Ingeniero Técnico Industrial, Ingeniero Acústico y Doctorando en Ingeniería Ambiental.
- D^a. Isabel Giménez Anaya, Licenciada en Ciencias Ambientales, Master en Ingeniería Acústica y Master en Sistemas de Información Geográfica.

13.- CONCLUSIONES

El presente documento se ha redactado conforme a la normativa vigente y con el fin principal de caracterizar acústicamente la actividad portuaria, para ello se ha seguido un proceso con el siguiente orden:

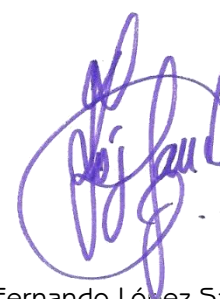
- Identificación y caracterización del área de estudio, detallando las distintas zonas portuarias con detalle de sus actividades.
- Se ha recopilado y analizado toda la documentación existente sobre aspectos:
 - Cartográficos
 - Movimiento de mercancías
 - Movimiento de buques
 - Tráfico viario
 - Zonificación acústica y usos principales del suelo

- Edificación y Población
- Datos meteorológicos
- Identificación de fuentes acústicas, considerándose 4 tipologías:
 - Industriales
 - Viarias exclusivas del Puerto
- Caracterización acústica y determinación de la potencia acústica de cada una de las fuentes identificadas.
- Creación del modelo acústico e incorporación de todas las variables acústicas.
- Simulación acústica.

Del análisis de los resultados obtenidos se concluye que existe afección a la población en el periodo nocturno por lo que se hace necesario en cumplimiento del artículo 22 y 23 de La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, elaborar y aprobar el correspondiente PLAN DE ACCIÓN.

En Sevilla, a 31 de Octubre de 2019

Los Autores del Estudio



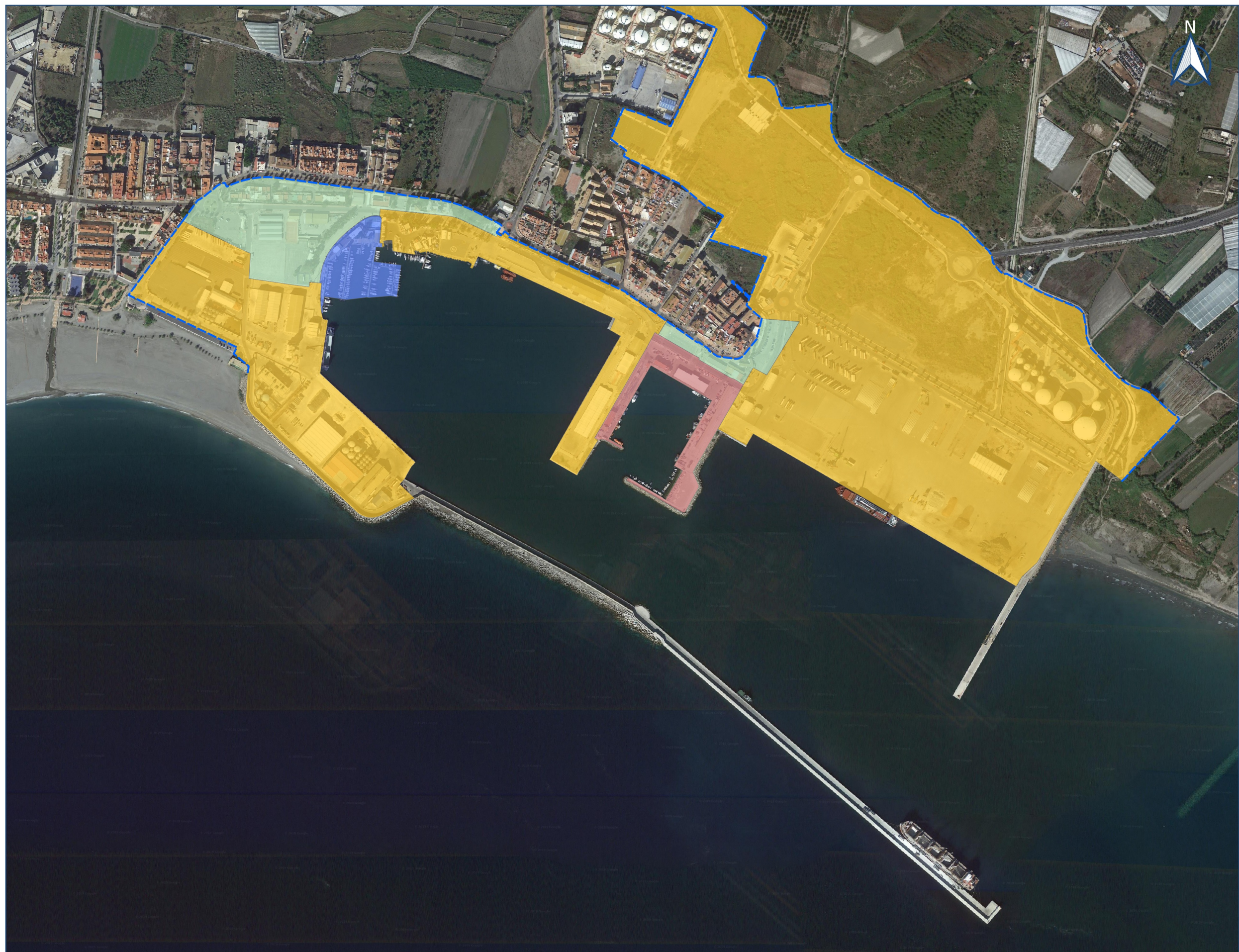
Fdo.: Fernando López Santos



Fdo.: Isabel Giménez Anaya

14.- ANEXO N° 1: MAPAS

14.1.- MAPAS DESCRIPTIVOS



LEYENDA

Áreas Funcionales

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:7500

Formato original
UNE-A3

Plano:

DELIMITACIÓN DE USOS PORTUARIOS

Fecha

Noviembre 2019

Nº Plano

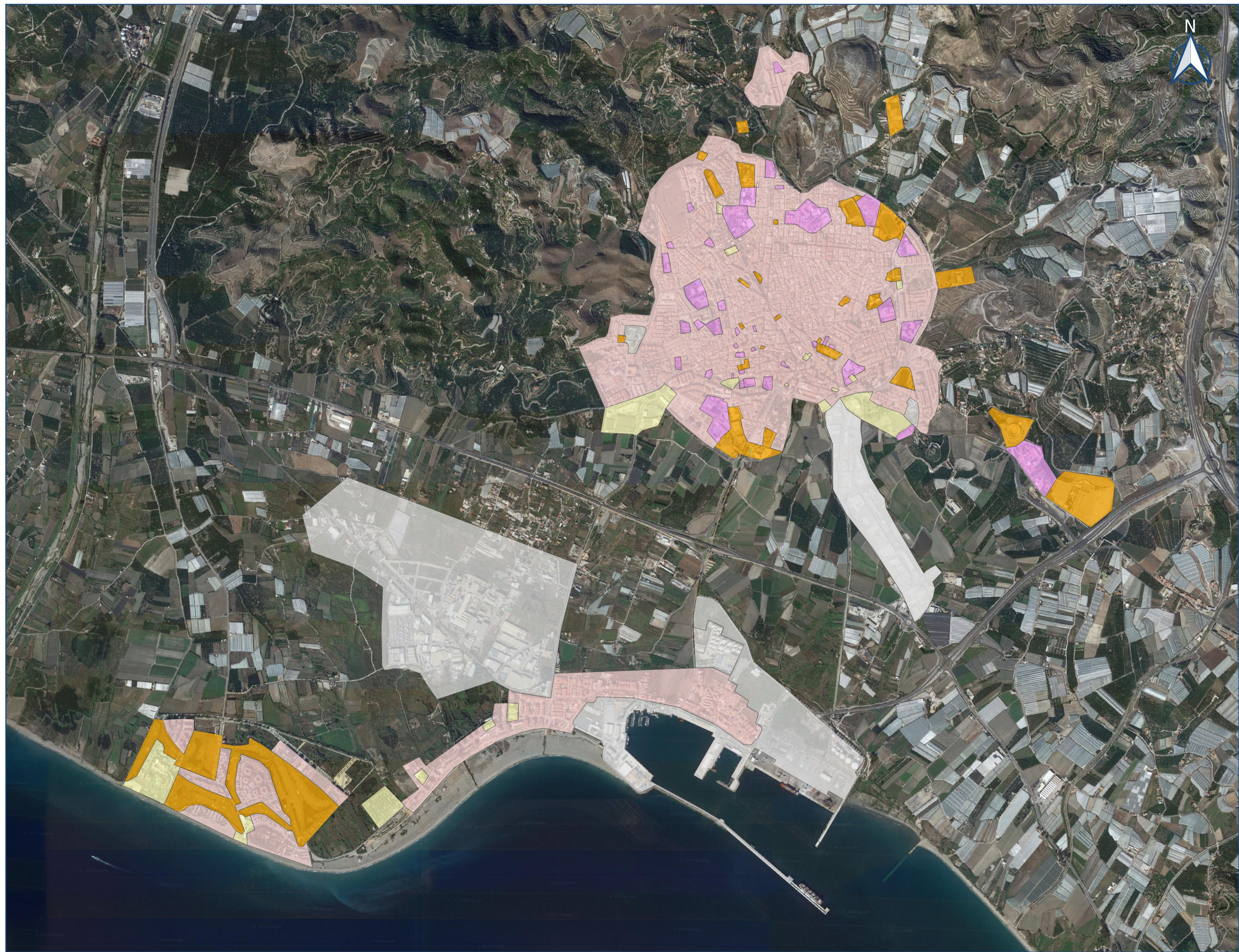
1.1

Revisión

1

Hoja

1 DE 1



LEYENDA

Áreas acústicas

- Tipo A. Residencial
- Tipo B. Industrial
- Tipo C. Recreativo
- Tipo D. Terciario
- Tipo E. Sanitario, docente, cultural
- Tipo F. S.G.de infraestructuras de transporte

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:25000

Formato original
UNE-A3

Plano:

ZONIFICACIÓN ACÚSTICA DE MOTRIL

Fecha

Noviembre 2019

Nº Plano

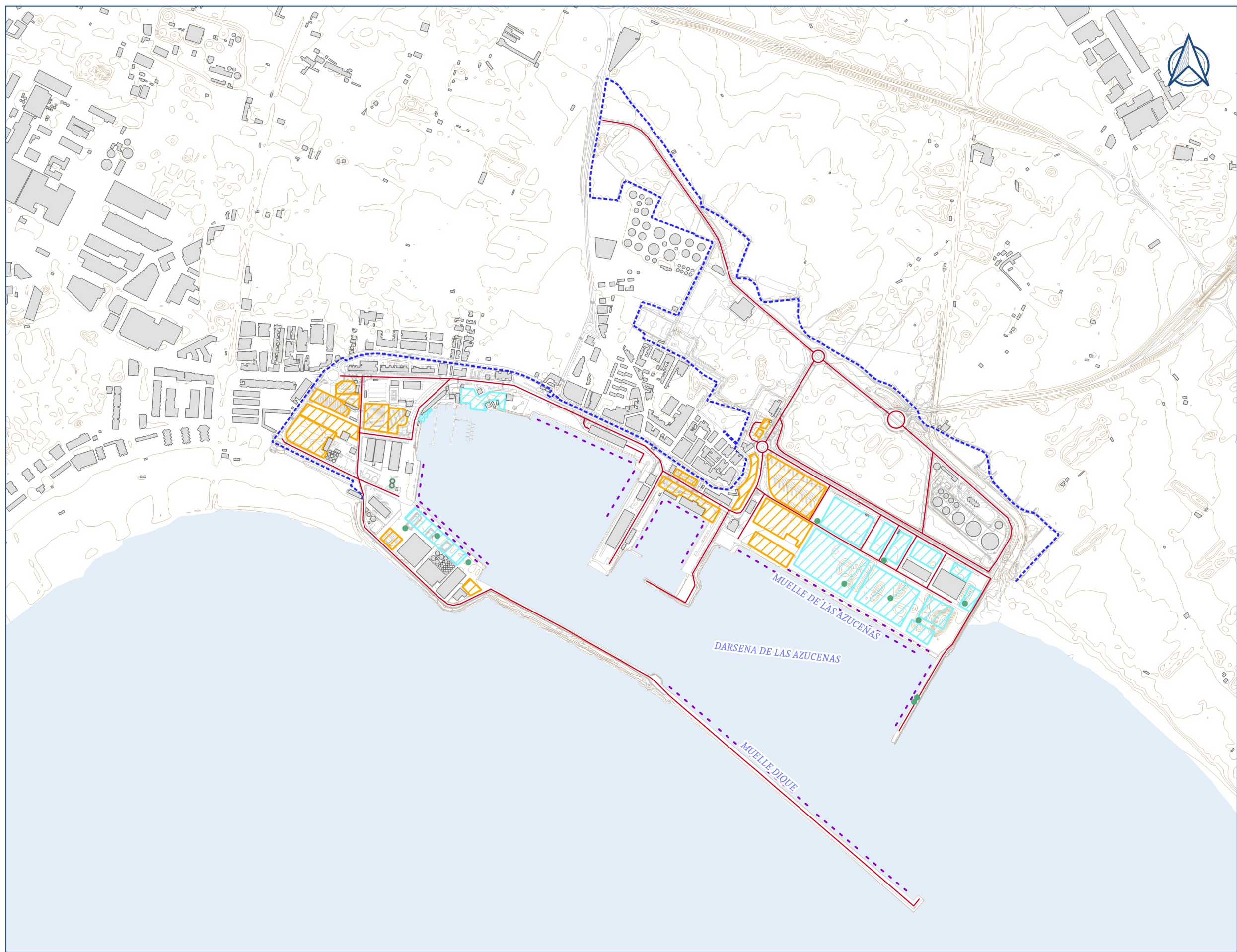
1.2

Revisión

1

Hoja

1 DE1



LEYENDA

— Fuentes viarias

▨ Aparcamientos

Grupo

● Fuentes puntuales

- - - Fuentes lineales

▨ Fuentes superficiales

Grupo

■ Edificaciones

- - - Límite portuario

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000

Formato original
UNE-A3

Plano:

IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO

Fecha

Octubre 2019

Revisión

1

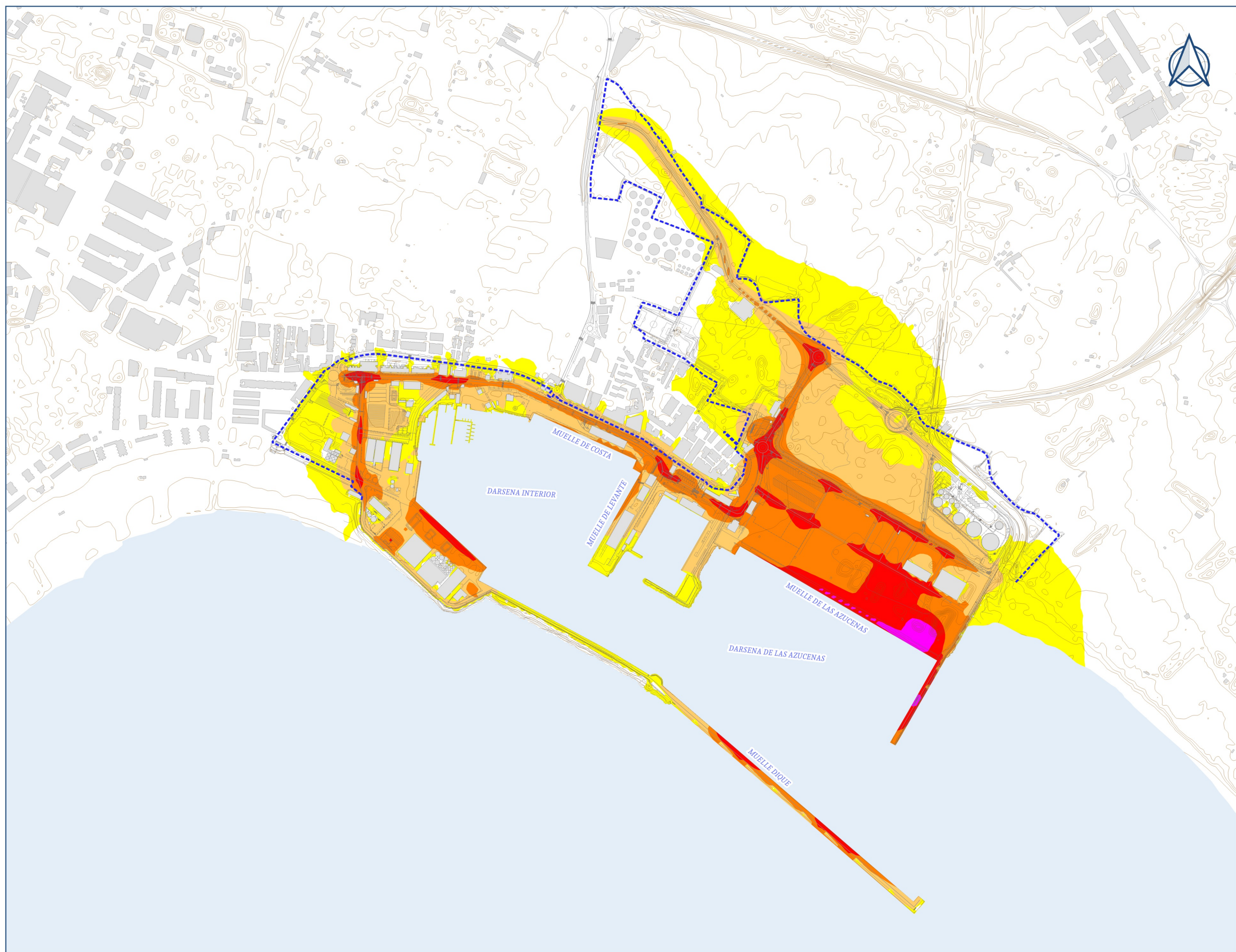
Nº Plano

1.3

Hoja

1 DE 1

14.2.- MAPAS DE NIVELES



LEYENDA

- Niveles sonoros (dBA)
- 55 dBA - 60 dBA
 - 60 dBA - 65 dBA
 - 65 dBA - 70 dBA
 - 70 dBA - 75 dBA
 - > 75 dBA

- Edificaciones
- Límite portuario

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000
Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA DE NIVELES SONOROS. INDICADOR Ldía

Fecha

Octubre 2019

Nº Plano

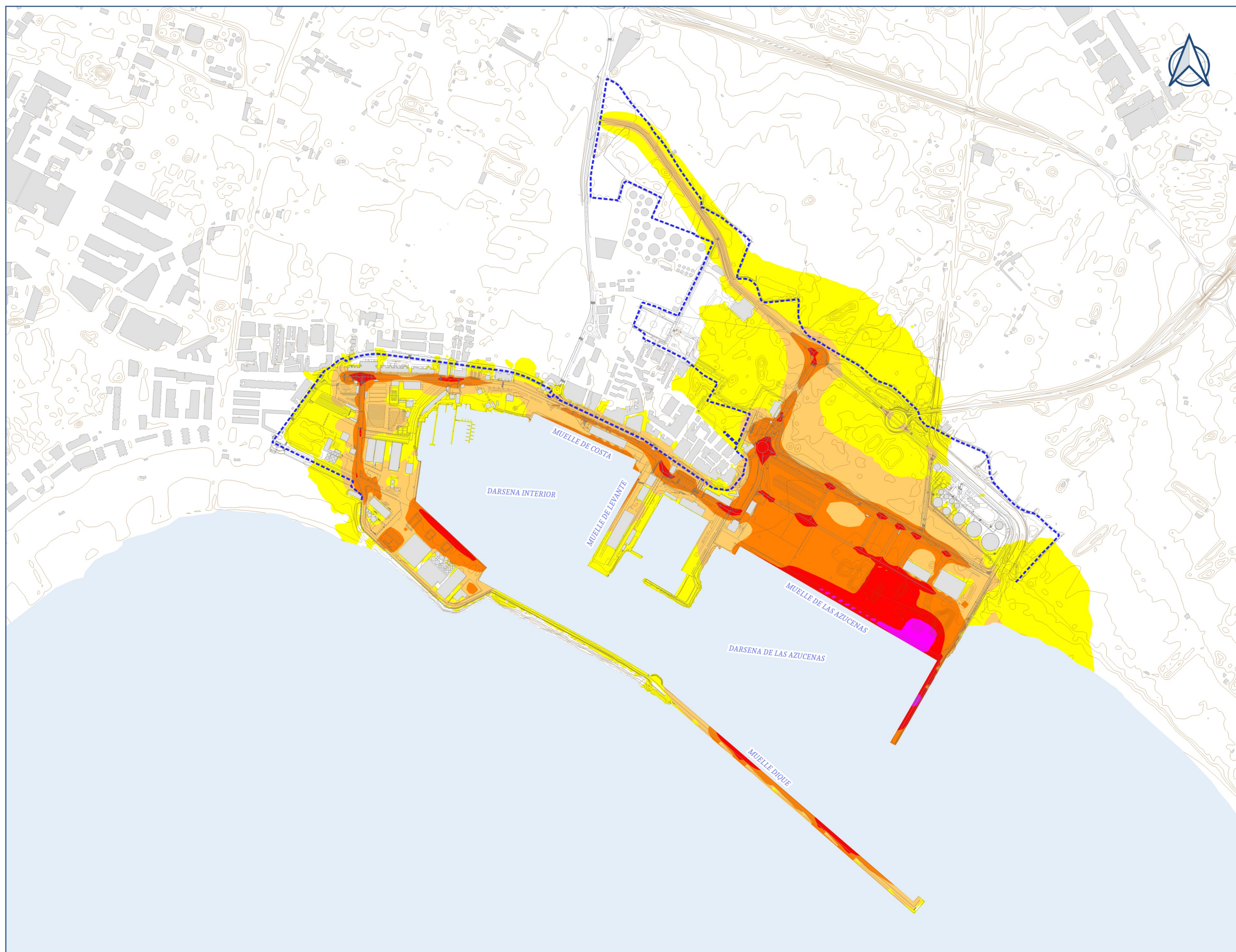
2.1

Revisión

1

Hoja

1 DE 1



LEYENDA

Niveles sonoros (dBA)

- 55 dBA - 60 dBA
- 60 dBA - 65 dBA
- 65 dBA - 70 dBA
- 70 dBA - 75 dBA
- > 75 dBA

Edificaciones

Límite portuario

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000

Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA DE NIVELES SONOROS. INDICADOR Ltarde

Fecha

Octubre 2019

Nº Plano

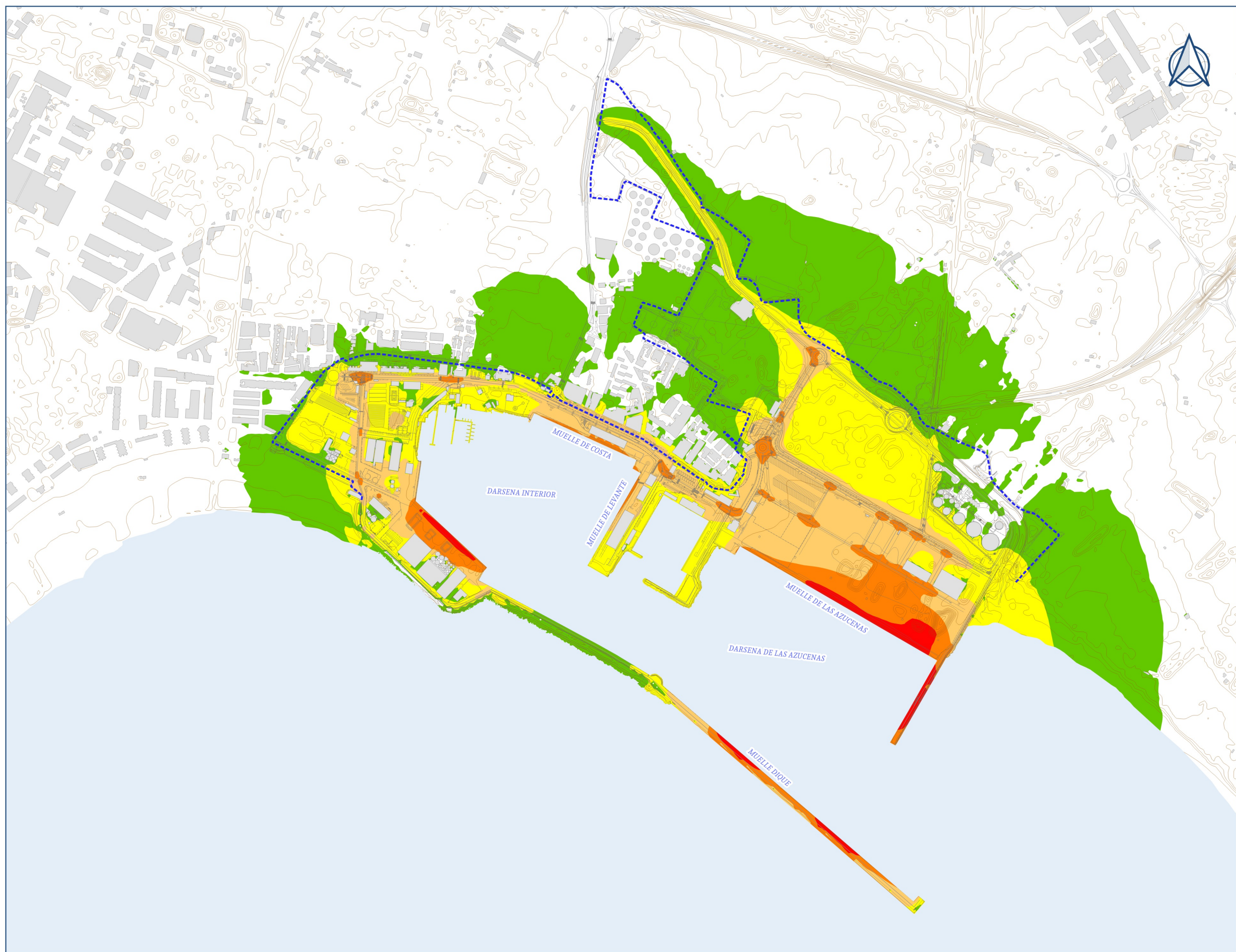
2.2

Revisión

1

Hoja

1 DE 1



LEYENDA

Niveles sonoros (dBA)

- 50 dBA - 55 dBA
- 55 dBA - 60 dBA
- 60 dBA - 65 dBA
- 65 dBA - 70 dBA
- > 70 dBA

Edificaciones

Límite portuario

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000

Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA DE NIVELES SONOROS. INDICADOR Ln

Fecha

Octubre 2019

Revisión

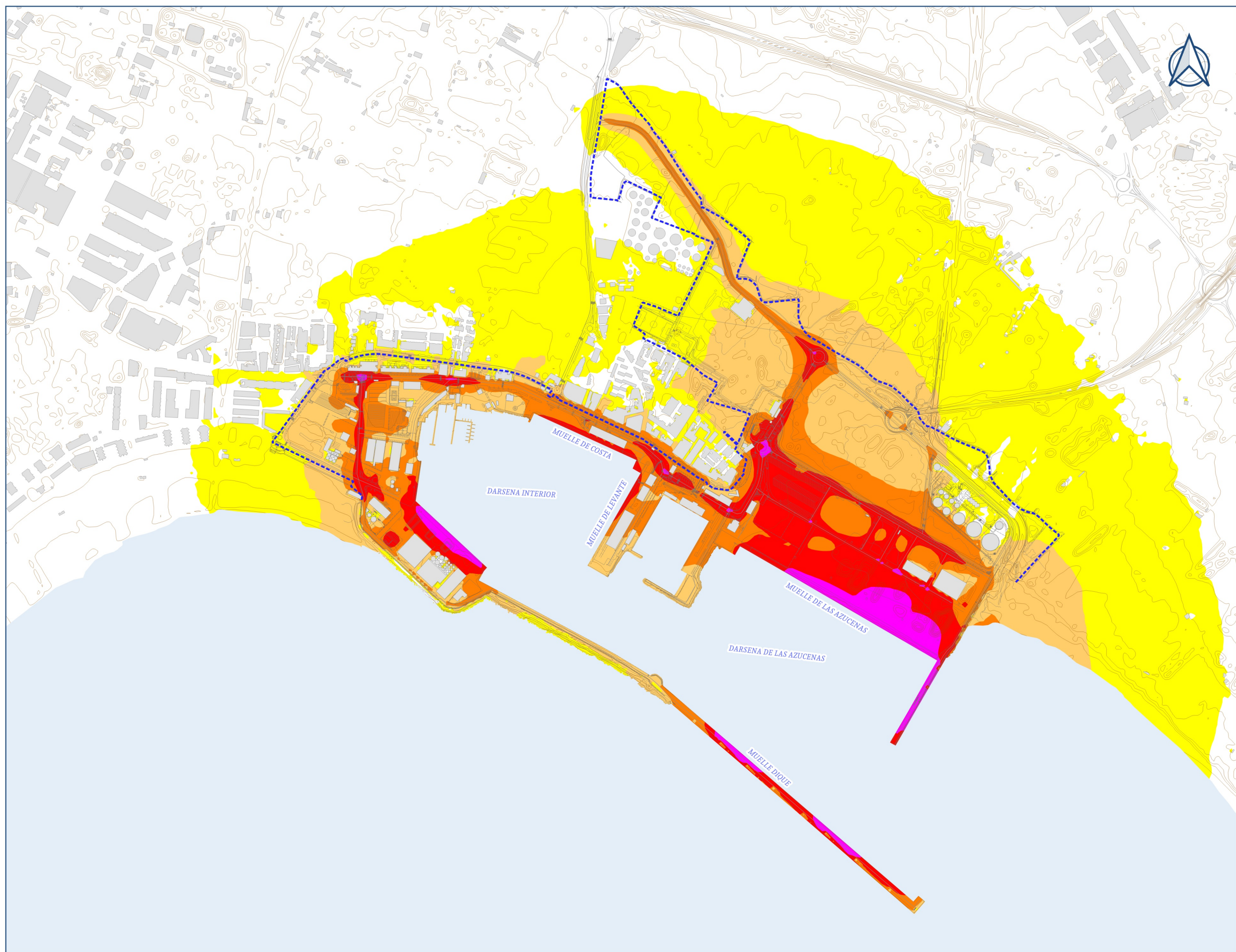
1

Nº Plano

2.3

Hoja

1 DE 1



LEYENDA

Niveles sonoros (dBA)

- 55 dBA - 60 dBA
- 60 dBA - 65 dBA
- 65 dBA - 70 dBA
- 70 dBA - 75 dBA
- > 75 dBA

Edificaciones

Límite portuario

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000

Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA DE NIVELES SONOROS. INDICADOR Lden

Fecha

Octubre 2019

Revisión

1

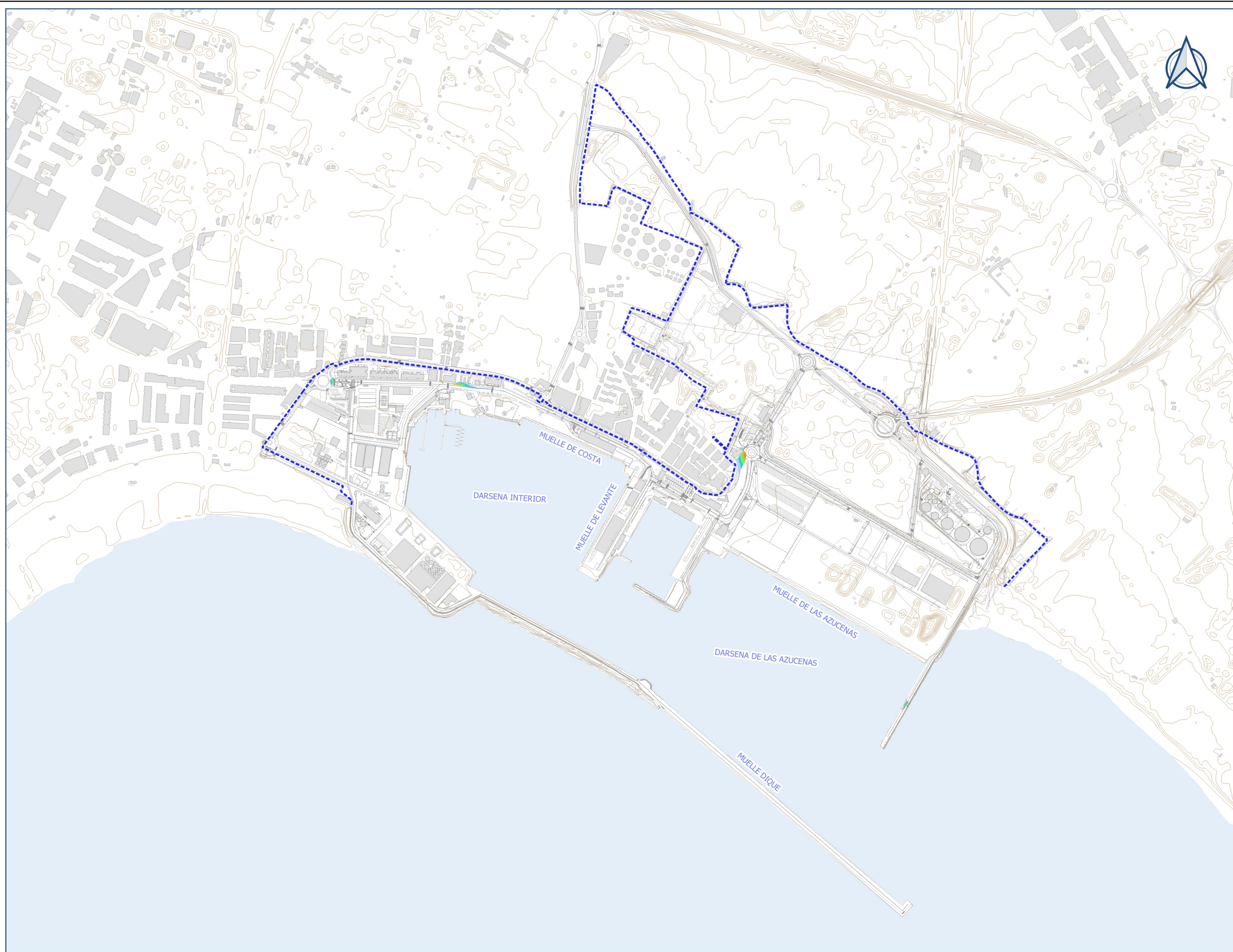
Nº Plano

2.4

Hoja

1 DE 1

14.3.- MAPAS DE CONFLICTO



LEYENDA

Superación niveles O.C.A (dBA)

- 0 - 1 dBA
- 1 - 2 dBA
- 2 - 3 dBA
- 3 - 4 dBA
- 4 - 5 dBA
- 5 - 6 dBA
- 6 - 7 dBA
- 7 - 8 dBA
- 8 - 9 dBA
- 9 - 10 dBA
- > 10 dBA

- Edificaciones
- Límite portuario
- Viario
- Curvas de nivel

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000
Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA DE CONFLICTO.
INDICADOR Ldía

Fecha

Octubre 2019

Nº Plano

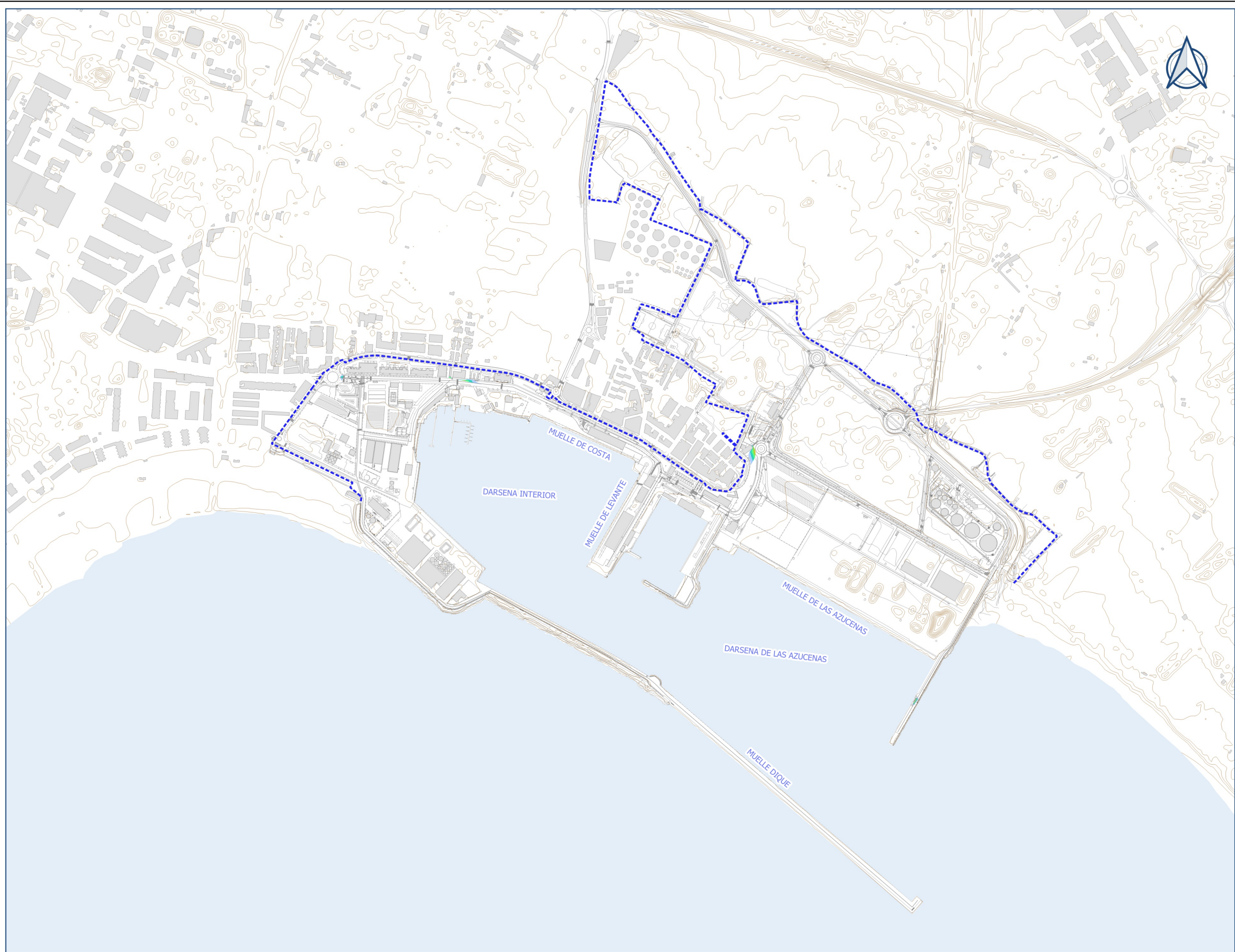
3.1

Revisión

1

Hoja

1 DE 1



LEYENDA

Superación niveles O.C.A (dBA)

- 0 - 1 dBA
- 1 - 2 dBA
- 2 - 3 dBA
- 3 - 4 dBA
- 4 - 5 dBA
- 5 - 6 dBA
- 6 - 7 dBA
- 7 - 8 dBA
- 8 - 9 dBA
- 9 - 10 dBA
- > 10 dBA

- Edificaciones
- Límite portuario
- Viario
- Curvas de nivel

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000
Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA DE CONFLICTO.
INDICADOR Ltarde

Fecha

Octubre 2019

Nº Plano

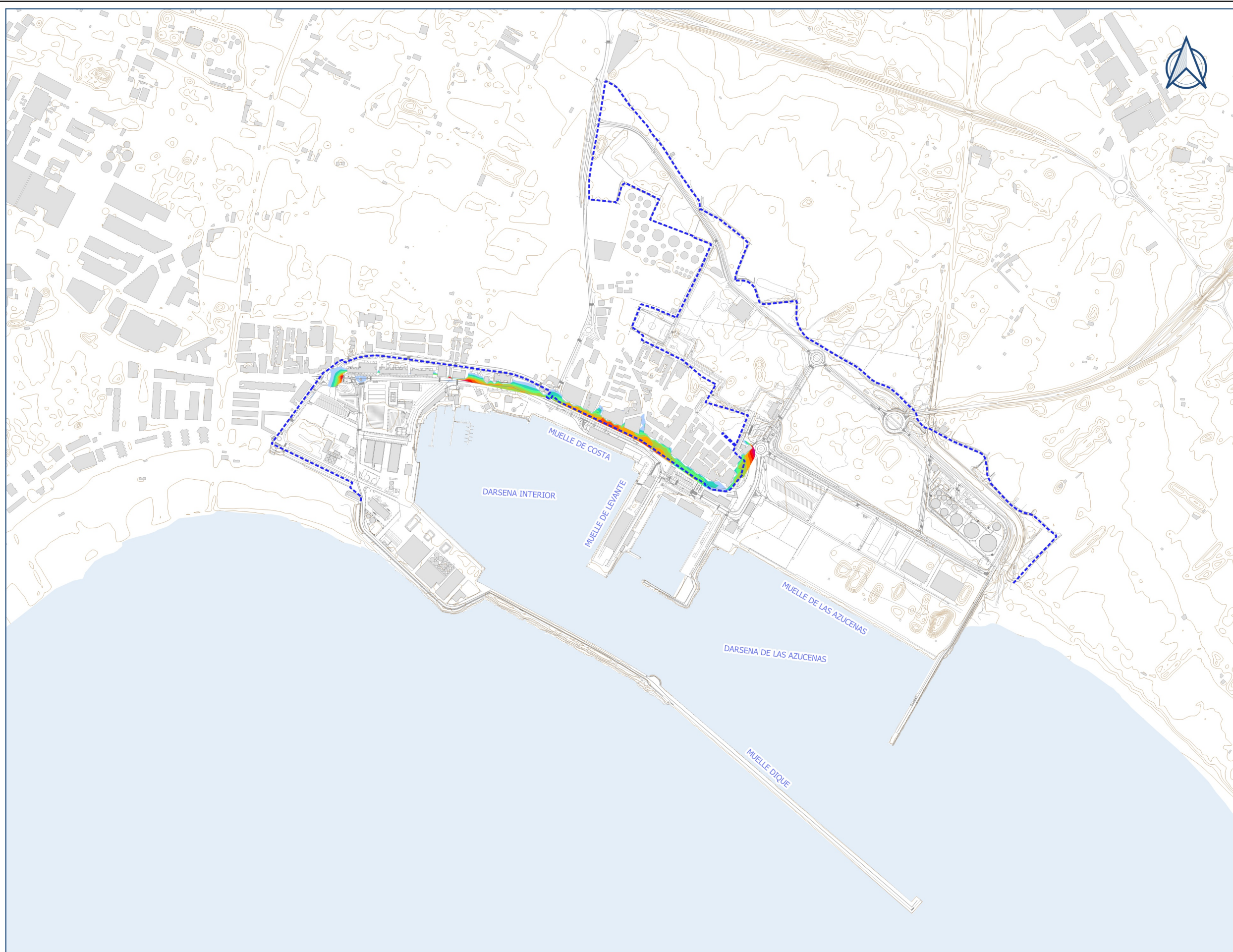
3.2

Revisión

1

Hoja

1 DE 1

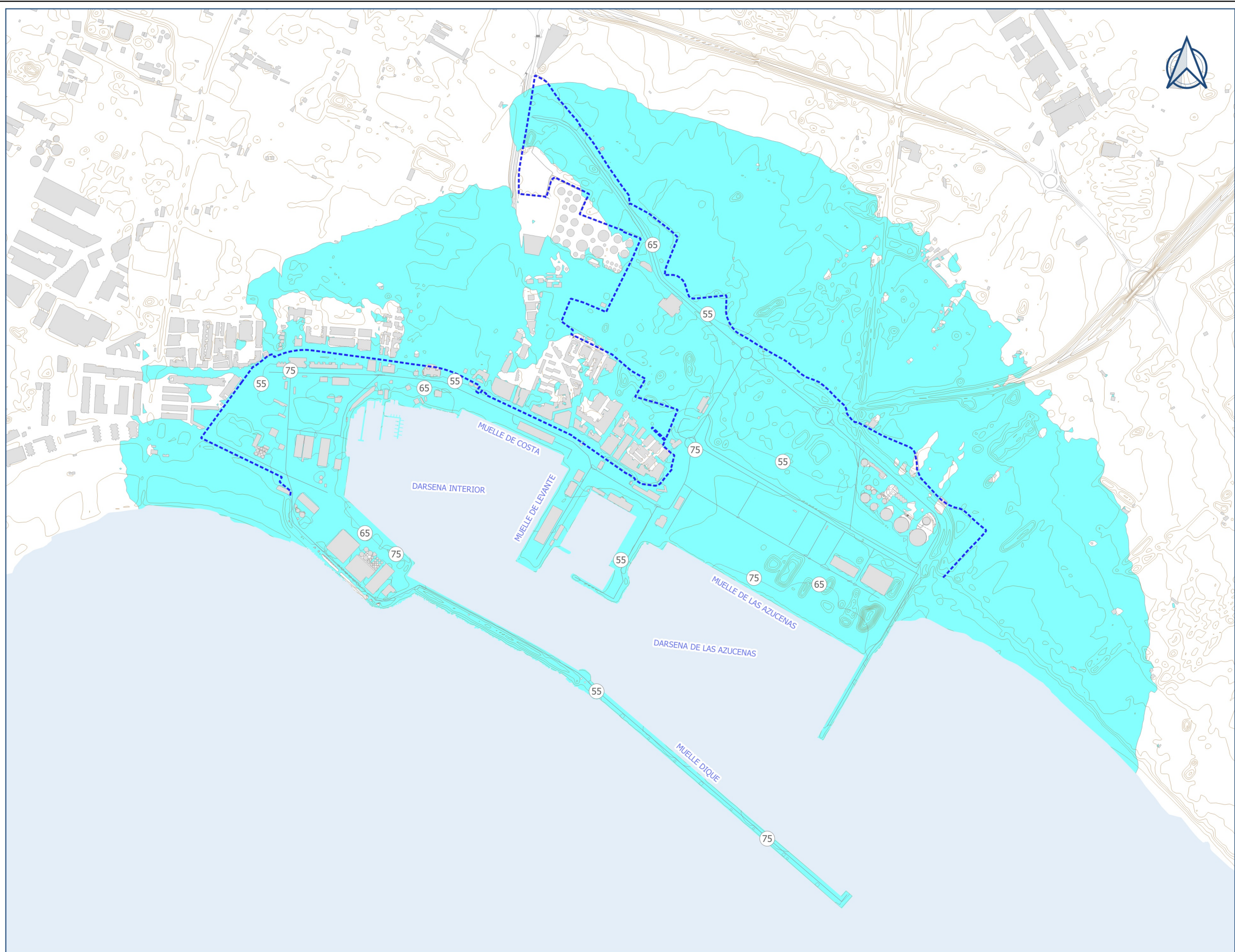


- LEYENDA
- Superación niveles O.C.A (dBA)
- 0 - 1 dBA
 - 1 - 2 dBA
 - 2 - 3 dBA
 - 3 - 4 dBA
 - 4 - 5 dBA
 - 5 - 6 dBA
 - 6 - 7 dBA
 - 7 - 8 dBA
 - 8 - 9 dBA
 - 9 - 10 dBA
 - > 10 dBA
- Edificaciones
- Límite portuario
- Viario
- Curvas de nivel



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019	Expediente: GR- 031-2019	Escala: 1:10000 Formato original UNE-A3	Plano: MAPA DE CONFLICTO. INDICADOR Lñoche	Fecha Octubre 2019	Nº Plano 3.3
						Revisión 1	Hoja 1 DE 1

14.4.- MAPAS DE AFECCIÓN



LEYENDA

- Afección
- Edificaciones
- Límite portuario
- Viario
- Curvas de nivel

Superficie expuesta		
Lden (dBA)	Superficie (Km²)	
>55	4,16	
>65	1,02	
>75	0,09	
Población expuesta		
Lden (dBA)	Viviendas (centenas)	Nº personas (centenas)
>55	7	18
>65	1	4
>75	0	0
Centros sanitarios y colegios expuestos		
Lden (dBA)	Nº centros sanitarios	Nº colegios
>55	0	1
>65	0	0
>75	0	0

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

MAPA DE RUIDOS DEL PUERTO DE MOTRIL 2019

Expediente:

GR- 031-2019

Escala:

1:10000
Formato original
UNE-A3

Plano:

MAPA AFECCIÓN

Fecha

Octubre 2019

Nº Plano

4

Revisión

1

Hoja

1 DE 1