



## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### IDENTIFICACIÓN DE CANDIDATOS A ÁREAS TRANQUILAS EN DOS CIUDADES DEL SUR DE ESPAÑA

**PACS: 43.50.Lj 43.50**

Apellidos, Nombre: Jiménez Pérez, Tamara; Cueto Ancela, José Luis; Hernández Molina, Ricardo.

Institución: Laboratorio de Ingeniería Acústica (Universidad de Cádiz)

Dirección: Avenida República Árabe Saharaui, s/n

Población: Puerto Real (Cádiz)

País: España

Tel: 956 016 051

E-Mail: tamara.jimenezperez@alum.uca.es, joseluis.cueto@uca.es, ricardo.hernandez@uca.es

**Palabras Clave: Áreas tranquilas, ruido ambiental, SIG, medidas acústicas,**

#### **ABSTRACT.**

*The QUADMAP was an European project that set out to fill the existing methodological gap in the European Directive 2002/49 / EC regarding quiet areas and their standardization. In this context, a series of tools are developed that complement the studies already carried out.*

*This study is justified by the need to be able to define quickly and efficiently those areas of the city that are most likely to be selected to be declared quiet areas. Better if it is a simple procedure, which can be used by the local administration and the different engineering companies dedicated to studies and solutions in environmental acoustics. It is about reserving the most profound analyzes, in which surveys are a necessary means, to a few candidate areas. This study will also show that the tools developed at European level do not work correctly if we apply them in the medium-sized cities of southern Spain. To prove it, a series of surveys have been carried out to compare the methods and confirm these assertions.*

#### **RESUMEN.**

El proyecto QUADMAP ha venido a rellenar el vacío metodológico existente en la Directiva Europea 2002/49/EC respecto a las áreas tranquilas y su normalización como objeto de análisis dentro de la UE. En este contexto, se desarrollan una serie de herramientas que complementen los estudios ya realizados.

Este estudio se justifica por la necesidad de poder definir de manera rápida y eficiente aquellas áreas de la ciudad que con mayor probabilidad serán seleccionadas para ser declaradas áreas silenciosas. Será un valor añadido si esa herramienta está basada en un procedimiento simple que puede ser utilizado por la administración local y las diferentes compañías de ingeniería dedicadas a estudios y soluciones en acústica ambiental. Se trata de reservar los análisis más profundos y pormenorizados, en los que las encuestas son un medio necesario, a unas pocas áreas candidatas. Este estudio también mostrará que las herramientas desarrolladas a nivel europeo para este tipo de tareas no funcionan si las aplicamos en las ciudades medianas del sur de España. Para demostrarlo, se han llevado a cabo una serie de encuestas que permite comparar los métodos y confirmar estas afirmaciones.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### 1.- INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica sigue siendo una de las principales preocupaciones de los ciudadanos, y su reducción se ha convertido, cada vez más, en un objetivo de la legislación de la Unión Europea y en una prioridad para la investigación. En zonas muy urbanizadas, el ruido supera, en general, los valores límites admisibles y los valores orientativos deseables, al tiempo que aumenta la contaminación acústica subjetiva que sufre la población [1]. En respuesta a esta situación insatisfactoria, la Unión Europea, propone políticas para la gestión del ruido ambiental, fijando dos objetivos principales para 2020. Por un lado, evitar los efectos nocivos de la exposición al ruido de todas las fuentes, y por otro, proteger las zonas tranquilas [2].

Aunque el concepto de zona tranquila urbana no está completamente definido y concretado; requisito necesario para su aplicabilidad y su gestión; la definición establecida en la Directiva Europea 2002/49/EC<sup>1</sup>, implica que se asumen algunas de las claves importantes relacionadas con estas:

- El interés que tienen para la calidad de vida de la ciudadanía.
- Su conexión con la presencia de elementos naturales y valores estéticos.
- La importancia de tener en cuenta el uso que se hace de estas zonas y la accesibilidad a las mismas [3].

La Directiva propone la incorporación de las áreas tranquilas como objeto de análisis, incluyendo medidas para la protección de las mismas en los requisitos mínimos exigidos en los planes de acción, sin embargo, no se especifican las condiciones necesarias para llevarse a cabo. Esta libertad de elección, tiene como resultado una colección de datos no homogéneos, y como consecuencia, una metodología fragmentada, dando libertad a los estados miembros para que establezcan sus criterios propios de delimitación, cálculo y planificación en este tipo de áreas [4-11]. Así pues, en consecuencia, la transferencia de experiencias y estrategias de trabajo entre los países de la Unión Europea, es una tarea compleja e importante, lo que evidencia la necesidad de una aproximación homogénea a nivel europeo práctica y de sencilla aplicación.

Si bien, no existe actualmente una metodología normalizada para la identificación, evaluación y gestión de las áreas tranquilas, existe una aproximación metodológica propuesta por QUADMAP (QUIet Areas Definition and Management in Action Plans) que toma como referencia un estudio práctico llevado a cabo por DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs) [12]. La flexibilidad del método, facilita su aplicación en distintos entornos urbanos, ya que la propuesta incluye varias directrices, cuyo objetivo principal es ayudar a las autoridades competentes, y a los grupos y agentes interesados, a comprender las exigencias de la Directiva. El proyecto QUADMAP presenta una metodología general y las herramientas correspondientes para la selección, análisis y gestión de las áreas tranquilas urbanas, están adaptadas a las particularidades de cada uno de los países en los que el proyecto ha trabajado. Sin embargo deja abierta la posibilidad de desarrollar métodos comunes que incorporen nuevas estrategias para tratar aspectos acústicos y de calidad del aire en otros países de la Unión Europea, complementando, así pues, los resultados obtenidos en el proyecto.

Por tanto, el objetivo principal de nuestro estudio es analizar los resultados de comparar la herramienta GIS (sistemas de información geográfica) que se ha diseñado para la identificación automática de candidatas a áreas tranquilas, con una serie de encuestas aplicadas a nivel municipal sobre hábitos ciudadanos respecto a las áreas de esparcimiento.

Este estudio se justifica en la necesidad de simplificar las opciones que necesita un estudio pormenorizado para la decisión final sobre que zonas han de ser declaradas áreas tranquilas.

---

<sup>1</sup> Se define zona tranquila en una aglomeración, como el espacio delimitado por la autoridad competente, que, por ejemplo, no está expuesto a un valor de  $L_{den}$ , o de otro indicador de ruido apropiado superior a un determinado valor, que deberá determinar el Estado miembro, con respecto a cualquier fuente emisora de ruido (art.3, lett. I).

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Además este procedimiento debe ser sencillo y sus resultados deben ser confiables para permitir uso extendido (por administraciones locales e ingenierías ambientales).

## 2.- METODOLOGÍA

Los estudios de caso que se van a llevar a cabo para esta experiencia se elaborarán en los municipios de: Cádiz y Jerez de la Frontera. Básicamente los resultados proporcionados por la herramienta GIS se contrastan y validan con los resultados de encuestas. Ello servirá para determinar el nivel de confianza en el sistema de identificación de áreas candidatas a tranquilas y en caso necesario, mejorarlo y/o complementarlo.

La secuencia de pasos metodológicos empleados en el desarrollo del estudio, se detalla a continuación:

### 2.1.- Sistema de identificación de áreas candidatas mediante herramientas GIS

Este sistema tiene como punto de partida el diseño de una base de datos, cuya información, una vez recopilada, es analizada y tratada, a objeto de actualizarla y mejorarla en lo posible. Las principales fuentes de información utilizadas, son las siguientes [13,14].

- Cartografía GIS de espacios libres públicos.
- Cartografía GIS del mapa estratégico de ruido. Se utilizan los mapas de niveles  $L_{día}$  y  $L_{tarde}$ , ya que el uso de las áreas tranquilas, se produce, en su mayoría, dentro de estos periodos horarios.
- Cartografía GIS de zonas históricas.
- Documento del plan general de ordenación urbanística de la ciudad (PGOU); necesario, tanto en formato cartográfico, como en formato \*pdf, ya que ofrece un conocimiento útil, detallado y preciso del propio municipio y el entorno que lo rodea, en cualquier momento, completando, así, la información disponible inicialmente.

Cádiz y Jerez de la Frontera, son los municipios estudio de caso, seleccionados para la aplicación de este método de identificación de áreas candidatas basado en herramientas GIS, ya que disponen de toda la información cartográfica y acústica suficiente para generar una completa base de datos inicial.

Para el desarrollo de este sistema de identificación de áreas candidatas, se toma como referencia la propuesta metodológica establecida por DEFRA [12], pero con notables modificaciones. El procedimiento elaborado en el presente estudio, genera como resultado un listado de áreas candidatas susceptibles de ser declaradas áreas tranquilas, cuyos criterios de selección involucrados, se desglosan y describen a continuación:

- **Localización geográfica:** El espacio abierto debe estar dentro de los límites geográficos de la aglomeración, conforme lo dispuesto en la Directiva 2002/49/CE.
- **Categorización del suelo:** No existe una definición absoluta, sobre los tipos de áreas que integran las zonas libres públicas. Sin embargo, en el caso particular del presente estudio, se establecen, a priori 8 categorías adecuadas a las características territoriales de la zona que ocupa y que son ya manejadas por las corporaciones municipales. Así pues, se consideran, espacios libres abiertos, playas, parques, plazas, jardines públicos, centro histórico peatonal, áreas turísticas y rutas turísticas.
- **Superficie mínima:** Se establece una superficie mínima relativa que depende de la distribución urbana y tamaño de espacios libres y zonas verdes del municipio. Esto implica que al aplicar los filtros anteriores, al menos puedan ser considerados el 50% de dichos espacios libres y zonas verdes de la aglomeración.
- **Indicadores de ruido ambiental:** Una parte de la superficie de las áreas candidatas, debe estar dentro de una banda de ruido designada según la tipología de suelo que le

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

corresponda. El uso de los indicadores  $L_{día}$  y  $L_{tarde}$  en lugar del indicador  $L_{den}$  tiene varios motivos. Por un lado garantizará que la evaluación acústica esté relacionada con los períodos diurno y vespertino, coincidiendo así, con el horario de apertura y disfrute de los usuarios en las áreas candidatas, en la mayoría de los casos, y exceptuando leves variaciones estacionales, de 8:30 – 20:30 horas. También son indicadores compatibles con la legislación española.

- **Superficie mínima tranquila:** Consiste en establecer un área mínima dentro del área candidata, cuyos indicadores,  $L_{día}$  y  $L_{tarde}$ , se encuentre por debajo del límite establecido en función de la tipología de suelo, lo que garantiza la preservación de la tranquilidad. Así pues, se adopta el valor de 0,5 hectáreas, como superficie mínima tranquila.
- **Ajuste del criterio de superficie mínima:** Si después de la aplicación de la secuencia de criterios anteriores, el número de áreas candidatas es muy reducido o muy amplio, tanto el área mínima considerada, como el área mínima “tranquila”, podrían modificarse.

Se aprecia como los criterios de exclusión de áreas, son filtros con solo dos respuestas: “pasa” / “no pasa”.

### 2.2.- Sistema de identificación de áreas candidatas mediante cuestionarios a la población global del municipio

Quizás el punto más destacable es que las encuestas se realizan sobre un universo que incluye a toda la población de la ciudad y las personas que, por un motivo u otro, se desplazan habitualmente a cada uno de los municipios objeto del estudio. Los cuestionarios diseñados están basados en las pautas marcadas por la *norma ISO/TS 15666/2003, sobre evaluación de la molestia del ruido por medio de encuestas socio-acústicas*, siendo fácilmente codificables y con respuestas cerradas. Sin embargo, se ha podido añadir información adicional, como planes propuestos o preferencias en las zonas, involucrando, de esta manera, a ciudadanos que viven y trabajan cerca de las áreas potenciales y a cualquier visitante que haga uso de ellas.

La encuesta se realiza de manera estratificada según la división de los distritos censales que configuran los municipios. Estos distritos determinan la zona de muestreo, así como la procedencia del entrevistado. De esta manera se optimiza la obtención de datos y se mejora el posterior análisis de los resultados. Una adecuada valoración de las encuestas, no solo implica la representatividad de la población, sino de la opinión ciudadana y la percepción de su entorno, a lo largo del tiempo. Con esta imposición, se desarrolla una campaña de cuestionarios en un periodo total de 10 meses, evitando así, las variaciones ocasionadas por la estacionalidad. Así mismo, es muy importante no centrarse en un tipo fijo de encuestado, diversificando el género, la edad y la profesión, evitando el sesgo en los resultados.

La representación muestral se obtiene mediante la conocida ecuación [15,16], calculándose un número mínimo de 382 encuestas:

$$\frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

$n$  = el tamaño de la muestra.

$N$  = tamaño de la población del municipio.

$\sigma$  = desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

$Z$  = valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante relacionado con el % de confianza. En este caso, se toma el valor 1,96, en relación al 95% de confianza de nuestra muestra.

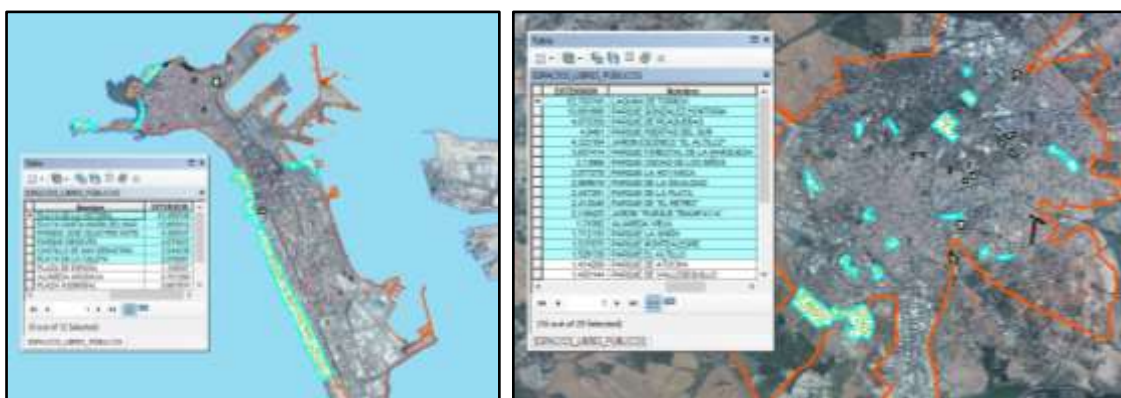
$e$  = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), en este caso concreto, se toma un valor del 5%.

**FIA 2018**

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

**3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación, se detallan los resultados de la aplicación del sistema de identificación de áreas candidatas utilizando herramientas basadas en GIS.



**Figura 1.- Aplicación del Criterio “Superficie mínima”. Detalle del atributo “EXTENSIÓN”, que señala aquellas zonas con una superficie mayor a 2 hectáreas en el caso de Cádiz, y 1,5 hectáreas, en el caso de Jerez de la Frontera.**

Aplicando los criterios definidos al comienzo de la metodología, se excluyen aquellas zonas que no cumplan los requisitos especificados en cada uno de ellos, resultando un listado de áreas candidatas, tal como muestra la siguiente tabla, ordenadas por % de superficie tranquila:

**Tabla 1.- Listado de áreas candidatas a áreas tranquilas en los municipios de Cádiz y Jerez de la Frontera**

Municipio	Áreas identificadas mediante herramientas GIS
Cádiz	Playa de La Victoria
	Playa de Santa María del Mar
	Parque José Celestino Mutis
	Castillo de San Sebastián
	Parque Genovés
	Playa de La Caleta
Jerez de la Frontera	Laguna de Torrox
	Parque González Hontoria
	Parque Ciudad de los Niños
	Parque La Hoyanca
	Parque Forestal de La Marquesa
	Parque El Retiro
	Parque Puertas del Sur
	Jardín Escénico “El Altillo”
	Jardín Parque Timanfaya
	Parque de La Igualdad
	Alameda Vieja
Parque Picadueñas	
Parque de La Unión	

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

En relación a los cuestionarios, los resultados muestran como en el municipio de Cádiz, el 75% de las personas usuarias de los espacios libres habitan en la ciudad (este porcentaje incluye, tanto las personas que viven, como aquellas que viven y trabajan). Estos destacan tres zonas frente al resto de áreas integradas en la aglomeración, con mayores visitas dentro de la ciudad. Dichas áreas integran su parque más emblemático, el Parque Genovés, y dos de sus playas urbanas, Playa de La Caleta y Playa de La Victoria.

En el caso del municipio de Jerez de la Frontera, el 97% de las personas usuarias de los espacios libres habitan en la ciudad y se destacan, igualmente, tres zonas frente al resto de áreas, el Parque González Hontoria, el Parque de El Retiro y la Laguna de Torrox.

La siguiente tabla, expone el total de áreas candidatas identificadas en los cuestionarios realizados en los municipios, ordenadas según el número de usuarios:

**Tabla 2.- Resultados en la identificación de áreas candidatas campañas de encuestas a la población global**

Municipio	Áreas identificadas mediante cuestionarios a la población de los municipios (% de elección)
Cádiz	Parque Genovés (54,11%)
	Playa de La Caleta (53,36%)
	Playa de La Victoria (47,63%)
	Playa de Santa María del Mar (37,90%)
	Playa de Cortadura (15,71%)
	Parque José Celestino Mutis (6,98%)
	Plaza Mina (2,49%)
	Plaza San Antonio (1,74%)
	Plaza Virgen del Loreto (1,74%)
	Castillo de San Sebastián (1,74%)
	Alameda Apodaca (0,75%)
Jerez de la Frontera	Parque González Hontoria (36,03%)
	Parque El Retiro (29,50%)
	Laguna de Torrox (28,72%)
	Jardín Escénico "El Altillo" (21,15%)
	Parque Forestal de La Marquesa (12,53%)
	Parque de La Plata (12,01%)
	Parque Puertas del Sur (10,44%)
	Parque Picadueñas (5,22%)
	Parque Ciudad de los Niños (2,61%)
	Parque de La Igualdad (1,82%)
	Alameda Vieja (1,82%)
	Plaza del Caballo (1,82%)
	Plaza del Arenal (1,56%)
Jardín Parque Timanfaya (1,04%)	
Parque Iguazú (1,04%)	
Parque La Hoyanca (0,78%)	



## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Analizando los resultados anteriores, se observa como **en el municipio de Cádiz, el 100% de las áreas candidatas seleccionadas a través del procedimiento de identificación propuesto basado en herramientas GIS**, corresponden con las áreas más visitadas dentro del propio municipio, en base a los resultados arrojados por las encuestas a la población global del mismo. En relación al municipio de **Jerez de la Frontera, el 92,31% de las áreas candidatas seleccionadas a través del procedimiento de identificación propuesto basado en herramientas GIS**, corresponden con las áreas más visitadas mostradas en las encuestas globales.

La necesidad de establecer una metodología adaptada a los municipios andaluces, queda manifiesta al aplicar los métodos ya existentes, propuestos por los estudios más relevantes en el campo de la identificación de áreas tranquilas, en los municipios objeto del presente estudio.

## 4.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, podemos concluir lo siguiente:

- El análisis GIS multicriterio propuesto en este estudio puede sustituir la campaña de encuestas para la primera identificación de zonas candidatas a áreas tranquilas.
- Más del 90% de las áreas seleccionadas a través del mismo corresponden con las áreas más visitadas mostradas en las encuestas globales (tabla 2). Esto es una noticia positiva debido a la exigencia de realizar entre 400 y 500 encuestas estratificadas en las aglomeraciones a estudio.

## Bibliografía

- [1] Comisión de las Comunidades Europeas. "Política Futura de la lucha contra el Ruido. Libro Verde de la Comisión Europea". 1996.
- [2] European Commission "Research for a Quieter Europe in 2020. An Updated Strategy Paper of the CALM II Network". 2007.
- [3] García Pérez, Igone; Herranz, Karmele; Rincón, Enrique; Zugazagoitia, Gotzon. "Aproximación metodológica para la identificación de zonas tranquilas y reservas de sonido de origen natural: Ejemplos prácticos". Tecniacústica 2009.
- [4] Booi, Hester; Van Der Berg, Frits. "Quiet Areas and the need for quietness in Amsterdam". International Journal of Environmental Research and Public Health (9, 1030-1050; doi:10.3390/ijerph9041030). 2012.
- [5] Faburel, Guillaume; Gourlot, Nathalie. "Referentiel national pour la definition et la creation des zones calmes. A destination des collectivites locales". Le Centre de Recherche sur l'Espace, les Transports, l'Environnement et les Institutions Locales (CRETEIL), l'Institut d'Urbanisme de Paris, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT). 2008.
- [6] García Pérez, Igone; Aspuru Soloaga, Itziar; Herranz Pascual, Karmele; Santander Pantioso, Álvaro. "De la gestión de las zonas tranquilas urbanas a la mejora del paisaje sonoro en España y Portugal: proyecto LIFE+QUADMAP". Revista SEA Vol. 44. 2013.
- [7] García, Igone; Aspuru, Itziar; Herranz, Karmele; Fernández Bustamente, María Teresa. "Application of the methodology to assess quiet urban areas in Bilbao: Case pilot of QUADMAP". Inter-noise 2013.
- [8] Milvoy, Anne. "De la prise en compte des zones calmes au bien-être dans Rennes Metropole". Audiar Rennes. 2014.



## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

[9] Vallet, J.; Vincent, B.; Fradet, F. "Quiet Areas Management in greater Lyon: from local consultation meeting to agglomeration policy". Inter-noise 2010.

[10] Waugh, Declan; Durucan, Sevet; Korre, Anne; Hetherington, Oliver; O'Reilly, Brendan. "Environmental Quality Objectives. Noise in Quiet Areas". Environmental Protection Agency by SWS Environmental Services, SWS Group. 2000.

[11] Wolfert, Mr. Henk. "What can be learnt from Dutch Noise Act approach on Quiet Areas?". Inter-noise 2010.

[12] Morgan, P. A.; Abbott, P. G.; Watts, G. R.; Burke C. A. and Harmer, C. Department for Environment, Food and Rural Affairs. "Research into quiet areas. Recommendations for identification". DEFRA. 2006.

[13] Cueto Ancela, Jose Luis et al. "Decision-making tools for action plans based on GIS. A case study of a Spanish agglomeration". Inter-Noise. 2010.

[14] Jiménez Pérez, Tamara; Cueto Ancela, Jose Luis; Hernández Molina, Ricardo. "Análisis y desarrollo de herramientas para la identificación y evaluación de áreas tranquilas en aglomeraciones urbanas: Cádiz como estudio de caso". Tecniacústica 2014.

[15] Suarez, Mario. "Interaprendizaje de Estadística Básica". 2011.

[16] Bolaños Rodríguez, Ernesto. "Muestra y muestreo". Área Académica: Gestión Tecnológica. Asignatura: Estadística para el Desarrollo Tecnológico. 3er Semestre. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Escuela Superior de Tizayuca. 2012.