

## SELECCIÓN DE PUNTOS PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

**Fit Cintia Gabriela**, UNaM Facultad de Ingeniería, [cintiagabrielaFit@gmail.com](mailto:cintiagabrielaFit@gmail.com)

**Levandowski Luciana Marian**, UNaM Facultad de Ingeniería, [lulevandowski@gmail.com](mailto:lulevandowski@gmail.com)

**Kolodziej Sebastián Federico**, UNaM Facultad de Ingeniería, [kolodz@fio.unam.edu.ar](mailto:kolodz@fio.unam.edu.ar)

**Clauser Nicolás Martín**, UNaM Facultad de Ingeniería, [nicolas.clauser@gmail.com](mailto:nicolas.clauser@gmail.com)

**Záccaro María Clara**, UNaM Facultad de Ingeniería, [mclarazaccaro@gmail.com](mailto:mclarazaccaro@gmail.com)

**Cruz Eugenio Rubén**, UNaM Facultad de Ingeniería, [cruz@fio.unam.edu.ar](mailto:cruz@fio.unam.edu.ar)

**Resumen**—Los niveles de ruido determinan la existencia no solamente de efectos auditivos, sino también efectos sobre el aprendizaje, ya que interfieren en el proceso de comunicación y sobre todo en la recepción del mensaje oral. La ciudad de Oberá Misiones cuenta con más de 35 establecimientos educativos de distinto nivel, primario, secundario, terciario y universitario, los cuales están distribuidos en distintas zonas del municipio, siendo por lo tanto muy variadas las condiciones del entorno en el que se localizan las mismas. Establecimientos localizados en zonas céntricas, comerciales, urbanas y suburbanas, sobre avenidas de intenso movimiento o sobre calles vecinales de poco tráfico, en proximidad de actividades comerciales, industriales o viviendas residenciales. En el presente trabajo se propone identificar los puntos de estudio para, posteriormente llevar a cabo mediciones y análisis de ruido en establecimientos educativos de la ciudad de Oberá. Para seleccionar dichos puntos se tiene en cuenta, entre otros factores, la ubicación del establecimiento con respecto a la zonificación establecida en el Plan Urbano Ambiental de la ciudad; características del entorno; características de las calles aledañas; usos del suelo en terrenos vecinos y nivel de educación del establecimiento.

**Palabras clave**— *Ruido urbano, establecimientos educativos, puntos de muestreo.*

### 1. Introducción

La Real Academia Española [1] define al ruido como un “sonido inarticulado, por lo general desagradable”, es decir que el ruido es un caso particular del sonido, causa molestias y es dañino. El ruido ambiental ha crecido desproporcionadamente en las últimas décadas ocasionando contaminación acústica, la cual es una de las mayores preocupaciones en las áreas urbanas de diferentes lugares del mundo, como así también de Argentina.

El tráfico es la principal fuente de ruido ambiental, representa un 70% del ruido generado en las ciudades, pero además existen otras fuentes de ruidos, tales como el ocasionado por las industrias, las construcciones y obras, las actividades domésticas, los servicios y otras actividades.

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

De manera general las fuentes de ruido se pueden clasificar de distintas maneras, una clasificación comúnmente aceptada es de acuerdo a donde se encuentre la fuente, por lo tanto, se distinguen fuentes de ruido proveniente de ambientes externos y fuentes de ruido resultante de ambientes interiores. Las fuentes de ruido externo se ocasionan a partir del tráfico automovilístico, también por las actividades, ya sean de ocio nocturno, las industrias y obras públicas. Las fuentes de ruidos provenientes de los interiores se pueden diferenciar con respecto al ambiente laboral, ruidos de maquinarias, equipos e instalaciones. En cuanto a los ruidos provenientes de las viviendas se pueden nombrar ruidos provenientes de electrodomésticos, instalaciones, instrumentos musicales, televisores, entre otros [2].

El ruido es un agresor ambiental que afecta a la calidad de vida de las personas. Desde el punto de vista de la salud, el ruido causa efectos negativos, los cuales son variados y diversos. Según el observatorio de salud y medio ambiente [3] se pueden nombrar las siguientes consecuencias: efectos auditivos, como sordera, dolor, tinnitus y fatiga auditiva, perturbación del sueño, con todas las consecuencias que implica, efectos cardiovasculares, respuestas hormonales (a través de las hormonas del estrés), efectos correspondientes sobre otros órganos y sistemas (sistema inmune, etc.), interferencias en la comunicación oral entre las personas, molestias, alteraciones en el rendimiento cognitivo, laboral y escolar, interferencia en ciertos comportamientos sociales (agresividad, sentimiento de desamparo).

Si bien el ruido puede afectar a personas de todas las edades, los niños y jóvenes por encontrarse en la edad de crecimiento son más susceptibles a los efectos dañinos, ya que sus órganos se encuentran en desarrollo. Además, la exposición a determinados niveles de ruido puede ser una barrera para el aprendizaje.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), [4] 360 millones de personas en el mundo padecen de pérdida de la audición discapacitante, de los cuales 32 millones son niños. La OMS sostiene que la exposición al ruido excesivo es una de las causas y advierte que los niños son uno de los colectivos más vulnerables ante los efectos nocivos del ruido.

El presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Oberá, la misma se localiza en el centro de la Provincia de Misiones, sobre la Ruta Nacional N°14 y la Ruta Provincial N°103, en la coordenadas 27°29'12"S y 55°07'13"O (Plaza San Martín) [5], además es el punto de partida de la Ruta Provincial N°5. Se encuentra ubicada aproximadamente a 90km de la ciudad de Posadas, la capital de la Provincia de Misiones, y a 260km de la ciudad de Puerto Iguazú. Oberá posee una población de 107.501 habitantes de acuerdo al último censo de población, realizado por el INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo) [6] del año 2010 y cuenta con una superficie de 160 km<sup>2</sup>, por lo tanto se transforma es la segunda ciudad en tamaño e importancia de la provincia.

Entre las principales avenidas de la ciudad se pueden mencionar las siguientes, la Avenida de las Américas la cual es uno de los accesos del lado este a la ciudad, la Avenida Sarmiento que es la continuación de Las Américas que lleva el tránsito hacia el centro de la ciudad, la Avenida Italia la cual constituye el acceso Sur del municipio y además intersecta a la Ruta Nacional 14 (RN N°14), en la cual se encuentra ubicada la Terminal de Ómnibus de la ciudad. La Avenida Libertad es otro de los accesos al este del municipio y conecta a la la RN N°14 con el distrito Central, en esta avenida se concentra una gran cantidad de actividad comercial. La Avenida José Ingenieros se conecta con la Ruta Provincial N°5 la cual vincula a la ciudad con los municipios de General Alvear y Colonia Alberdi [7].

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

Oberá cuenta con varios establecimientos educativos ya sea de gestión pública o privada y abarca distintos niveles, primario, secundario, terciario, universitario, además de que cuenta con instituciones de educación especial. Con respecto a la infraestructura en salud, la ciudad posee más de siete clínicas privadas. Se pueden encontrar un significativo número de empresas dedicadas a la actividad industrial, comercial y de servicios.

Este artículo tiene como objetivo principal presentar los resultados sobre la identificación de los principales criterios a considerar para la selección de posibles puntos para la evaluación de los niveles de ruido en los centros educativos de la ciudad Oberá, Misiones. Para realizar la identificación de los puntos de medición se analizan los distritos de la ciudad que se encuentran identificados de acuerdo a la densidad poblacional, las principales avenidas y las fuentes emisoras del ruido.

### 2. Materiales y Métodos

Para la elaboración del estudio, inicialmente se realizó una búsqueda de los establecimientos educativos de la ciudad de Oberá a través del sitio web oficial del Consejo General de Educación de la Provincia de Misiones [8], y se recurrió a información adquirida de la Municipalidad de Oberá. Se efectuó una revisión bibliográfica de publicaciones, artículos, estudios y libros referidos al ruido, las fuentes generadoras de ruido, y se centró la búsqueda, en los trabajos en los cuales intervienen los efectos del ruido sobre las personas.

La ciudad de Oberá cuenta con más de 50 establecimientos educativos, tanto públicos como privados, de los cuales se pueden clasificar de acuerdo al nivel educativo, es decir en nivel primario, secundario, terciario y/o superior, universitario y también se encuentra el jardín maternal. Luego de esta clasificación se identificaron las instituciones mediante la ayuda del software Google Earth en un mapa de la ciudad, en el cual se diferenciaron de acuerdo al nivel educativo mencionado.

El mapa de la ciudad de Oberá se encuentra delimitado según el distrito poblacional, en el cual se identifican las siguientes zonas, distrito central, de alta densidad, media densidad, baja densidad y equipamiento productivo [9]. Las instituciones escolares se pueden encontrar en todas las regiones citadas y también a las afueras de la ciudad.

Los establecimientos educativos se localizan en diferentes puntos de la ciudad de Oberá, alguno de ellos se encuentra sobre las avenidas principales del municipio, otros sobre calles no tan transitadas y algunos en las áreas rurales de la ciudad. Las avenidas o calles están construidas de diferentes materiales, ya sean de asfalto, empedrado y otras son solo de tierra. En las principales avenidas identificadas en el apartado anterior se puede observar que en estas concurre en todo momento flujo vehicular, pero es mayor en los horarios pico, es decir en horarios en donde las personas ingresan o se retiran de sus puestos de trabajo, y los niños y jóvenes ingresan o salen de sus respectivos colegios, todos en un mismo horario.

El relieve contribuye con la propagación del sonido y es una fuente generadora de ruido. El municipio se caracteriza por una forma abovedada en todo su territorio, que destaca la presencia de pendientes y bajadas pronunciadas. Por lo tanto debido a las cantidades de pendientes es habitual que los vehículos frenen y aceleren provocando mayores niveles de ruido en las zonas afectando a las instituciones que se encuentran en esos sitios.

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

Los centros educativos se pueden hallar en los barrios, cerca de casas de familias, pero también se localizan a lado de entidades comerciales e industriales. Algunos establecimientos se ubican en las cercanías de las rutas, cerca de predios y espacios verdes.

Para determinar la existencia de ruido, y si los niveles presentes pueden representar un riesgo para las personas expuestas, principalmente niños, jóvenes y adolescentes, se han llevado a cabo mediciones preliminares utilizando un sonómetro Integrador Tipo II modelo HDT-18852, en diferentes días hábiles y durante un periodo de registro de quince minutos en cada punto. A partir de los valores registrados, se determinó el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE), que es un valor equivalente en energía a los valores medidos durante cierto tiempo. Este valor fue contrastado con los límites recomendados por la OMS, que establece un máximo de 35 dBA para ambientes educativos y con los valores recomendados por la normativa municipal referente a contaminación sonora.

### 3. Resultados y Discusión

La cantidad de establecimientos educativos públicos como privados que se lograron identificar fueron 53 (cincuenta y tres) de los cuales 5(cinco) pertenecen al municipio de Oberá, pero se localizan en zonas rurales. En la figura 1 se puede observar la distribución de las instituciones identificadas.

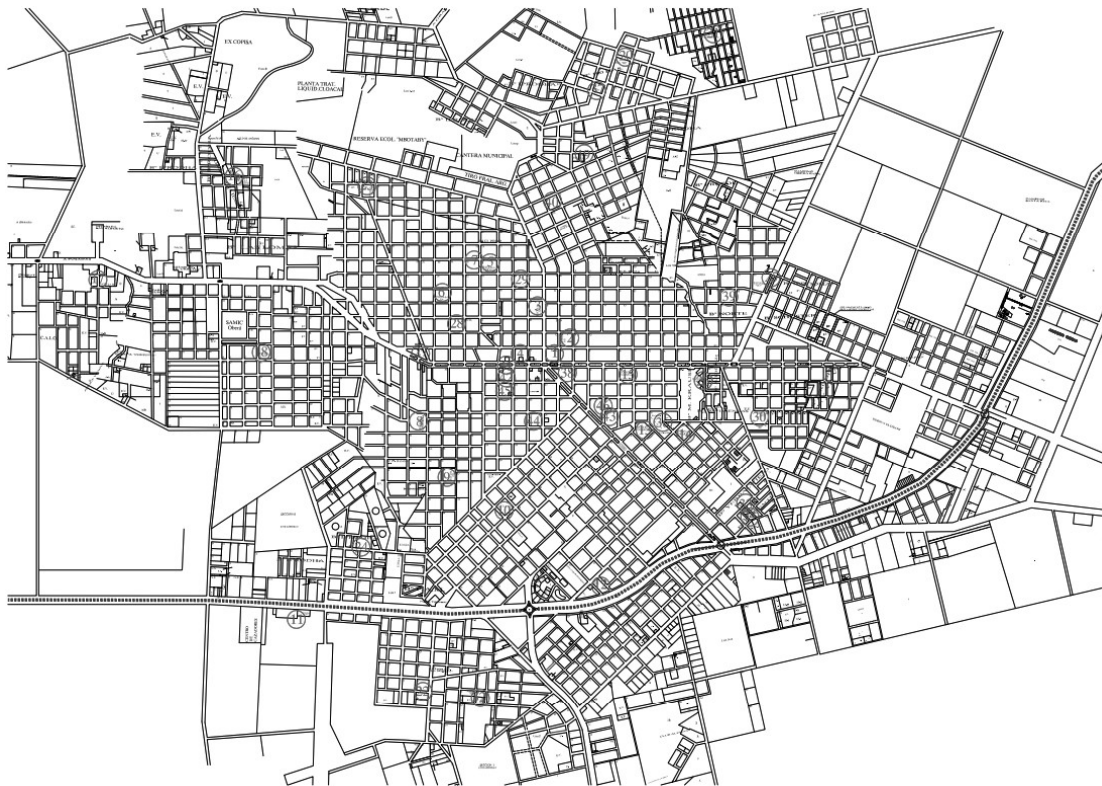


Figura 1: Establecimientos Escolares de la ciudad de Oberá.  
Fuente: Municipalidad de Oberá

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

A partir de la identificación, se localizaron los establecimientos en un mapa catastral de la ciudad en donde se visualizan los diferentes distritos en que se divide, de acuerdo al Código de Planeamiento Urbano Ambiental. Las instituciones seleccionadas se ubican en los distritos; central (DC), de alta densidad (DAD), media densidad (DMD), de baja densidad (DBD) y de equipamiento productivo (DEP). Este último, incluye la instalación de industrias y comercios.

En la figura 2 se pueden observar la cantidad de establecimientos educativos identificados según el nivel educativo. Se hace notar que las escuelas que poseen el nivel primario también funcionan en conjunto con el nivel inicial, además, en el horario nocturno se encuentran formalizadas las escuelas para adultos que dictan las clases correspondientes al nivel primario.

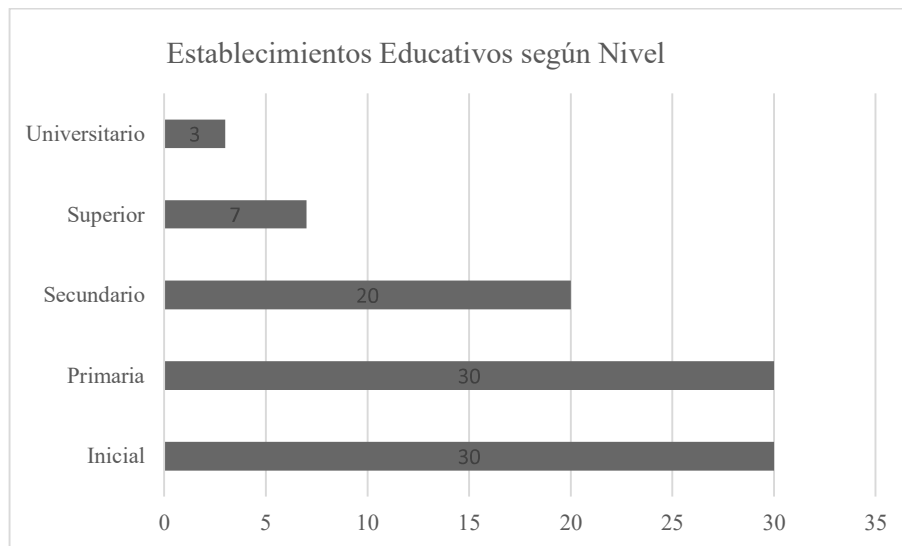


Figura 2: Gráfica de las cantidades de instituciones según el nivel.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 3 muestra la ubicación de los establecimientos de acuerdo al distrito de la Ciudad de Oberá en el que se encuentre. Se puede observar que la mayor cantidad de escuelas se encuentra en la zona residencial de alta densidad. Esta zona se define por tener una densidad de habitantes mayores a 120hab/ha [10]. Los usos que no están permitidos en este distrito, son actividades productivas o industriales que no sean de primera categoría, es decir actividades compatibles con las viviendas.

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

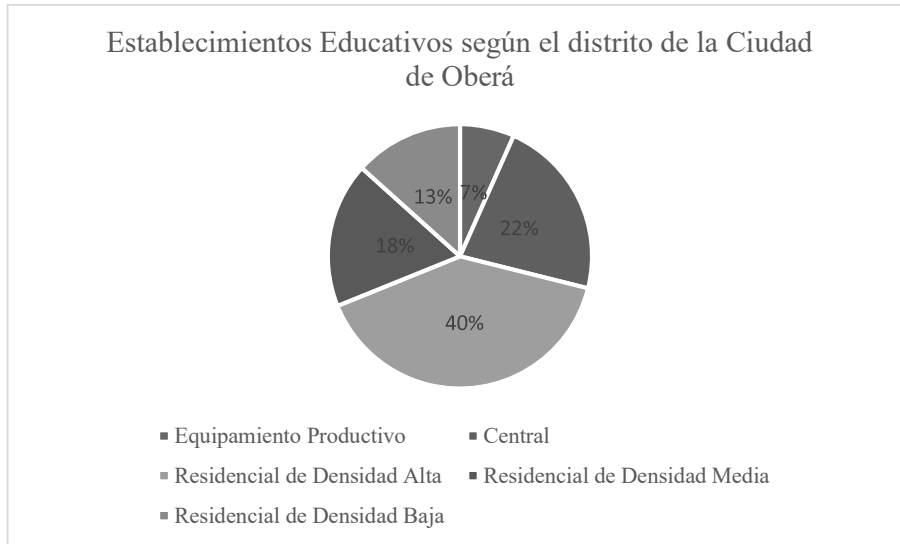


Figura 3: Cantidad de establecimientos educativos por distrito.

Fuente: Elaboración propia.

La menor cantidad de instituciones se localizan en el distrito de equipamiento productivo, el cual se caracteriza por alojar actividades que pueden producir molestias, necesitan superficies amplias para su funcionamiento y vías de fácil acceso.

Los distritos de baja y media densidad forman parte de los distritos residenciales, en los cuales están destinados principalmente al asentamiento de la actividad residencial, pero en ellos puede haber actividades relacionadas con la misma, como por ejemplo equipamiento financiero, educativo, cultural y sanitario, prestación de servicios, actividades artesanales sin ocasionar molestias entre otros. En ellos no se admiten actividades industriales ni tampoco actividades comerciales clasificadas como molestas.

En el distrito central donde se encuentra 22% de las instituciones, se puede observar la máxima concentración de las actividades administrativas, financieras, comerciales minoristas y las de equipamiento educacional. La actividad residencial queda como actividad complementaria. En este sector no se admiten actividades comerciales clasificadas como molestas ni tampoco actividades industriales [10].

Con respecto a las fuentes generadoras de ruido, se considera al tráfico vehicular como la principal fuente de ruido a la cual se le atribuye el 70% del ruido generado en la ciudad [11]. El ruido es generado por el motor de explosión y también por la fricción del vehículo con la superficie de rodamiento. También intervienen el ruido del claxon, sirenas, y los frenos. Los colectivos, camiones y autos más grandes son los que generan mayor ruido que los rodados pequeños. Además, cuando se requiera cambios de velocidad o de potencia ocasionan mayores ruidos [3].

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

En la tabla 1 se puede observar algunas mediciones de ruidos registrados en diferentes avenidas de la ciudad.

Tabla 1: Mediciones de ruidos en avenidas de la ciudad de Oberá.

NSCE	Sarmiento	Libertad	Inmigrantes	Pincen	Italia	Américas	J. Ingenieros	RNNº14
<b>Mañana</b>	67,6	68,5	69,5	SR	67,4	68,4	67,1	73,1
<b>Tarde</b>	68,4	68,4	69,8	SR	66,2	70,1	67,5	75,4

Fuente: Informe sobre la identificación de puntos para evaluación de ruido ambiental en la ciudad de Oberá Misiones.

Los valores se encuentran diferenciados entre la mañana y la tarde. Los niveles que se observan superan ampliamente los 55 dBA, que según la Ordenanza Municipal N°1926 de la ciudad de Oberá es el nivel máximo admitido para zonas educativas y los 65 dBA que se permiten para zonas comerciales.

Otra fuente que se logró identificar son los ruidos producidos por las industrias, estos provienen de las diferentes maquinarias, y equipos auxiliares.

Para identificar la presencia de ruido y realizar las mediciones, se consideraron cuatro establecimientos de nivel primario y secundario, uno en cada distrito y se definieron puntos de medición, en el interior del predio de los mismos. A continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos en las mediciones:

Tabla 2: Resumen de datos obtenidos según nivel educativo y distrito

	<b>ESTABLECIMIENTOS POR DISTRITO</b>			
	<b>Primaria DAD</b>	<b>Primaria DC</b>	<b>Primaria DEP</b>	<b>Secundaria DBD</b>
<b>NSCE</b>	62,95	68,69	67,87	59,11
<b>MAX</b>	78,37	84,20	84,47	72,27
<b>MIN</b>	49,37	50,97	51,67	44,63

Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos superan el límite de 35 dBA recomendado por la OMS para ambientes educativos. Además, si se comparan los valores de NSCE obtenidos en los establecimientos con los valores propuestos por la ordenanza municipal de la ciudad de Oberá, se observa que también se sobrepasan los límites permitidos, que para zonas educativas debe ser de 55 dBA. Estos resultados demuestran que el ruido proveniente de la calle influye en las aulas de los establecimientos educativos [12].

Los criterios que se tomaron en cuenta para seleccionar los puntos de estudio de acuerdo al análisis antes realizado son los siguientes:

- El estudio se centrará en establecimientos educativos de nivel primario ya que se pudieron observar en las mediciones preliminares los elevados niveles a los cuales están sometidas las instituciones y se han realizados numerosos estudios con niños expuestos al ruido y señalan que ellos sufren interferencias en la percepción del habla, realizan peor algunas tareas de lectura, disminuye la memoria a largo plazo, se distraen más, es decir tiene

## Selección de puntos para el estudio de ruido en Establecimientos Educativos

implicaciones en el desarrollo del aprendizaje, su personalidad, salud y la comunicación [2]. Por lo tanto, resultan los que más podrían verse afectados por ruido.

- Se tomarán los establecimientos que se encuentren próximos a avenidas y calles de intenso tráfico, ya que el ruido vehicular constituye una de las principales fuentes contaminantes y además se verifica la presencia de elevados niveles en estas vías.
- Las pendientes características del relieve de la ciudad de Oberá, es un factor a tener en cuenta, ya que, combinado con el tráfico vehicular, incrementa los niveles de ruido que este genera debido a un uso más frecuente de motores en aceleración y frenado.
- También se tomarán en cuenta la cercanía de los establecimientos con fuentes fijas, tales como industrias generadoras de ruido, actividades comerciales, boliches, y cualquier punto con presencia de personas en actividades de ocio o deportivas.
- La delimitación por distritos es un factor que queda en consideración como limitante para la selección de puntos, ya que, si bien el distrito residencial de alta densidad concentra el mayor porcentaje de establecimientos, los demás distritos se encuentran en expansión, por lo que es factible la localización de instituciones en los mismos y por lo tanto los resultados hallados podrán ser tomados en consideración para la instalación de las mismas. En este sentido se tratará de seleccionar puntos de estudio en cada distrito.

## 4. Conclusiones

A partir del análisis realizado se identificaron un total de 53 establecimientos educativos, los cuales están distribuidos en todo el municipio de Oberá, ocupando los diferentes distritos, excepto el industrial.

Para la selección de los criterios de selección de puntos se tuvieron en cuenta factores propios de los establecimientos, principalmente referidas al nivel educativo y factores externos relacionados con la localización de los mismos.

De esta manera, los puntos a seleccionar en los establecimientos para realizar el estudio de ruido, deberán cumplir con los siguientes criterios:

Serán escuelas primarias, ya que son las de mayor presencia en el municipio y además los efectos del ruido pueden ser más perjudiciales para los usuarios de estos ambientes.

Establecimientos en proximidad de Avenidas, calles de intenso tráfico, locales comerciales, recreativos o deportivos.

Establecimientos ubicados en proximidad de pendientes pronunciadas.

Se tomará al menos un establecimiento por distrito en los que se divide el municipio.



## 5. Referencias

- [1] R. A. ESPAÑOLA. *Real Academia Española* [En línea]. Available: <http://www.rae.es/>.
- [2] J. GARCÍA GÓMEZ, E. IVORRA CATALÀ Y J. M. COLLADO MARTÍNEZ. (2004) *No me grites que es peor*. Valencia: Universitat de Valencia. Servei de publicacions.
- [3] D. S. MÉDICOS. (2012). Observatorio de la salud y medio ambiente. *Ruido y Salud*, nº 03.
- [4] D. y. C. d. O. M. d. I. Salud.(15 de Marzo 20018). Organización Mundial de la Salud. [En línea]. Available: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.
- [5] IPEC.(2012). *Gran Atlas de Misiones*. Capítulo 7: Departamento. Oberá, Posadas, Misiones.
- [6] I. N. d. E. y. Censos.(2010) *Población total y variación intercensal absoluta y relativa por departamento*.
- [7] S. Kolodziej, E. Cruz, P. Hillebrand y J. L. Barrios. (2016). *Caracterización del ruido en la ciudad de Oberá, Argentina. Identificación de receptores sensibles al ruido y principales fuentes generadoras*. IX Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias, Porto Alegre, Brasil.
- [8] C. G. d. Educación. *Consejo General de Educación* [En línea]. Available: <http://www.cgepm.gov.ar/>.
- [9] S. d. D. U. DdP.(2010) *Código de Planeamiento Urbano Ambiental del Municipio de Oberá*.
- [10] P. E. d. Oberá. (1998). *Código de Planamiento Urbano Ambiental*,» Oberá Misiones.
- [11] S. Kolodziej y E. Cruz. (2017) *Identificación de puntos para evaluación de ruido ambiental en la Ciudad de Oberá Misiones*,» PROIMCA-PRODECA , UTN, Bahía Blanca.
- [12] H. C. D. d. I. C. d. Oberá (2009). *Resolución N°1469: Control de Contaminación Sonora*, Oberá, Misiones Argentina.