

Desarrollo de un aplicativo tipo Web GIS para la presentación de soundscapes combinado videos
360 y audio espacial.

Pablo Valencia Viñas, ✉ pablovinas21@gmail.com

Anteproyecto presentado para optar al título de Ingeniero de Sonido

Asesor: Jonathan Ochoa Villegas, Magíster (MSc)



Universidad de San Buenaventura Colombia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sonido

Medellín, Colombia

2020

Citar/How to cite [1]

Referencia/Reference [1] P. Valencia Viñas, “Desarrollo de un aplicativo tipo WebGIS para la presentación de soundscapes combinado videos 360 y audio espacial”, Trabajo de grado Ingeniería de Sonido, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías, Medellín, 2020.

Estilo/Style:
IEEE (2014)



Bibliotecas Universidad de San Buenaventura



Biblioteca Digital (Repositorio)
<http://bibliotecadigital.usb.edu.co>

- Biblioteca Fray Alberto Montealegre OFM - Bogotá.
- Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo OFM - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.
- Departamento de Biblioteca - Cali.
- Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena – Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia

Universidad de San Buenaventura Colombia - <http://www.usb.edu.co/>

Bogotá - <http://www.usbbog.edu.co>

Medellín - <http://www.usbmed.edu.co>

Cali - <http://www.usbcali.edu.co>

Cartagena - <http://www.usbctg.edu.co>

Editorial Bonaventuriana - <http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/>

Revistas - <http://revistas.usb.edu.co/>

CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
III. JUSTIFICACIÓN	10
IV. OBJETIVOS	12
A. Objetivo general	12
B. Objetivos específicos	12
V. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
VI. MARCO TEÓRICO	14
A. Localización del sonido	14
B. Sonido 3D	14
1) Ambisonics	14
2) Formato A y B	15
D. Técnicas de reproducción	17
E. Conversión ambisonic a binaural	17
F. Audio espacial en videos 360	18
G. Paisaje sonoro	18
VII. METODOLOGÍA	20
VIII. RESULTADOS	32
IX. DISCUSIÓN	38
X. CONCLUSIONES	39
REFERENCIAS	40

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PUNTOS SELECCIONADOS EN EL VALLE DE ABURRA PARA MEDICIÓN .	23
TABLA 2. PUNTOS DONDE SE REALIZÓ LA MEDICIÓN.....	33

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Mapa sonoro del centro histórico de Málaga.	11
Fig. 2. Posicionamiento de las capsulas en cada eje del plano.....	15
Fig. 3. Montaje de micrófono y cámara realizado en el municipio de Barbosa.....	21
Fig. 4. Grabadora de audio Zoom H3 VR.....	21
Fig. 5. Cámara de grabación 360 grados Sony Gear 360.....	22
Fig. 6. Interfaz de Pro Tools con audios y canales usados para la edición de audio.....	24
Fig. 7. Interfaz Adobe Premier donde se editarán los videos obtenidos	25
Fig. 8. Exportación mapa de Qgis a mapa web por medio del plug in leaflet	26
Fig. 9. Mapa web creado en la aplicación Mapbox.....	27
Fig. 10. Mapa final para uso del usuario	27
Fig. 11. Pantalla que aparece al seleccionar uno de los puntos de medición.	29
Fig. 12. Diagrama de bloques del proceso de producción.	30
Fig. 13. Facebook 360 encoder	31
Fig. 14. Mapa final	32
Fig. 15. Visualización del punto parque Lleras con la información del lugar	33
Fig. 16. Video parque principal de Girardota.....	34
Fig. 17. Video realizado en parque principal de Copacabana	35
Fig. 18. Video realizado en el jardín botánico Joaquín Antonio Uribe.....	35
Fig. 19. Video realizado en el parque Lleras.....	36
Fig. 20. Video parque principal Simón Bolívar de Itagüí	37
Fig. 21. Video parque principal de Sabaneta	37

RESUMEN

El desarrollo de un aplicativo tipo webgis para presentar paisajes sonoros (soundscapes) combinando videos en 360 grados y audio espacial ambisonic, es un proyecto desarrollado en la Universidad de San Buenaventura con apoyo del Área Metropolitana del Valle de Aburra (AMVA). Mostrar estudios de ruido a la comunidad puede llegar a ser complejo debido a la información y lenguajes desconocido que estos manejan, el mapa construido por medio de sistemas colaborativos como mapbox y Qgis permite observar las fuentes de ruido que se encuentran en el Valle de Aburra y se logra obtener una captura de audio por medio de la técnica Ambisonic y un video capturado por una cámara de 360 grados, permitiendo que el usuario tenga una experiencia envolvente y se pueda sumergir por completo en un punto de la ciudad con el fin de describir las fuentes de ruido típicas en estos puntos del municipio.

Palabras claves: Paisajes sonoros, ambionics, Mapbox, Qgis, 360 grados, envolvente

ABSTRACT

The development of a webgis-like application to present soundscapes combining 360-degree videos and ambisonic spatial audio is a project developed at the University of San Buenaventura with the help of the Metropolitan Area of the Aburra Valley (AMVA). Showing noise studies to the community can become complex due to the unknown information and languages that they handle, the map built by means of the mapbox and Qgis applications allows observing the noise sources found in the Aburra Valley and It manages to obtain an audio capture obtained by means of the Ambisonic technique and video captured by means of a 360-degree camera which allows the user to have an immersive experience and can be completely submerged in a point of the city which It allows you to save an image of the intangible heritage of the city or municipality.

Key words: Paisajes sonoros, ambionics, Mapbox, Qgis, 360 grados, envolvente

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo desarrollar una aplicación tipo WebGis sobre los paisajes sonoros en lugares representativos de algunos municipios pertenecientes al área Metropolitana del Valle de Aburra, a saber, Girardota, Barbosa, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas; la información recolectada, estará disponible al público en general, en una base de datos, la cual contará con información audiovisual. La característica principal de este trabajo es mostrar la problemática de ruido que se encuentra en el Valle de Aburra, por tanto, se seleccionaron puntos representativos para la captura de audio y video.

El trabajo que se emprendió tiene una intencionalidad adicional, la cual es mostrar las características sonoras del entorno que nos rodea y analizar el ruido que se genera en un determinado lugar. Se deriva de esto un interés académico al encontrar fuentes puntuales de ruido que afectan a la población; y, un interés social dado que los paisajes sonoros permiten guardar una imagen del patrimonio inmaterial de los municipios del Valle de Aburra.

Para realizar la investigación de tipo descriptiva, se seleccionaron diferentes puntos de interés en el Valle de Aburra según características como tráfico, importancia cultural o recreativa, uso de la zona y concentración poblacional. Por consiguiente, la forma para la captura de audio se realizará por medio de la técnica Ambisonics (audio envolvente) y el video se grabará usando una cámara con tecnología de 360 grados, lo que permitirá al usuario de la base de datos una experiencia interactiva tanto visual como sonora.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudios que se realizan sobre la medición de niveles de ruido ambiente son comunes en muchas ciudades para conocer el impacto que este provoca en la comunidad ya sea positivo o negativo; los resultados generalmente se presentan en tablas con la información de niveles de ruido medidas en decibeles o mapas de ruido del área estudiada, donde se indican las zonas con menor o mayor nivel de ruido. Estas formas de presentación son de fácil apropiación en el medio académico y científico, sin embargo, generan una limitación en su total comprensión a los usuarios de las redes sociales o el internet.

Estudios acerca de esta problemática se han llevado a cabo en la ciudad de Medellín [1] pero en los demás municipios del Valle de Aburra no se conoce de manera exacta cuales son los niveles de ruido. En Colombia el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial promulgó la Resolución 0627 del 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental [2], pero al no contar con datos exactos es difícil analizar y comparar la norma con la realidad estudiada. Sumado a esto, se desconoce la problemática y los factores que generan niveles de ruido alto y, por tanto, las consecuencias en la salud física y mental de la comunidad habitante del Valle de Aburrá.

III. JUSTIFICACIÓN

Los estudios realizados para medir ruido en lugares rurales o urbanos se enfocan en medir los niveles de ruido en decibeles y en la realización de mapas de ruido, para dar a conocer de esta manera sus resultados. Estos resultados pueden llegar a ser difíciles de entender para personas que no tengan estudios o conocimiento previo de la temática, los paisajes sonoros son una manera más sencilla de mostrar lo que ocurre en el lugar que fue grabado; además, si agregamos una propuesta audiovisual junto con la grabación sonora, nos permite observar con detalle lo que ocurre y explicar de una manera más sencilla los problemas puntuales que tiene y buscar soluciones que mejoren la calidad de vida en el sector donde se realizó la medición.

Los paisajes sonoros con ayuda de la tecnología muestran que es lo que ocurre, dando a conocer fuentes puntuales del ruido; esto permite analizar el lugar como un todo y a su vez, recopilar información acerca del lugar específico guardando una imagen del constante cambio al que se enfrentan las ciudades. El resultado guardado de los paisajes sonoros con la captura de audio y video, permite almacenar el patrimonio inmaterial de la ciudad; un ejemplo de esto, es la ciudad de Málaga en España (ver figura 1), con un estudio en el cual se realizó un mapa que tiene una captura de sonido binaural y una imagen del lugar donde se realizó la grabación sonora, también permite observar una página web en el sitio del mapa donde se almacenan todas las capturas de audio que se realizaron en dicho estudio [3].

Almacenar esta información ayudará a realizar estudios sociales y culturales en el Valle de Aburra. Estos estudios se realizan en cada ciudad con diferentes resultados ya que ninguna ciudad suena igual a otra dadas sus particularidades, aunque se debe tener en cuenta que existen componentes comunes como el tráfico automotor y las zonas industriales ubicadas en cada ciudad. Los paisajes sonoros permiten guardar y divulgar el registro sonoro del entorno natural y cultural del Valle de Aburra lo que permite identificar las fuentes sonoras que le dan una identidad propia a cada uno de los municipios, esto se realizó en la ciudad de Canarias en España [3].

Adicionalmente, un producto de este estudio es crear una aplicación virtual abierta al público que permite difundir el patrimonio inmaterial, esta herramienta nos dará a conocer las fuentes sonoras que se generan en el Valle de Aburra

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar un aplicativo tipo *WebGIS* para presentar *soundscape* del Valle de Aburra usando audio espacial y video 360.

B. Objetivos específicos

- Establecer puntos de interés para la representación de *soundscape* y su relación con el impacto del ruido ambiental en el área urbana del Valle de Aburra.
- Caracterizar los puntos de interés a través de video 360 y audio espacial que se relacionen con el ruido ambiental.
- Definir una base de datos espacial para la representación de los *soundscape* a través de una aplicación tipo *WebGIS*.

V. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El ruido en las ciudades es una problemática de salud para las comunidades, dada las consecuencias en las personas; en estas, se encuentran zonas de mayor ruido por la cantidad de tráfico, por el uso al que está destinada y por cambios imprevistos en la dinámica o el comportamiento de la comunidad. Diferentes estudios se han realizado para demostrar los niveles de ruido y mapas de ruido que informan de esta situación [1].

Los paisajes sonoros o soundscapes nos permiten evidenciar el campo sonoro total con el que interactúa la persona, identificar las fuentes de ruido puntuales a las que está sometida de forma permanente o con mayor frecuencia. Si unimos los paisajes sonoros usando la técnica ambisonics para su captura con video espacial en 360 grados no solo tendremos una imagen sonora, también se obtiene una imagen visual de lo que ocurre en ese espacio. Realizar estas mediciones y añadirlas en un base de datos WebGis permite mostrar la ubicación exacta de la zona donde se tomaron las mediciones y dar a conocer las posibles problemáticas que se encuentran en la zona medida.

Las ciudades siempre se encuentran en constante cambio ya sean sociales o estructurales, para resaltar, la dinámica en el sector de la construcción que interviene en las edificaciones, estas pueden mantenerse en el tiempo o desaparecer, modificándose la dinámica poblacional y por tanto el ruido que se produce. Esto es una razón para salvaguardar una imagen del patrimonio inmaterial de la ciudad que nos muestre su dinámica de infraestructura y demás características sociales y culturales.

VI. MARCO TEÓRICO

A. Localización del sonido

Si una fuente sonora se encuentra en el plano horizontal con respecto a la cabeza, el ser humano tiene la capacidad de localizar donde se encuentra esta fuente. Para poder localizar las fuentes sonoras el cerebro utiliza dos parámetros:

- Diferencias de nivel interaural o *interaural level differences* (ILD): Es la diferencia de intensidades de señal entre cada oído, se mide en dB y es una función que depende del número de onda (k). La ILD a frecuencias menores de 500 Hz es muy pequeña debido a que la longitud de onda es mayor a 69 cm aproximadamente, esto supera el tamaño de la cabeza 4 veces, debido a esto el ILD es una herramienta útil para la localización sonora pero no muy útil en frecuencias bajas [4].
- Diferencias de tiempo interaural o *interaural time difference* (ITD): La ITD se conoce como la diferencia con la que llega la onda a los oídos. Para todas las frecuencias audibles depende del ángulo de incidencia, pero existen variaciones según el rango de frecuencia, en frecuencias bajas (menores a 50 Hz) el tiempo de llegada es mayor, en frecuencias medias (entre 1000 Hz y 1500 Hz) los tiempos aumentan y para frecuencias altas (mayores a 3000 Hz) los tiempos de llegada son muy altos [5].

B. Sonido 3D

1) Ambisonics

El sistema ambisonic se desarrolló en la década de 1970 por investigadores británicos auspiciados por la British NRDC, su principal impulsor fue Michael Gerzon. Ambisonics, es una solución tecnológica que permite grabar, manipular y reproducir audio en sistemas de altavoces para que los oyentes puedan percibir los sonidos ubicados en el espacio tridimensional. Su enfoque básico es tratar una escena de audio como una esfera de sonido en 360 grados, donde el sonido proviene de todas las direcciones alrededor de un punto central [6].

Existen dos tipos de técnicas para micrófonos y obtener un registro adecuado para la codificación ambisonic:

- Técnica clásica: Utiliza cuatro micrófonos coincidentes. Se usa un micrófono omnidireccional para captar el ambiente y 3 micrófonos bidireccionales cada uno orientado en el eje de coordenadas.
- Técnica ambisonic: Utiliza un solo micrófono que tiene una matriz tetraédrica de cápsulas de micrófono cardiodes. La señal se procesa para obtener cuatro señales de salida en formato B, proporcional a la presión y el vector de la velocidad de partícula tridimensional en el centro de la matriz.

2) Formato A y B

Cada técnica tiene un formato diferente para las cuatro señales

- Formato A: al realizar la grabación con micrófonos ambisonics se obtiene cuatro señales en formato A. El formato que trabaja ambisonics es el formato B por lo cual es necesario realizar una conversión para poder trabajar con estas señales.

Se utilizan cuatro micrófonos que se colocan en forma de tetraedro, las señales se etiquetan de la siguiente manera:

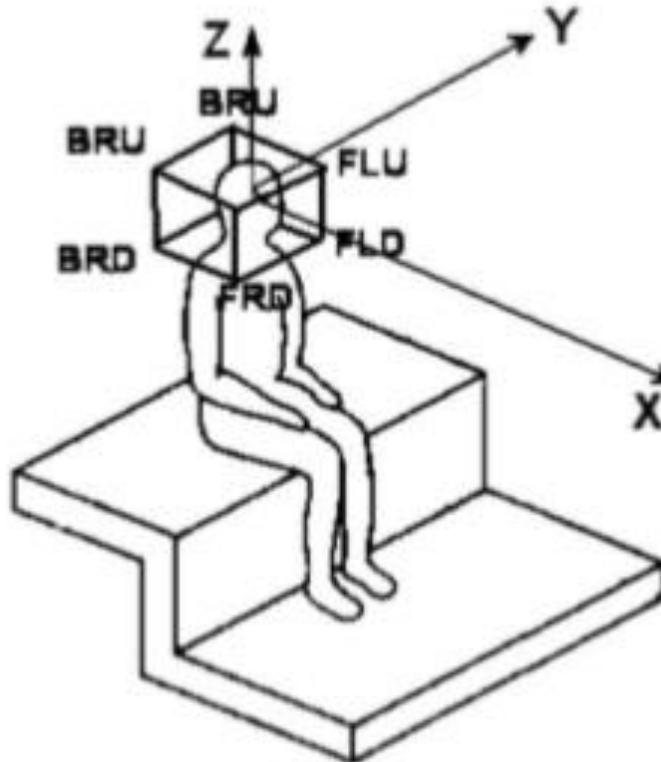


Fig. 2. Posicionamiento de las capsulas en cada eje del plano

Fuente: Tomada del trabajo de grado “Diseño, grabación y reproducción de paisajes sonoros mediante ambisonics” realizado por Maitane Vicuña

Las cápsulas corresponden a cuatro de los ocho vértices del cubo que rodea la cabeza del oyente, este cubo tiene caras paralelas al sistema de referencia cartesiano. Cada vértice imaginario se define por la intersección de tres caras. Por ejemplo, un micrófono dirigido hacia adelante, izquierda y arriba será etiquetado como FLU (Front, left, up). La selección habitual de las posiciones es FLU-FRD-BLD-BRU.

Las cuatro nuevas señales se definirán matemáticamente como señales de cuatro micrófonos coincidentes. Donde W corresponde a un micrófono omnidireccional mientras que X, Y y Z serán micrófonos de velocidad con un patrón bidireccional. Las formulas matriciales son:

$$W' = FLU + FRD + BLD + BRU \quad (1)$$

$$X' = FLU + FRD - BLD - BRU \quad (2)$$

$$Y' = FLU - FRD + BLD - BRU \quad (3)$$

$$Z' = FLU - FRD - BLD + BRU \quad (4)$$

Las señales con apóstrofe no son las señales del formato B ya que se requiere operaciones de filtrado regidas por dos filtros aplicados al canal de entrada de cada uno.

- Filtro Fw: aplicado a W'

$$F_W = \frac{1 + \frac{j\omega r}{c} - \frac{1}{3} \left(\frac{\omega r}{c} \right)^2}{1 + \frac{1}{3} \left(\frac{j\omega r}{c} \right)} \quad (5)$$

R= distancia de cada cápsula al centro del tetraedro

W=frecuencia angular en rad/s ($w=2\pi f$)

C=velocidad del sonido en m/s

- Filtro F_{xyz} : aplicado en los canales X' , Y' y Z' da como resultado X , Y y Z respectivamente

$$F_{XYZ} = \sqrt{6} \frac{1 + \frac{1}{3} \left(\frac{j\omega r}{c} \right) - \frac{1}{3} \left(\frac{\omega r}{c} \right)^2}{1 + \frac{1}{3} \left(\frac{j\omega r}{c} \right)} \quad (6)$$

R= distancia de cada cápsula al centro del tetraedro

W=frecuencia angular en rad/s ($w=2\pi f$)

C=velocidad del sonido en m/s

- Formato B: Es la señal estándar en ambisonics y corresponde a las cuatro señales que se obtiene de la configuración clásica, los canales se identifican con las letras W, X, Y y Z. Existen dos convenciones dentro del estándar B a saber, AmbiX y FuMa. Son similares, pero se diferencian por la forma de organizar los canales AmbiX (WYZX) y FuMa (WXYZ).

D. Técnicas de reproducción

La señal en formato B requiere cuatro canales que transportan la información para una codificación completa de los sonidos, el número mínimo de altavoces necesarios para la reproducción es:

- 1.1.Sistemas panto-fónicos: Cuatro altavoces que localizan las fuentes en el plano horizontal.
- 1.2.Sistemas peri fónicos: Ocho altavoces que localizan las fuentes en plano horizontal y vertical.

No existe una configuración concreta para reproducir grabaciones ambisonics, el usuario puede decidir la configuración que desee usar siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Los altavoces se deben situar en una esfera, donde el centro es el oyente.
- Se debe cumplir la regla $L \geq (N+1)^2$, donde L es el número de altavoces y N el orden de codificación. [6]

E. Conversión ambisonic a binaural

Las aplicaciones de realidad virtual han adoptado ambisonics como estándar para ofrecer sonido en 3D para videos, juegos y experiencias de realidad virtual. El usuario experimenta el audio a través de auriculares. Para reproducir en auriculares es necesario decodificar los canales

ambisonics y enviarlos a un procesador binaural que los ubica en la dirección de la grabación realizada para que el oyente experimente un campo sonoro inmersivo. [6]

F. Audio espacial en videos 360

Para la realización del proyecto usaremos las siguientes aplicaciones para la edición de los videos en 360 grados. Los videos con el sonido envolvente generan una sensación de inmersión.

- Adobe premier pro: es un software para la edición de videos usado para cine, televisión y web. Este programa permite editar videos realizados en 360 grados y realidad virtual. Por lo tanto posibilita editar el audio ambisonics en formato B.
- Avid Protools: Para poder trabajar con el audio envolvente en protools 12.8.2 usaremos el plug in de Facebook (Facebook 360 spatial workstation), el cual está incluido, este permite trabajar y editar el audio inmersivo. Trabaja el audio como una esfera para responder a cambios en la rotación del oyente.

G. Paisaje sonoro

El paisaje sonoro o en inglés conocido como soundscape es un concepto nombrado por el músico R. Murray Schafer en el año de 1977, quien lo entendió como un elemento de comunicación e información entre el hombre y el medio (rural, urbano o natural) y lo definió como el campo total de sonido de cualquier lugar donde nos encontramos [7]. El término se encuentra compuesto por dos palabras con diferentes definiciones cada una. La primera, el término paisaje se entiende como el ambiente en el que nos encontramos y logramos percibir, este no es estático ya que el espectador puede moverse dentro de él para observar o interactuar, siempre hay movimiento en el paisaje ya sea de luz o de sonido. Y la segunda, el término sonido tiene dos definiciones, una es el fenómeno físico que se puede medir y analizar por medio de la acústica; y la otra, la forma como percibimos este fenómeno y lo que nos hace sentir. [8].

Los estudios socio acústicos se enfocan en evaluar los aspectos negativos del ruido (efectos en la salud, molestia, perturbación), otros estudios que realizan con paisajes sonoros se enfocan en analizar el ambiente sonoro desde un punto integral teniendo en cuenta la interacción que existe entre las personas, el sonido y el contexto donde sea percibido. Se necesita analizar el significado cultural y social que las personas atribuyen al ambiente sonoro [9].

Uno de los trabajos pioneros fue realizado gracias al desarrollo del cine sonoro en el año 1930 por el cineasta alemán Walter Ruttmann conocido por sus películas experimentales, él realizó una película sin utilizar imágenes, solo uso la banda sonora. En su trabajo llamado “The Weekend” o “El fin de semana” que tiene una duración de 11 minutos, Ruttmann combinó grabaciones realizadas desde el sábado en la tarde hasta el lunes en la mañana, esto fue presentado en cine y luego en la radio. Esta es una de las primeras aproximaciones a lo que hoy conocemos como paisaje sonoro [8].

En 1973, R. Murray Schafer publica “The Vancouver Soundscapes” que es una recopilación de sonidos grabados en el área rural y urbana de la ciudad de Vancouver, con la idea de mostrar el carácter sonoro de la ciudad. El propósito fue mostrar la gran variedad de sonidos y el cambio a través del tiempo. En 1984 el francés Pierre Henry realiza la grabación de “La Ville – La Ciudad” para la radioemisora de Alemania Occidental WDR, ésta tiene un carácter musical [8].

El concepto de paisaje sonoro posee diferentes líneas de investigación (Ecología del paisaje sonoro – soundscape ecology) con una serie de parámetros (identidad sonora, medio ambiente sonoro, keytones, sound signals, landmarks, entre otros) para poder valorar el entorno que nos rodea [7].

VII. METODOLOGÍA

Las investigaciones descriptivas tienen como objetivo describir la naturaleza de un segmento demográfico, se centra más en el “qué” en lugar del “por qué”. Teniendo presente este concepto y el objetivo de la investigación, ésta es de carácter descriptivo con un enfoque cualitativo y cuantitativo. El Universo de la investigación es los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburra, los cuales son: Girardota, Barbosa, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas. Se describirán en los municipios algunos sitios, de forma audiovisual, los cuales, para la investigación, denominaremos “puntos de interés”. Estos serán la muestra de la investigación.

Para determinar la muestra, los puntos de interés se seleccionarán intencionalmente teniendo en cuenta la importancia que tengan para el municipio de acuerdo a variables de ruido, de tipo cultural o recreativo, de movilidad, de uso de suelos y de sitios de alta concentración poblacional; y, de acuerdo a la densidad poblacional y área geográfica del municipio.

En los puntos de interés seleccionados, se realizarán capturas de sonido y grabaciones de video, se utilizará una cámara que capture en 360 grados para obtener el video y un micrófono ambisonics para la captura del audio; con una frecuencia de dos capturas por sesión (día), y una duración de dos minutos. Para la captura de audio se utilizará la grabadora de realidad virtual Zoom H3-VR que cuenta con un micrófono ambisonic, grabadora y decodificadora. Esta grabadora permite manejar los formatos A y B sin necesidad de grabadoras adicionales ni otros dispositivos para la grabación. Permite grabar audio ambisonic, estéreo 3d binaural, estéreo estándar, surround 5.1 para video y live streaming 360. Para la captura del video se usará la cámara Samsung Gear 360 la cual permite capturas en 360 grados en 4K, y puede ser manejado por medio de computadores o dispositivos móviles. La figura 3 muestra el montaje realizado con la cámara y el video en los sitios de interés seleccionados. La figura 4 y 5 muestran los equipos utilizados durante la grabación, las especificaciones técnicas de cada elemento se encuentran en el anexo 2.



Fig. 3. Montaje de micrófono y cámara realizado en el municipio de Barbosa



Fig. 4. Grabadora de audio Zoom H3 VR

Fuente: <https://bit.ly/2viBDXK> tomada de la página web del fabricante de la grabadora



Fig. 5. Cámara de grabación 360 grados Sony Gear 360.

Fuente: <https://bit.ly/30TpFzp> tomada de la página web del fabricante de la cámara

Estos puntos se caracterizarán en forma cualitativa describiendo sus cualidades, atributos y demás hallazgos relevantes. Los puntos seleccionados son los siguientes:

TABLA 1. PUNTOS SELECCIONADOS EN EL VALLE DE ABURRA PARA MEDICIÓN

id	TIPO	NOMBRE	Municipio	Día medición
1	PARQUE	Parque principal Barbosa - Parque Simón Bolívar	Barbosa	1
2	Parque	Parque Diego Misas Echavarría Misas	Barbosa	
3	Parque	Parque principal Girardota	Girardota	
4	Carretera	Carretera al Hatillo	Girardota	
5	Parque	Parque principal Copacabana	Copacabana	
6	Unidad deportiva	Unidad deportiva Cristo Rey	Copacabana	
7	Unidad deportiva	Unidad deportiva Tulio Ospina	Bello	2
8	Parque	Parque principal de Bello - Parque Santander	Bello	
9	Parque	Reserva natural Piamonte	Bello	
11	Universidad	Universidad San Buenaventura - Sede Medellín	Bello	
10	Calle	Autopista Bello-Copacabana	Bello	
12	Mirador	Mirador Serramonte	Bello	
13	Parque	Parque Juanes de la paz	Medellín	3
14	Parque	Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe	Medellín	
15	Parque	Plaza Botero	Medellín	
16	Parque	Parque de las Luces - Plaza de Cisneros	Medellín	
17	Calle	Glorieta Alpujarra	Medellín	
18	Parque	Cerro el volador	Medellín	
19	Unidad deportiva	Atanasio Girardot	Medellín	4
20	Calle	Calle 50 con transversal 51A	Medellín	
21	Parque	Primer parque de Laureles	Medellín	
22	Calle	Glorieta Santa Gema	Medellín	
23	Unidad deportiva	Unidad deportiva Belén Andrés Escobar	Medellín	
24	Parque	Cerro Nutibara	Medellín	
25	Biblioteca	Biblioteca Belén	Medellín	5
26	Parque	Parque Lleras	Medellín	
27	Parque	UVA el Poblado	Medellín	
28	Calle	Carrera 43 calle 1 sur	Medellín	
29	Calle	Calle 10 con autopista sur	Medellín	
30	Calle	Avenida Las Vegas	Medellín	
31	Aeropuerto	Olaya Herrera	Medellín	6
32	Parque	Parque principal de Itagüí Simón Bolívar	Itagüí	
33	Unidad deportiva	Ditaires	Itagüí	
34	Cementerio	Iglesia San Pio X	Itagüí	
35	Calle	Glorieta avenida Pilsen	Itagüí	
36	Parque	Parque principal de La Estrella	La Estrella	
37	Calle	Intersección carrera 50 con calle 80 sur	La Estrella	7
38	Parque	Parque principal de Sabaneta Simón Bolívar	Sabaneta	
39	Calle	Carrera 44 con calle 74 sur	Sabaneta	
40	Parque	Parque principal de Caldas	Caldas	
41	Parque	Parque Hábitat	Caldas	

Para mostrar los audios capturados en los puntos de interés usaremos una base de datos, utilizando la página web mapbox que ofrece mapas online y el programa QGIS, el cual es un sistema de información geográfica; para realizar el mapa web, usaremos la aplicación Leaflet. La base de datos contará con información geográfica (latitud, longitud) del punto medido, audio capturado, descripción y foto del lugar medido.

Los videos obtenidos se editarán usando Adobe premier y los audios se editarán con el programa avid protools. Cuando se tengan los videos finales con imagen y audio en 360 grados, se almacenarán en la plataforma de videos YouTube. El mapa contara enlaces que mostraran un registro fotográfico del punto de medición.

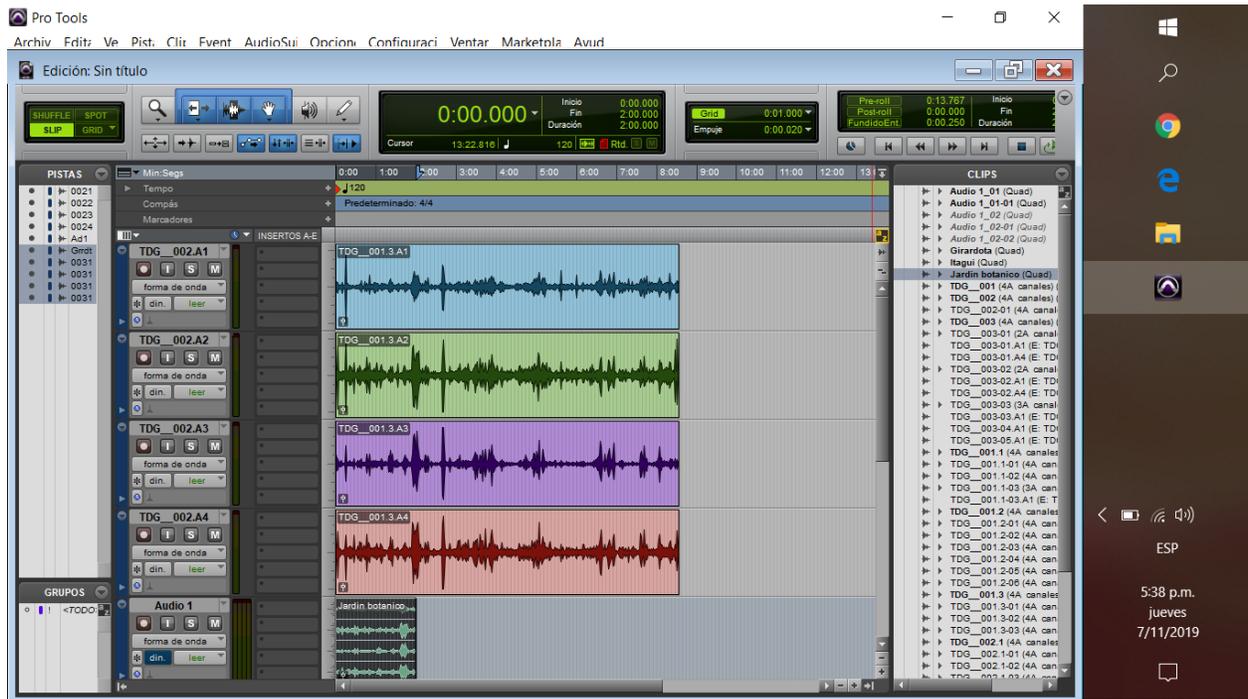


Fig. 6. Interfaz de Pro Tools con audios y canales usados para la edición de audio

Fuente: programa Pro Tools 12

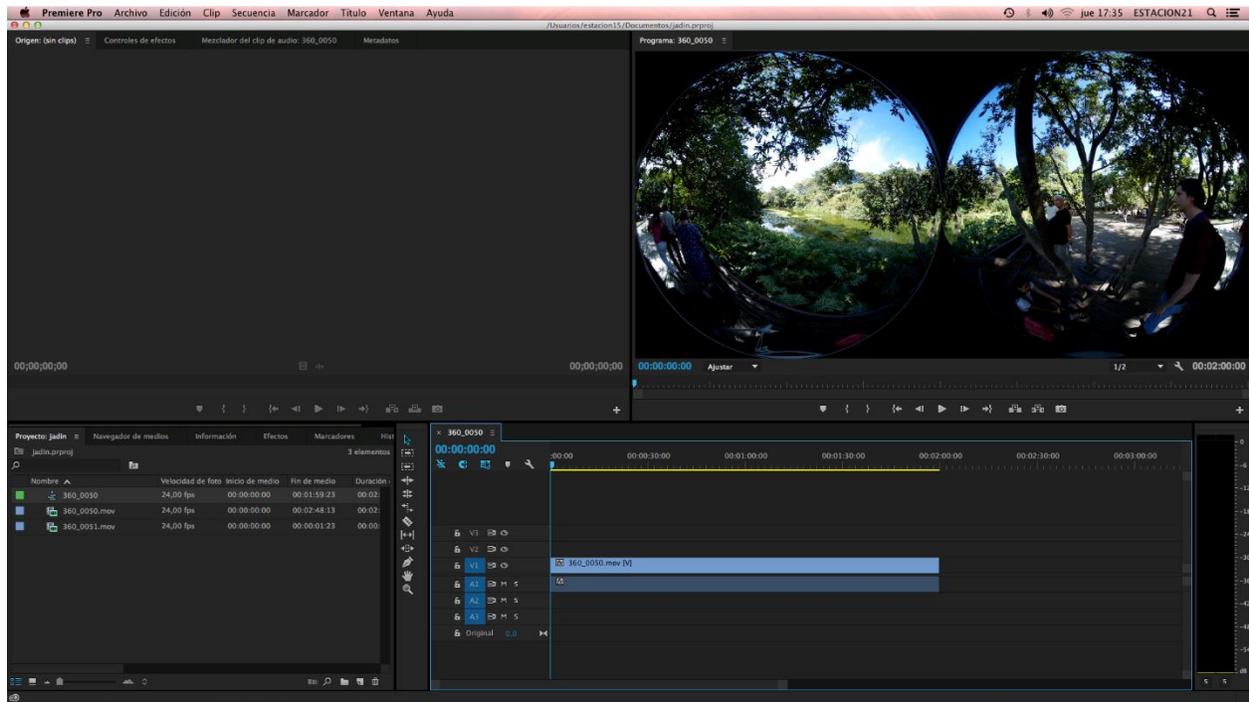


Fig. 7. Interfaz Adobe Premier donde se editarán los videos obtenidos

Fuente: Programa Adobe Premier

Después de realizar el video y la captura de audio de cada uno de los puntos de interés, se realizó por medio de QGIS un mapa interactivo, información que será anexada. Para la realización del mapa se usó la aplicación Leafleft la cual permite exportar el mapa de QGIS a un mapa web siguiendo el siguiente proceso:

Primero, se ingresaron varios parámetros para crear el mapa con los puntos de interés los cuales fueron Id (identificación del lugar), descripción del lugar, imagen del lugar, nombre del lugar, tipo de lugar (parque, calle, unidad deportiva), icono y video. Después de ingresar estos datos al programa QGIS se procede a exportar el mapa a un mapa web, (figura 8) mostrando una pantalla con opciones para editar el mapa. Se seleccionó un cluster que agrupa los puntos, pop ups para que el usuario pueda observar la información de cada punto, se restringió el extent lo que permite que el usuario permanezca en la zona donde se realizaron las mediciones (Valle de Aburra), además, se ingresó un buscador para el usuario que permite buscar por nombre del lugar.

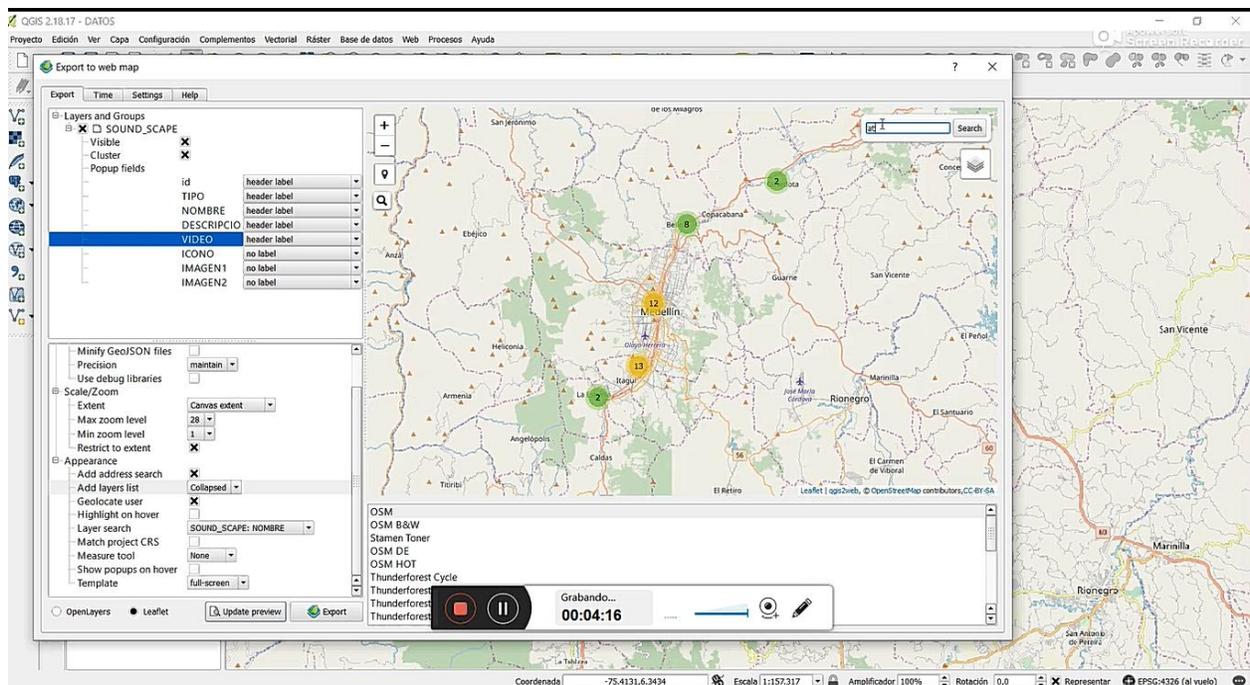


Fig. 8. Exportación mapa de Qgis a mapa web por medio del plug in leaflet

Fuente: Programa Qgis

Se usó el aplicativo mapbox para crear un mapa web, este es necesario ya que nos permite publicar en la web nuestro mapa. Realizamos un mapa custom, se seleccionó un mapa con estilo Light, el cual su gama cromática es blancos y grises. Este fue modificado dado que se retiraron algunas capas y se modificaron los colores a algunas de las capas que se dejaron. Estas últimas, fueron los caminos, campos de agua, zonas verdes, nomenclatura de las calles, nombre de algunos sitios del Valle de Aburra y el nombre de cada municipio del Valle de Aburra. Es necesaria la creación de este mapa ya que al exportar el mapa de Qgis por medio de Leaflet se genera un archivo html local, el mapa creado en mapbox se considera como el mapa base.

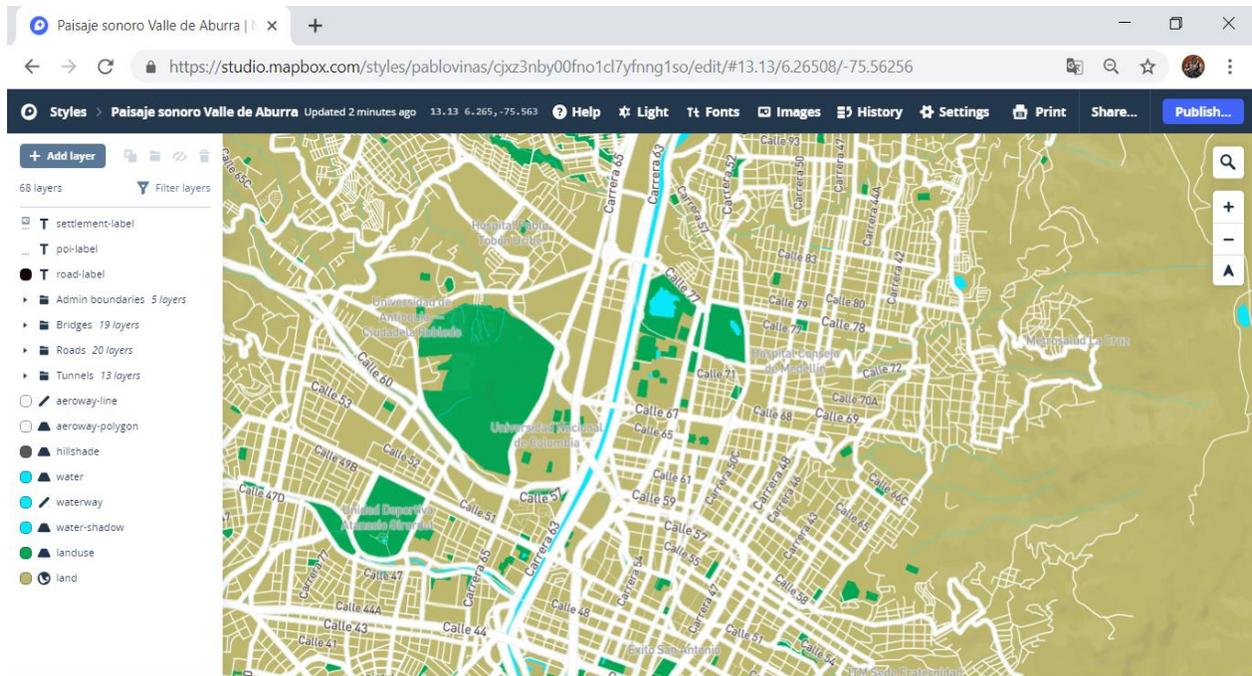


Fig. 9. Mapa web creado en la aplicación Mapbox

Fuente: Mapbox aplicación web

Se puede observar el mapa después de la exportación web y usando como base el mapa de mapbox (ver figura 10).

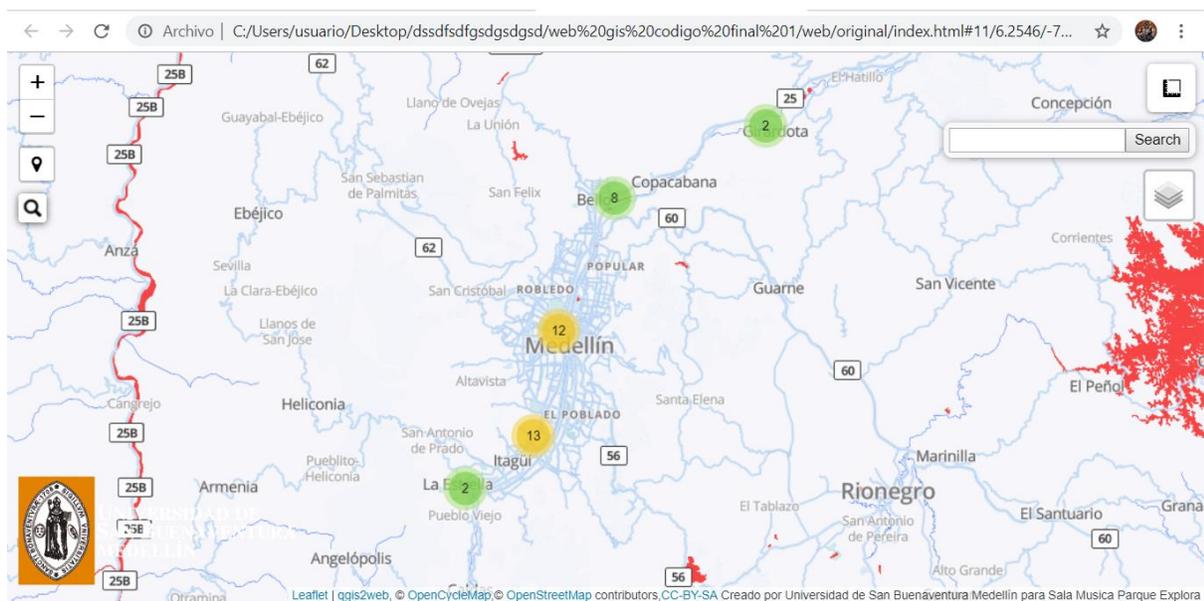


Fig. 10. Mapa final para uso del usuario

Para completar el mapa y que su funcionamiento sea el adecuado debemos realizar cambios en el código del mapa, el código completo del mapa se puede observar en el anexo 1. A continuación, explicaremos la función de algunas partes del código.

Las siguientes líneas de código permite visualizar el logo de la Universidad San Buenaventura en la parte inferior izquierda:

```

```

En la parte inferior derecha se encuentra una información de cómo fue construido el mapa e información de creación del mapa:

```
<div class="leaflet-control-attribution leaflet-control"><a href="http://leafletjs.com" title="A JS library for interactive maps">Leaflet</a> | <a href="https://github.com/tomchadwin/qgis2web" target="_blank">qgis2web</a>, © <a href="http://www.opencyclemap.org">OpenCycleMap</a>, © <a href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/">CC-BY-SA</a> Creado por Universidad de San Buenaventura Medellín para Sala Musica Parque Explora</div>
```

La siguiente línea permite la visualización de los videos sin necesidad de salir del mapa, ya que se muestran en un pop up con la información del punto medición, los videos que se usarán en el mapa se encuentran almacenados en la página web You Tube:

```
<iframe width="560" height="315" src="https://www.youtube.com/embed/ekxCWtH0pGI" frameborder="0" allow="autoplay; encrypted-media" allowfullscreen=""></iframe>
```

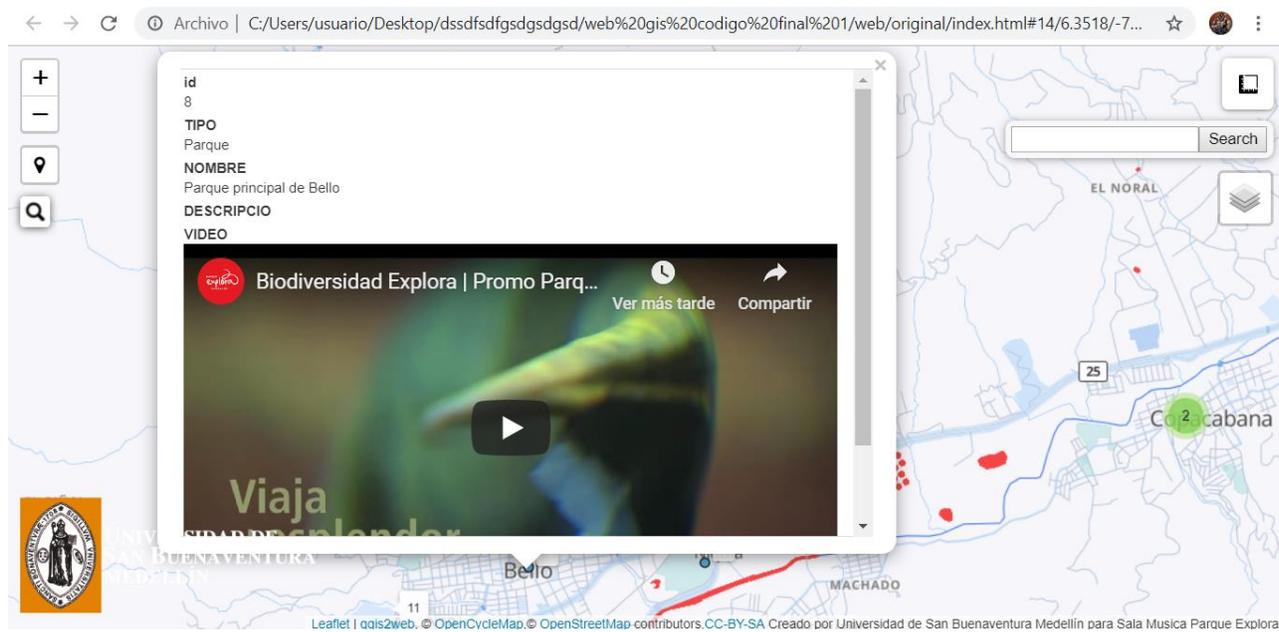


Fig. 11. Pantalla que aparece al seleccionar uno de los puntos de medición.

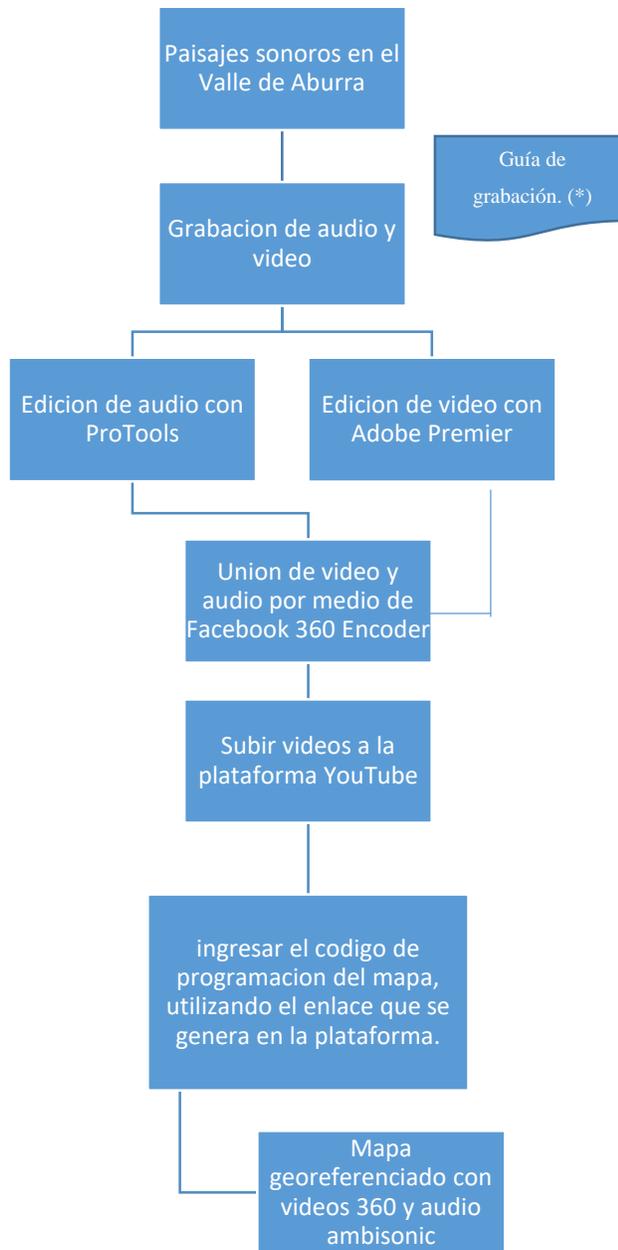


Fig. 12. Diagrama de bloques del proceso de producción.

(*) Se trabaja la grabación de acuerdo al manual de la cámara y del micrófono

La figura 12 muestra el proceso de producción para la construcción del mapa interactivo utilizando paisajes sonoros, el primer paso fue seleccionar puntos de acuerdo a su importancia dentro de cada uno de los municipios del Valle de Aburra. Después se realizó una grabación simultánea de audio y video en los lugares seleccionados, el video se realizó por medio de la cámara Gear 360 que genero videos en formato MP4 los cuales fueron convertidos a formato MOV para ser editados en

el programa Adobe Premier, los audios se capturaron por medio de la grabadora de audio Zoom H3 VR en formato ambisonic de primer orden los cuales fueron editados por medio del programa ProTools. El audio y video se editan de manera independiente, para luego fusionarlos en uno solo por medio de Facebook 360 Workrstation utilizando el plugin FB360 Encoder (figura 13); el video final obtenido, se sube a la plataforma YouTube. En esta plataforma se obtiene un enlace que se lleva al código del mapa para que el usuario pueda visualizar el video del lugar de interés sin necesidad de salir del mapa.

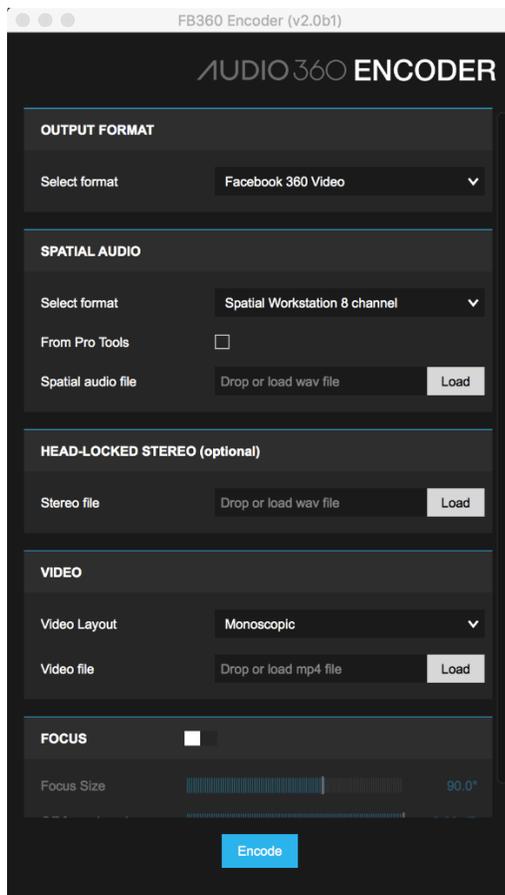


Fig. 13. Facebook 360 encoder

Fuente: <https://bit.ly/36qpUmE> tomada de la página web Facebook 360

VIII. RESULTADOS

El mapa final se puede observar en la figura 14

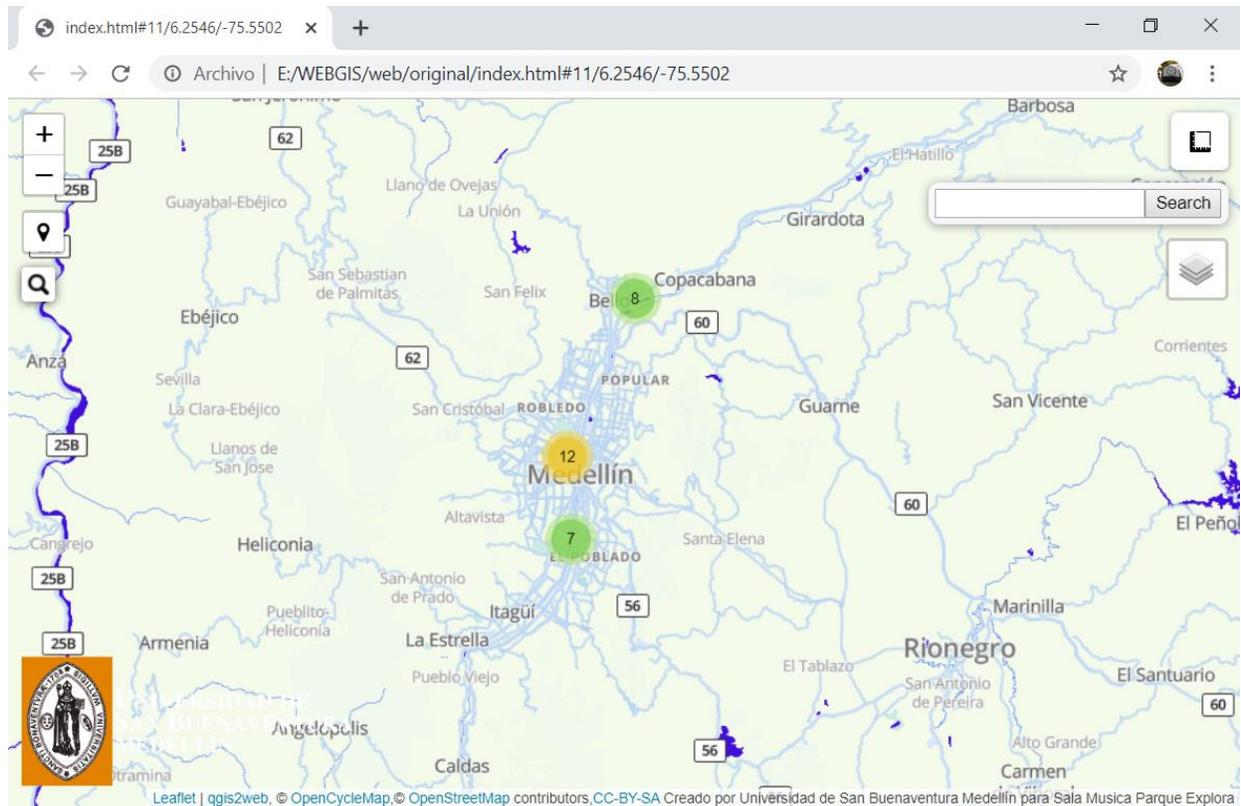


Fig. 14. Mapa final

El mapa permite buscar lugares de la ciudad y al seleccionar algún punto se puede visualizar una pantalla donde se observa el nombre del lugar, Id, tipo de lugar, una breve descripción del lugar, video de YouTube que puede ser visualizado sin salir del mapa y enlaces con fotografías del lugar. En la parte superior derecha se puede ver el botón de búsqueda para el lugar. La figura 15 muestra el mapa con la información del lugar

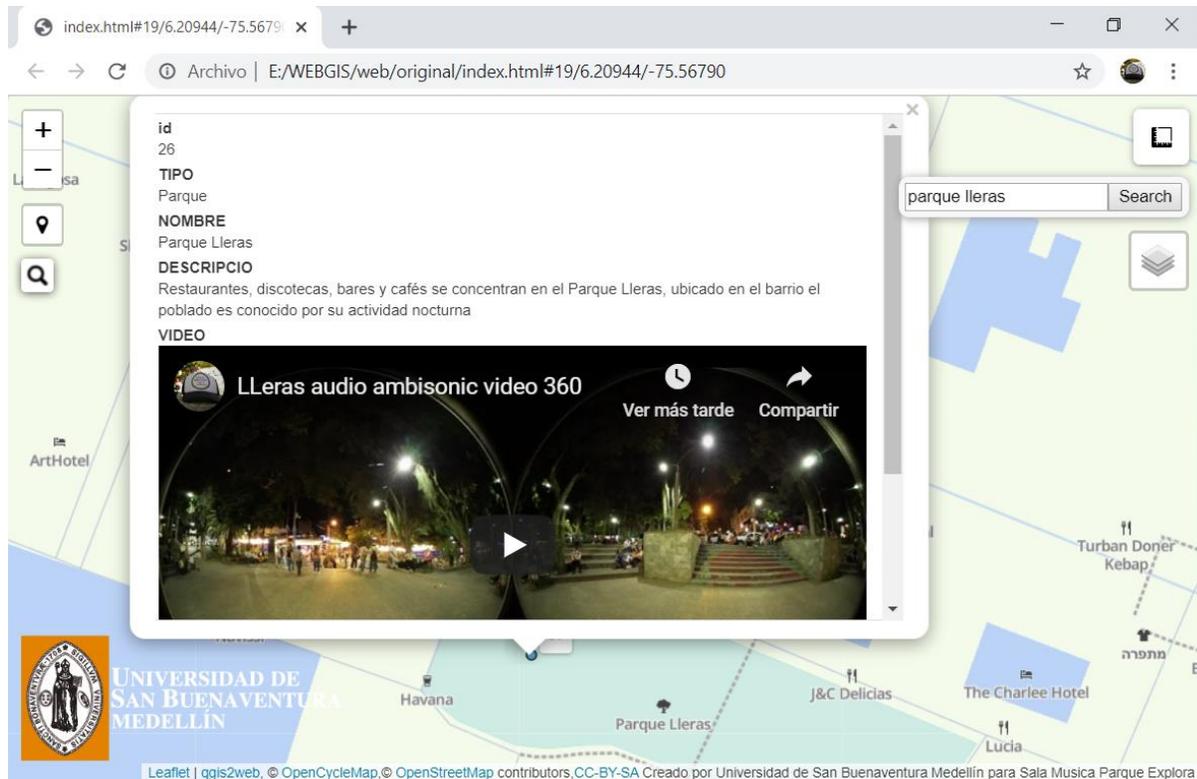


Fig. 15. Visualización del punto parque Lleras con la información del lugar

Se realizaron grabaciones en seis puntos del Valle de Aburra las cuales están almacenadas en un canal de YouTube, todos los videos realizados tienen una duración de dos minutos. La tabla 2 muestra los sitios en donde se realizaron las mediciones:

TABLA 2. PUNTOS DONDE SE REALIZÓ LA MEDICIÓN

id	TIPO	NOMBRE	Municipio	Enlace
3	Parque	Parque principal Girardota	Girardota	https://www.youtube.com/watch?v=azem4RWqo0o&t=37s
5	Parque	Parque principal Copacabana	Copacabana	https://www.youtube.com/watch?v=uEuUY5Jm_FA&t=1s
14	Parque	Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe	Medellín	https://www.youtube.com/watch?v=NCFNLKfP2SM&t=1s
26	Parque	Parque Lleras	Medellín	https://www.youtube.com/watch?v=6jtPS4Pck_Q&t=5s
32	Parque	Parque principal de Itagüí Simón Bolívar	Itagüí	https://www.youtube.com/watch?v=2XDoIv9-3i4&t=28s
38	Parque	Parque principal de Sabaneta Simón Bolívar	Sabaneta	https://www.youtube.com/watch?v=vsqEvG-45Bg&t=1s

La figura 16 muestra el video realizado en el parque principal del municipio de Girardota en la plataforma de YouTube, el video fue realizado en un ambiente ruidoso durante horas de la mañana frente a la iglesia nuestra señora del rosario. Se puede observar el transcurrir diario en este punto, se encuentran lugares de ventas, un sitio de construcción, perifoneo, música de locales comerciales.

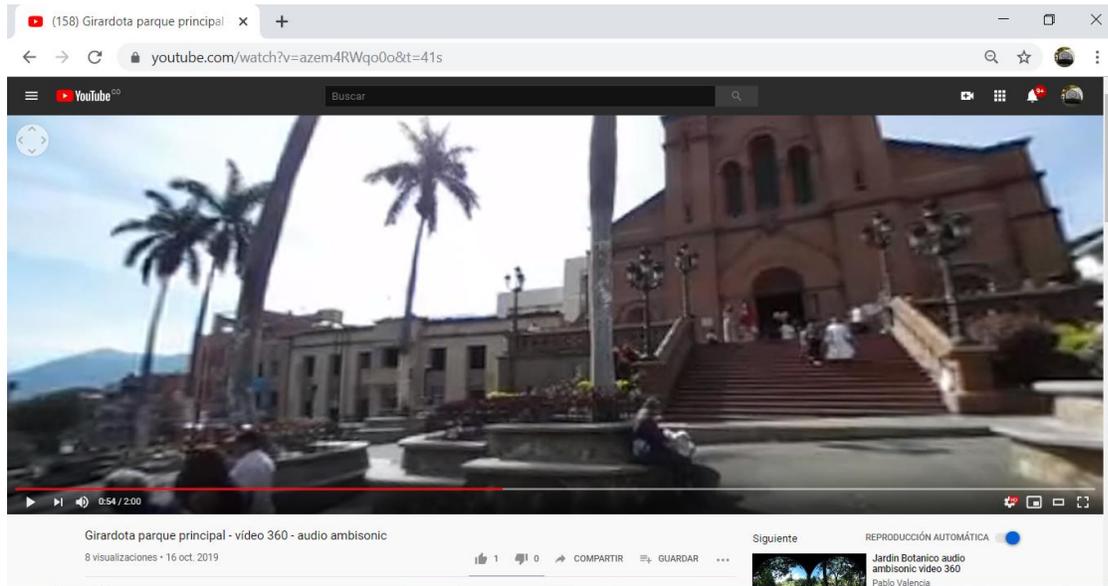


Fig. 16. Video parque principal de Girardota

Fuente: <https://bit.ly/2TPgkHz> obtenida de la página web YouTube

La figura 17 muestra el video realizado en el parque principal del municipio de Copacabana, se realizó cerca de la iglesia nuestra señora de la asunción en un ambiente silenciosos durante horas de la mañana. Se puede observar que la grabación fue realizada cuando se realizaba la eucaristía

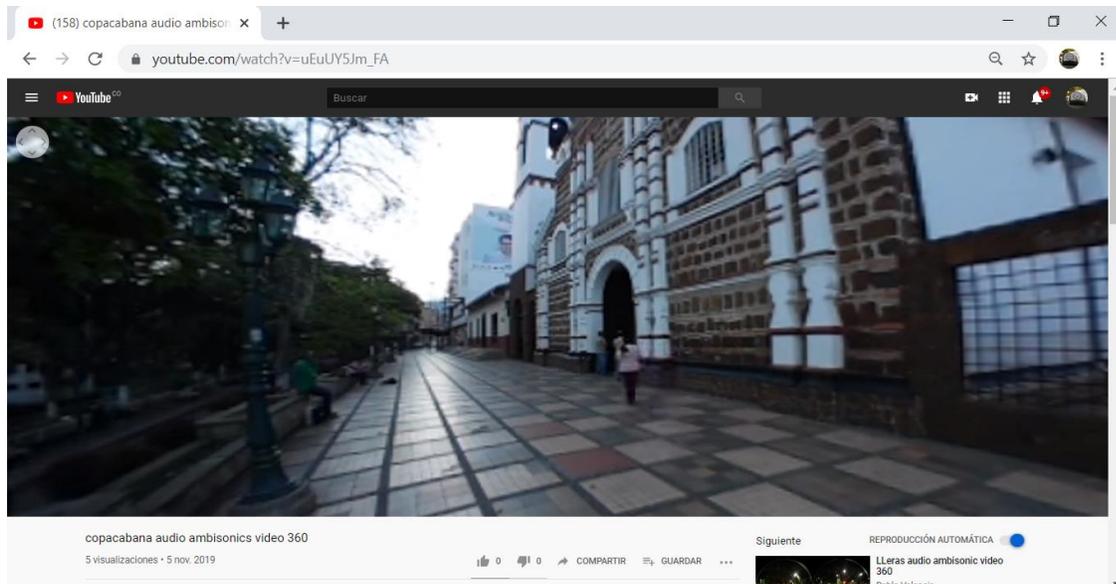


Fig. 17. Video realizado en parque principal de Copacabana

Fuente: <https://bit.ly/2TSDsF5> obtenida de la página web YouTube

La figura 18 muestra el video realizado en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe en la Ciudad de Medellín, la grabación se hizo cerca de una de las lagunas que se encuentran en el parque en horas de la mañana. En el video se puede observar una gran cantidad de hablando y el sonido de los pájaros que habitan el sector.

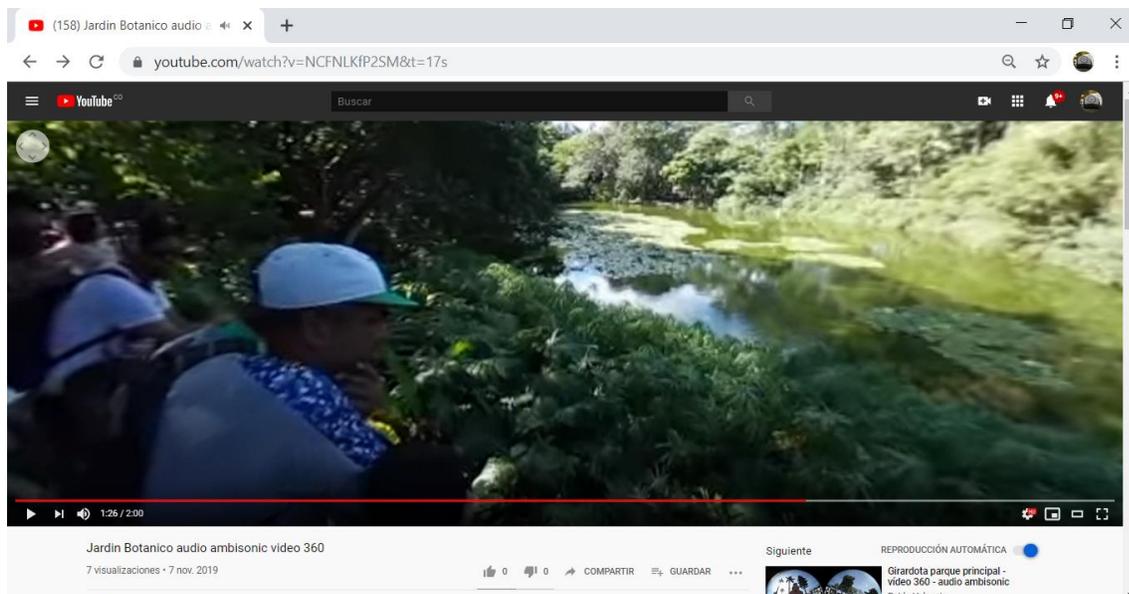


Fig. 18. Video realizado en el jardín botánico Joaquín Antonio Uribe

Fuente: <https://bit.ly/2Rp6ISf> obtenida de la página web YouTube

La figura 19 muestra el video realizado en el parque Lleras en el sector del Poblado en la ciudad de Medellín, la grabación se realizó en un ambiente ruidoso en horas de la noche. Este parque es conocido por su gran actividad nocturna ya que es uno de los sitios de rumba más famosos de la ciudad, en el video se puede observar una gran cantidad de gente y oír el ambiente jovial que caracteriza el lugar.

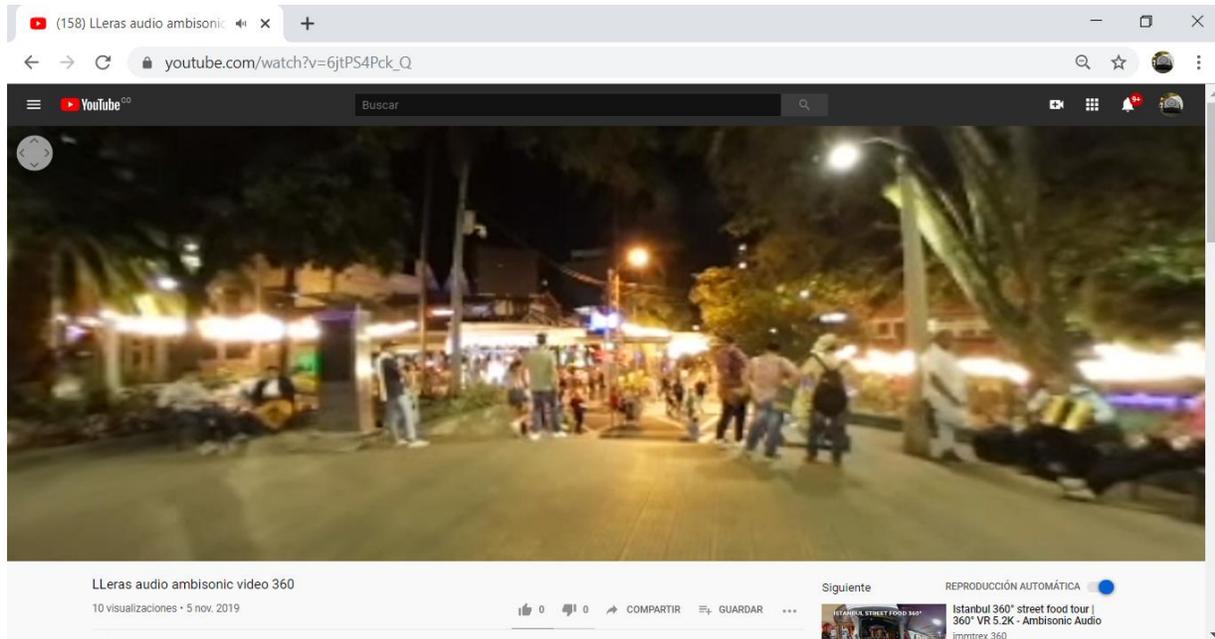


Fig. 19. Video realizado en el parque Lleras

Fuente: <https://bit.ly/2NXbdBb> obtenida de la página web YouTube

La figura 20 muestra el video realizado en parque principal Simón Bolívar del municipio de Itagüí, la grabación se realizó en un ambiente ruidoso en horas de la tarde. En la grabación se puede observar gran cantidad de movimiento de la población, juegos de niños y mucho ruido vehicular.

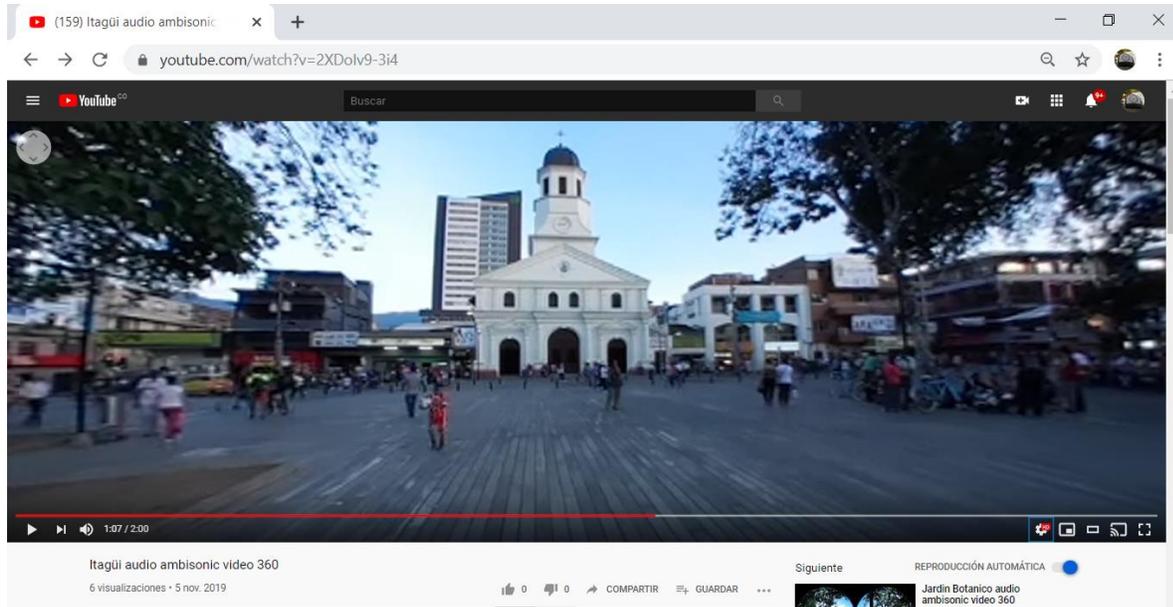


Fig. 20. Video parque principal Simón Bolívar de Itagüí

Fuente: <https://bit.ly/2tDWapm> obtenida de la página web YouTube

La figura 21 muestra el video realizado en el parque principal del municipio de Sabaneta, la grabación fue realizada en un ambiente ruidoso en horas de la tarde. Se puede observar la iglesia de Santa Ana y la estatua de Simón Bolívar de civil en mármol blanco. Durante la grabación se estaba realizando la eucaristía y se puede ver movimiento de personas, también se puede oír música de los locales comerciales cercanos.

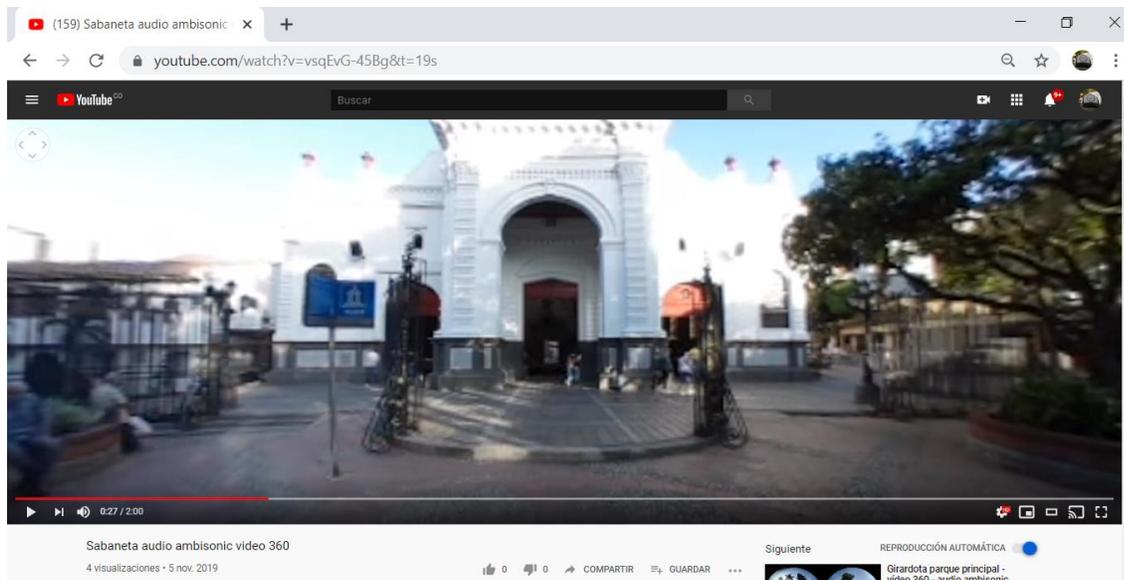


Fig. 21. Video parque principal de Sabaneta

Fuente: <https://bit.ly/2RNAAq9> obtenida de la página web YouTube

IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este proyecto permiten identificar fuentes de ruidos puntuales en el Valle de Aburra, por medio del material audiovisual que contiene video en 360 grados y sonido binaural capturado por medio de la técnica ambisonics este material se encuentra almacenado en una base de datos la cual será mostrara al público por medio de un mapa creado usando aplicativos WebGis.

Personas con estudios en geolocalización de mapas web pueden llegar a realizar cambios en el mapa para mejorar su interfaz con el usuario de una manera visual y manipulando el código para aumentar el rendimiento del mapa, se pueden agregar coordenadas geográficas, información web de cada sitio, el uso de animaciones en el mapa, crear un enlace que lleve a una página donde se almacena todas las capturas de audio, realizar y comparar capturas del mismo lugar en diferentes horas del día ya que algunas zonas pueden ser más ruidosas en distintos momentos del día. Otros estudios los pueden realizar ingenieros de sonido agregando mapas de ruido utilizando un sonómetro para poder tener un análisis acerca del ruido que ocurre en las zonas medidas en el Valle de Aburra lo que permite conocer mejor la problemática de ruido que tiene cada sector en donde se realizaron las mediciones, cabe resaltar que se han realizado estudios de mapas de ruido en la ciudad de Medellín y el municipio de Bello pero los demás municipios del Valle de Aburra no se encuentran estudios lo que impide un análisis más amplio de la problemática de ruido.

Otro estudio que se puede realizar es una “cápsula de tiempo” en los lugares medidos, es decir, realizar mediciones cada tres o cuatro años en los puntos seleccionados para observar cómo cambian las dinámicas de cada sector a través del tiempo, lo que permite observar si el ruido disminuyó o por el contrario la problemática aumentó. También permite realizar estudios sociológicos y antropológicos, los cuales pueden ser cualitativos, para identificar cambios culturales y sociales de cada uno de los puntos de medición los cuales pueden ser generados por la problemática del ruido o las fuentes sonoras, sea de causa natural o por acción humana

X. CONCLUSIONES

- La implementación de los programas QGIS y Mapbox incidió de manera positiva en el desarrollo de una aplicación didáctica para mostrar y almacenar paisajes sonoros, también permite una interfaz agradable y fácil de usar para el usuario.
- La técnica de grabación ambisonic junto con un video de 360 grados permite una inserción del usuario en el entorno medido para que pueda analizar y observar el entorno sonoro que lo rodea.
- La base de datos creada permitió el almacenamiento de información sonora y visual del Valle de Aburra, lo que permite preservar el patrimonio inmaterial de esta región.

REFERENCIAS

- [1] D. Yepes, M. Gomez, L. Sanchez y A. Jaramillo, «Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano: caso Medellín,» *Dyna*, vol. 76, n° 158, pp. 29-40, Junio 2009.
- [2] O. Casas, C. M. Betancur y J. S. Montaña, «Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación,» *Entramado*, vol. 11, n° 1, pp. 264-286, 2017.
- [3] A. Doreste, «Un mapa sonoro de cananias,» 2011. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2utq5R6>. [Último acceso: 2019 Abril 29].
- [4] J.-A. Rámires-Rábago, «Generación de fuentes virtuales de sonido en audífonos,» Mayo 2005. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2uqOM0z>. [Último acceso: 2019 Abril 30].
- [5] O. Ramos, G. Calvo y F. Tommasini, «Modelo acústico de la cabeza y torso mediante análisis de componentes principales,» *Mecánica computacional*, vol. 26, n° 1, pp. 46-58, Octubre 2007.
- [6] M. Vicuña, «Diseño, grabación y reproducción de paisajes sonoros mediante ambisonics,» 15 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/37nPrhF>. [Último acceso: 2019].
- [7] C. Briceño, «Estudio de paisaje sonoro del Parque Urbano el Bosque Utilizando realidad virtual,» 15 Mayo 2018. [En línea]. Available: http://www.acusticauach.cl/?page_id=10040. [Último acceso: 29 Abril 2019].
- [8] R. Krause, «Historia del paisaje sonoro,» 2018. [En línea].
- [9] A. S. M. Gonzales, «Del concepto del ruido urbano al de paisaje sonoro,» *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 1, n° 10, pp. 39-52, 2006.

ANEXOS

Anexo 1. Código mapa web

```

<!doctype html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="initial-scale=1,user-scalable=no,maximum-
scale=1,width=device-width">
    <meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
    <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
    <link rel="stylesheet" href="css/leaflet.css"><link rel="stylesheet"
href="http://maxcdn.bootstrapcdn.com/font-awesome/4.6.1/css/font-awesome.min.css"><link
rel="stylesheet" href="css/L.Control.Locate.min.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/qgis2web.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/MarkerCluster.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/MarkerCluster.Default.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/leaflet-search.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/Control.OSMGeocoder.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/leaflet-measure.css">

    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/leaflet.toolbar.css">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/L.Control.Sidebar.css">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/leaflet.label.css">

    <!-- Leaflet -->
    <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.0.3/dist/leaflet.css" />
    <script src="https://unpkg.com/leaflet@1.0.3/dist/leaflet.js"></script>

    <!-- Mapbox GLconexion app --> compartir con mapbox

```

```
<link href="https://api.tiles.mapbox.com/mapbox-gl-js/v0.35.1/mapbox-gl.css" rel='stylesheet' />
<script src="https://api.tiles.mapbox.com/mapbox-gl-js/v0.35.1/mapbox-gl.js"></script>
```

```
<style>
html, body, #map {
  width: 100%;
  height: 100%;
  padding: 0;
  margin: 0;
}
</style>
<title></title>
</head>
<body>
  <div id="map">
  </div>
  <script src="js/qgis2web_expressions.js"></script>
  <script src="js/leaflet.js"></script><script src="js/L.Control.Locate.min.js"></script>
  <script src="js/leaflet.rotatedMarker.js"></script>
  <script src="js/leaflet.pattern.js"></script>
  <script src="js/leaflet-hash.js"></script>
  <script src="js/Autolinker.min.js"></script>
  <script src="js/rbush.min.js"></script>
  <script src="js/labelgun.min.js"></script>
  <script src="js/labels.js"></script>
  <script src="js/Control.OSMGeocoder.js"></script>
  <script src="js/leaflet-measure.js"></script>
  <script src="js/leaflet.markercluster.js"></script>
  <script src="js/leaflet-search.js"></script>
  <script src="data/SOUND_SCAPE_0.js"></script>
  <script>

  var highlightLayer;
  function highlightFeature(e) {
    highlightLayer = e.target;
```

```

if (e.target.feature.geometry.type === 'LineString') {
  highlightLayer.setStyle({
    color: '#ffff00',
  });
} else {
  highlightLayer.setStyle({
    fillColor: '#ffff00',
    fillOpacity: 1
  });
}
highlightLayer.openPopup();
}

```

```

var map = L.map('map', {
  zoomControl:true, maxZoom:28, minZoom:1
}).fitBounds([[6.11434131558,-75.8059429752],[6.39616819002,-75.2956777846]]);
var hash = new L.Hash(map);
map.attributionControl.addAttribution('<a href="https://github.com/tomchadwin/qgis2web"
target="_blank">qgis2web</a>');
L.control.locate().addTo(map);
var measureControl = new L.Control.Measure({
  primaryLengthUnit: 'meters',
  secondaryLengthUnit: 'kilometers',
  primaryAreaUnit: 'sqmeters',
  secondaryAreaUnit: 'hectares'
});
measureControl.addTo(map);
var bounds_group = new L.featureGroup([]);
var
                                basemap0
                                =
L.tileLayer('https://api.mapbox.com/styles/v1/jochoav/cjfv8ppo59y0w2spaffw1jj6t/tiles/256/{z}/{x}/{

```

```

y)?access_token=pk.eyJ1Ijoiam9jaG9hdiIsImEiOiJjamZrNnkxZWlwMjloMndtc3Eza2plbDZwIn0.f2N
cOGWdXINmdZqtQMcRcA', {
    attribution: '&copy; <a href="http://www.opencyclemap.org">OpenCycleMap</a>,&copy; <a
href="http://openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors,<a
href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/">CC-BY-SA</a> Creado por Universidad de
San Buenaventura Medellín para Sala Musica Parque Explora',
    maxZoom: 28
});

basemap0.addTo(map);

```

```

function setBounds() {
    map.setMaxBounds(map.getBounds());
}

function pop_SOUND_SCAPE_0(feature, layer) {
    var popupContent = '<table>\
        <tr>\
            <td colspan="2"><strong>id</strong><br />' + (feature.properties['id'] !== null ?
Autolinker.link(String(feature.properties['id'])) : '') + '</td>\
        </tr>\
        <tr>\
            <td colspan="2"><strong>TIPO</strong><br />' + (feature.properties['TIPO'] !== null ?
Autolinker.link(String(feature.properties['TIPO'])) : '') + '</td>\
        </tr>\
        <tr>\
            <td colspan="2"><strong>NOMBRE</strong><br />' + (feature.properties['NOMBRE']
!== null ? Autolinker.link(String(feature.properties['NOMBRE'])) : '') + '</td>\
        </tr>\
        <tr>\
            <td colspan="2"><strong>DESCRIPCIO</strong><br />' +
(feature.properties['DESCRIPCIO'] !== null ?
Autolinker.link(String(feature.properties['DESCRIPCIO'])) : '') + '</td>\
        </tr>\
    </table>

```

```

        <tr>\
            <td colspan="2"><strong>VIDEO</strong><br />' + (feature.properties['VIDEO'] !==
null ? '<iframe width="560" height="315" src="" + String(feature.properties['VIDEO']) +'
frameborder="0" allow="autoplay; encrypted-media" allowfullscreen=""></iframe>': ") + '</td>\
        </tr>\
        <tr>\
            <td colspan="2">' + (feature.properties['ICONO'] !== null ?
Autolinker.link(String(feature.properties['ICONO'])) : ") + '</td>\
        </tr>\
        <tr>\
            <td colspan="2">' + (feature.properties['IMAGEN1'] !== null ?
Autolinker.link(String(feature.properties['IMAGEN1'])) : ") + '</td>\
        </tr>\
        <tr>\
            <td colspan="2">' + (feature.properties['IMAGEN2'] !== null ?
Autolinker.link(String(feature.properties['IMAGEN2'])) : ") + '</td>\
        </tr>\
    </table>';
    layer.bindPopup(popupContent, {maxHeight: 400});
}

function style_SOUND_SCAPE_0_0() {
    return {
        pane: 'pane_SOUND_SCAPE_0',
        radius: 4.0,
        opacity: 1,
        color: 'rgba(0,0,0,1.0)',
        dashArray: "",
        lineCap: 'butt',
        lineJoin: 'miter',
        weight: 1,
        fill: true,
        fillOpacity: 1,
        fillColor: 'rgba(94,167,208,1.0)',
    }
}
map.createPane('pane_SOUND_SCAPE_0');
map.getPane('pane_SOUND_SCAPE_0').style.zIndex = 400;

```

```
map.getPane('pane_SOUND_SCAPE_0').style['mix-blend-mode'] = 'normal';
var layer_SOUND_SCAPE_0 = new L.geoJson(json_SOUND_SCAPE_0, {
  attribution: '<a href=""></a>',
  pane: 'pane_SOUND_SCAPE_0',
  onEachFeature: pop_SOUND_SCAPE_0,
  pointToLayer: function (feature, latlng) {
    var context = {
      feature: feature,
      variables: {}
    };
    return L.circleMarker(latlng, style_SOUND_SCAPE_0_0(feature));
  },
});
```

```
L.Control.Watermark = L.Control.extend({
  onAdd: function(map) {
    var img = L.DomUtil.create('img');

    img.src = 'http://www.usbmed.edu.co/Portals/0/Logo-USB-Medellin2.png?ver=2018-02-14-123914-160';
    img.style.width = '300px';

    return img;
  },

  onRemove: function(map) {
    // Nothing to do here
  }
});

L.control.watermark = function(opts) {
  return new L.Control.Watermark(opts);
}

L.control.watermark({ position: 'bottomleft' }).addTo(map);
```

```

var cluster_SOUND_SCAPE_0 = new L.MarkerClusterGroup({showCoverageOnHover: false,
  spiderfyDistanceMultiplier: 2});
cluster_SOUND_SCAPE_0.addLayer(layer_SOUND_SCAPE_0);

bounds_group.addLayer(layer_SOUND_SCAPE_0);
cluster_SOUND_SCAPE_0.addTo(map);
var osmGeocoder = new L.Control.OSMGeocoder({
  collapsed: false,
  position: 'topright',
  text: 'Search',
});
osmGeocoder.addTo(map);
var baseMaps = {};
L.control.layers(baseMaps,{' SOUND_SCAPE':
cluster_SOUND_SCAPE_0,}).addTo(map);
setBounds();
var i = 0;
layer_SOUND_SCAPE_0.eachLayer(function(layer) {
  var context = {
    feature: layer.feature,
    variables: {}
  };
  layer.bindTooltip((layer.feature.properties['id'] !== null?String('<div style="color: #000000;
font-size: 8pt; font-family: \'8514oem\', sans-serif;">' + layer.feature.properties['id']) + '</div>:'),
{permanent: true, offset: [-0, -16], className: 'css_SOUND_SCAPE_0'});
  labels.push(layer);
  totalMarkers += 1;
  layer.added = true;
  addLabel(layer, i);
  i++;
});
map.addControl(new L.Control.Search({
  layer: cluster_SOUND_SCAPE_0,
  initial: false,
  hideMarkerOnCollapse: true,
  propertyName: 'NOMBRE'}));
resetLabels([layer_SOUNDSCAPE_0]);

```

```
map.on("zoomend", function(){
    resetLabels([layer_SOUNDSCAPE_0]);
});
map.on("layeradd", function(){
    resetLabels([layer_SOUNDSCAPE_0]);
});
map.on("layerremove", function(){
    resetLabels([layer_SOUNDSCAPE_0]);
});
</script>
</body>
</html>
```

Anexo 2. Especificaciones técnicas

Cámara SONY gear 360

- **Batería removible de 1,350 mAh**
- **Dos cámaras con lente ojo de pez de 8,4 MP**
- **Puerto USB 2.0**
- **Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac a 2.4 y 5 GHz**
- **Modelos celular compatibles**
 - **Galaxy Note 8, S8, S8+, S7, S7 edge, Note5, S6 edge+, S6, S6 edge, A5, A7**
- **Memoria externa micro SD hasta 256 GB**
- **Sensor CMOS 15 MP**
- **Dimensiones de 56,3X66,7X60,1 mm**
- **Peso 153 g**
- **Formato de grabación MP4**
- **Compresión de video H.265**
- **Compresión grabación de audio AAC**
- **Grabación de video a resolución 4096X2048 a 24 fps**

Microfono Zoom H3

- **4 microfones incorporados**
- **Grabacion de sonido surround full-sphere**
- **Deteccion automática de la posición del micrófono usando un giroscopio de 6 ejes**
- **Level function para asegurar una colocación del angulo preciso**
- **Modo interfaz de audio USB 2.0**
- **Codificador ambisonic A a B incorporado**
- **Tres modos de grabación**
 - **Ambisonic**
 - **Stereo binaural**
 - **Standat stereo**
- **Salida de auriculares y línea**
- **Reproduccion ambisonic incorporada**
- **Memoria externa SD hasta de 512 GB**

- **Alimentacion por 2 pilas AA o alimentación por puerto USB**