

GRABACIÓN Y MEZCLA SURROUND PARA UN GRUPO DE MÚSICA ANDINA

Presentado por:

Andrea Rodríguez

Proyecto de grado para optar al título de
Maestro en Música con Énfasis en Ingeniería de sonido

Director:

Marcela zorro

Modalidad:

Trabajo de Grado

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Facultad de Artes

Carrera de estudios musicales con Énfasis en

Ingeniería de sonido

Bogotá D.C

2010

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
1.OBJETIVO GENERAL.....	2
1.1 OBJETIVO ESPECIFICOS.....	2
2. MARCO TEORICO.....	3
2.1 SISTEMAS MULTICANAL.....	3
2.1.1 Sistemas 5.1.....	3
2.2 TÉCNICAS DE MICROFONÍA.....	4
2.2.1 Técnicas de microfónica estéreo.....	5
2.2.2 Pares Espaciados.....	5
2.2.3 Técnicas coincidentes.....	6
2.2.4 Técnicas semicoincidentes.....	6
2.3. TÉCNICAS DE MICROFONIA SURROUND.....	7
2.3.1 Optical Cardioid Triangle.....	7
2.3.2 Hamasaki Square.....	8
2.4. TECNIAS DE MICROFONIA MULTICANAL.....	9
2.5. MEZCLA ESTÉREO.....	9
2.6. MEZCLA SURROUND.....	10
3. PROCESO DE GRABACIÓN.....	12
3.1 Batería.....	13
3.1.1 Bombo.....	13
3.1.2 Redoblante.....	13
3.1.3 Toms.....	13
3.1.4 Hi-Hat.....	13
3.1.5 Ride.....	13

3.1.6 Over Heads.....	13
3.2 AMBIENTES Y ARREGLOS SURROUND.....	14
3.2.1 Oct.....	14
3.2.2 Hamasaki Square.....	15
3.3BAJO.....	15
3.4 GUITARRA ACÚSTICA.....	16
3.5 TIPLE Y BANDOLA.....	17
3.6 PIANO.....	17
3.7 CUARTETO DE CUERDAS.....	18
3.8 GUITARRAS ELECTRICAS.....	19
3.9PERCUSIÓN MENOR.....	19
3.10 VOZ.....	20
3.11 MICRÓFONOS UTILIZADOS.....	20
4. PROCESO DE MEZCLA.....	22
4.1 MEZCLA ESTÉREO.....	22
4.1.1 Colores por instrumento.....	23
4.2 MEZCLA SURROUND.....	25
5. CONCLUSIONES.....	27
6. BIBLIOGRAFÍA.....	32

Introducción

En los últimos años, los compositores e intérpretes de música tradicional colombiana han mostrado un gran interés por introducir nuevos elementos estéticos a sus producciones musicales. Entre dichos elementos se encuentran las experimentaciones con sonidos del jazz, pop, rock, sonidos urbanos entre otros. Además de las innovaciones en términos de estéticas musicales, los artistas y productores también se han preocupado por el uso de las nuevas tecnologías y el aprovechamiento de los diferentes recursos que la era de la informática y los sistemas digitales han puesto a su alcance. El fin de todo proyecto musical es, en primer lugar, crear un producto que genere una experiencia novedosa, original y agradable en los oyentes. También es un fin de la producción musical, crear y registrar con calidad las manifestaciones artísticas y así garantizar su permanencia en el tiempo.

Este proyecto propone la realización de un ejercicio académico-profesional, en el cual se realizará la grabación y mezcla de la música de la compositora Laura Castaño. Siguiendo el planteamiento anteriormente expuesto, se buscará en primer lugar realizar una labor investigativa que permita llevar a cabo una grabación y mezcla de calidad, que explore nuevas herramientas tecnológicas, y las múltiples posibilidades estéticas que ha generado el desarrollo de la ingeniería de sonido.

El problema y el reto que supone este proyecto es el de cómo encontrar la metodología y las diferentes técnicas adecuadas que permitan hacer una grabación que pueda ser llevada a una mezcla estéreo y una mezcla surround. Esto con la finalidad de ofrecer a los oyentes una experiencia novedosa que permita apreciar la música andina colombiana a través del uso los dos sistemas de audio que más se utilizan actualmente. Teniendo éstos lineamientos como fundamento, la tarea final es generar un producto sonoro que tenga impacto en la audiencia y al mismo tiempo contribuya tanto al registro y la conservación de la música nacional, como a su constante desarrollo y evolución desde lo tecnológico y lo artístico.

1.Objetivo General

Realizar una grabación y mezcla de una agrupación de música andina colombiana con fusiones del jazz y pop que pueda ser apreciada tanto en sistemas de audio estéreo como en sistemas de audio surround. Este proyecto se realizará con un ensamble integrado por guitarra, tiple, bajo y voz. También contará con diferentes músicos invitados para la interpretación de batería, percusión, bandola, piano, cuarteto de cuerdas y guitarras eléctricas.

1.1Objetivos Específicos

- Trabajar con estudiantes del énfasis de composición y producción, para desarrollar una producción musical de calidad enfocada en la música vocal andina.
- Desarrollar y aplicar las habilidades adquiridas durante la carrera en los campos de grabación, edición y mezcla.
- Profundizar en las grabaciones de pop y jazz, investigando diferentes tipos de microfonía y parámetros de mezcla que puedan aplicarse a la hora de fusionar los diferentes géneros musicales.
- Investigar sobre las diferentes técnicas de microfonía para una grabación y una mezcla que sirva tanto en estéreo como en surround.
- Realizar una grabación de 5 temas, con los elementos más favorables para ello. Plantear una metodología básica para los campos de grabación, edición y mezcla surround.
- Realizar una mezcla estéreo de 5 temas y una mezcla surround de 3 temas de la compositora.

2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo del proyecto planteado supone la recopilación y aplicación de diferentes conceptos teóricos que comprenden múltiples áreas de la ingeniería de sonido. Las bases teóricas para este trabajo comprenden conceptos que van desde los aspectos técnicos y tecnológicos propios de la ingeniería de sonido, hasta los conceptos estéticos y artísticos propios de la producción musical. La revisión de los conceptos presentados a continuación se realiza con el fin de establecer los lineamientos teóricos que guiarán el proyecto y serán confrontados con la experiencia de grabación y mezcla.

2.1 SISTEMA MULTICANAL

Como su nombre lo indica, los sistemas de audio multicanal son aquellos sistemas que cuentan con más de dos altavoces en su formato. Dichos sistemas de audio son comúnmente asimilados con el sonido surround. Dentro de los sistemas de audio multicanal se encuentran sistemas estéreo de tres canales (3-0), sistemas de cuatro canales (también conocidos como sistemas estéreo 3-1 o LCRS) que fueron los primeros en incluir un canal surround, y finalmente sistemas estéreo (3-2) también conocidos como sistema surround 5.1

Según Francis Rumsey (2001, p.82) el sistema de audio estéreo 3-0 es la base de los sistemas de audio surround utilizados hoy en día. Este sistema de audio presenta varias ventajas sobre los sistemas de audio estéreo tradicionales 2-0. El sistema de audio 3-0 permitió incrementar la imagen estereofónica al incluir un canal central que sirviera como eje central de la imagen sonora, logrando una mayor apertura entre los canales laterales e incrementando el punto ideal de escucha de los espectadores. No obstante, la fácil comercialización del sistema 2-0 lo hizo convertirse en el estándar en cuanto a sistemas estereofónicos.

2.1.1 SISTEMA 5.1

El sonido surround utiliza múltiples canales de audio para crear imágenes sonoras que rodeen al espectador (Barttle,1999 p.179). Dicho efecto envolvente no se consigue solamente con los sistemas de audio surround, existen también grabaciones binaurales y transaurales que logran este mismo efecto. Hoy en día los sistemas audio surround 5.1 también, conocidos como sistemas estéreo 3-2 (tres altavoces frontales y dos traseros), han sido el estándar de la industria cinematográfica, la industria musical y la televisión digital.

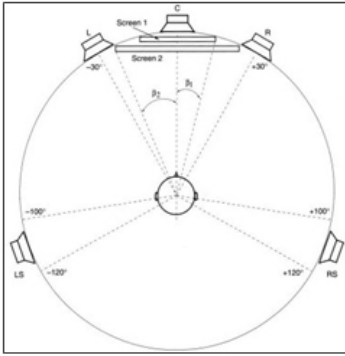


Fig.1: Sistema 5.1

En 1987 la SMPTE (*Society of Motion Picture and Televisión Engineers*), posicionó el sistema 5.1 surround como la base necesaria para generar una sensación de espacialidad en el oyente. En éste formato los tres altavoces frontales fueron puestos de manera que generaran una imagen estéreo convencional, dejando los canales traseros como fuente de ambiente y efectos.

Posteriormente la ITU-BS.775 (*International Telecommunications Union*) estandarizó el modelo ideal de monitoreo para este sistemas de audio. Los canales laterales L y R fueron ubicados dentro de unos 30 grados aproximadamente del eje central y los canales traseros se ubicaron en un ángulo de aproximadamente 110 grados con respecto al eje central. Además se incluyó un canal adicional (0.1) encargado de reproducir frecuencias bajas de hasta 125Hz denominado *subwoofer*. (Rumsey, 2001, p.89)

2.2 TÉCNICAS DE MICROFONÍA

En el campo de la ingeniería de sonido existen dos aproximaciones básicas que se deben tener en cuenta a la hora de capturar un evento musical: La microfónica distante y la microfónica cercana (Stanley,2005,p. 279). La primera es utilizada en grabaciones de géneros musicales como jazz, música clásica, ensambles corales y grupos de cámara. Esta técnica intenta capturar un evento musical con la mayor precisión y realismo posible, haciendo uso de un mínimo de micrófonos que capturen tanto el sonido directo de los instrumentos como la acústica de la sala donde se realiza la grabación. La segunda es denominada microfónica cercana y está más enfocada hacia las producciones comerciales y las grabaciones en estudio. Esta técnica de microfónica ubica los micrófonos cerca de la fuente sonora para capturar el sonido directo del instrumento y así tener un mayor control del mismo.

2.2.1 TÉCNICAS DE MICROFONÍA ESTÉREO

Las técnicas de microfonía estéreo utilizan dos micrófonos para capturar una imagen estereofónica de una fuente sonora determinada. Este tipo de microfonía es utilizada tanto en estudios de grabación como en salas de conciertos. Para Bruce Bartlet (1999, p.76) este tipo de microfonía tiene varias ventajas sobre la microfonía cercana, entre ellas una mayor profundidad de los instrumentos, un buen sentido de espacialidad y un buen balance del ensamble musical. A pesar de que dichas técnicas de microfonía estéreo son conocidas por géneros musicales como el jazz y la música clásica, Bruce Bartlet afirma al igual que Bobby Owsinki (2009, p.76), que muchas de las técnicas estereofónicas pueden ser extendidas a géneros musicales como el Pop, en instrumentos o ensambles musicales como: Batería, coros, piano y ensambles de cuerdas. Dentro de las técnicas de microfonía estéreo se encuentran cuatro técnicas básicas: Pares coincidentes (X-Y, M-S, BLUMEIN), pares espaciados (A-B), pares semi-coincidentes (ORTF,NOS) y cabeza artificial. Para este proyecto se describirán las tres técnicas de microfonía estéreo más utilizadas en cuanto a las grabaciones y mezclas estéreo.

2.2.2 Pares espaciados (A-B)

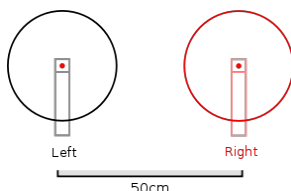


Fig.2: Técnica A-B

Los pares espaciados ubican dos micrófonos de manera horizontal a varios metros del ensamble musical, entre mayor sea la distancia entre los dos micrófonos mayor será la imagen estéreo. Pero una distancia exagerada puede causar problemas de fase y retrasos en las señales de audio. Para los pares espaciados es posible utilizar polaridades tanto cardiodes como omnidireccionales, aunque los pares omnidireccionales son más utilizados (Bartlett, 1999, p.82). La imagen estéreo en este tipo de microfonía se crea gracias a la diferencia de tiempo entre las señales de audio que llegan a cada micrófono. Este tipo de microfonía brinda cierta calidez a las grabaciones (Bartlett, 1999, p.83). En sala de conciertos este tipo de microfonía logra que la reverberación rodee a los instrumentistas así como a los oyentes.

2.2.3 Técnicas coincidentes

Las técnicas coincidentes utilizan dos micrófonos direccionales que se superponen logrando que sus cápsulas estén lo mas cerca posible, una por encima de la otra de forma horizontal o vertical con respecto a la fuente sonora. (Owsinski, 1999, p.82). Dentro de las técnicas coincidentes encontramos técnicas como X-Y, M,S, figura 8.

Técnica X-Y

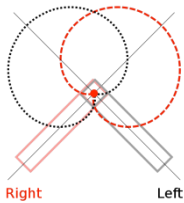


Fig.3:Tecnica X-Y

Esta técnica captura una misma señal de audio utilizando dos micrófonos direccionales. Para esta técnica los micrófonos son ubicados de tal forma que sus diafragmas coincidan uno por encima del otro en un ángulo aproximado de 90 grados. Con la técnica X-Y la imagen estereofónica es producida gracias al ángulo que se crea entre los dos micrófonos y a la diferencia de intensidades entre las dos señales de audio (Bartlett,1999 p. 79).

2.2.4 Técnicas Semi-Coincidentes

Este tipo de microfonía trata de imitar la manera como los oídos captan las señales de audio, combinando la imagen estéreo generada por las técnicas coincidentes con la espacialidad y sensación de ambiente que generan los pares espaciados. (Eargle,2003, p.262) . Para este tipo de microfonía, la imagen sonora se genera gracias a las diferencias de tiempo e intensidades captadas por dos micrófonos . Entre las técnicas semi-coincidentes mas utilizadas se encuentra la ORTF (*office of radiodiffusion télévision française*) y NOS (*Nederlandsche Omroep Stichting*).

2.3 TÉCNICAS DE MICROFONÍA SURROUND

A diferencia de las técnicas de microfonía estéreo, las técnicas de microfonía surround utilizan más de dos micrófonos para capturar las diferentes señales de audio y el ambiente de la sala. A pesar de que este tipo de microfonía se dirige a sistemas de audio 5.1 surround, no captura señales de audio que puedan alimentar el subwoofer, por lo tanto son llamadas técnicas de microfonía 5.0.

Tanto Tomlinson Holman como Francis Rumsey plantean dos principios básicos dentro de las técnicas de microfonía surround. El primero utiliza un arreglo de cinco micrófonos que capturan de manera independiente las diferentes señales de audio, señales que posteriormente alimentarán los cinco canales de audio (L, C, R, LS, RS). En la segunda corriente encontramos técnicas de microfonía que utilizan dos arreglos de micrófonos diferentes para capturar el sonido directo de la fuente sonora que alimentará posteriormente los tres canales frontales (L, C, R), y un segundo arreglo encargado de capturar las reflexiones tempranas de la sala y de alimentar los canales traseros del sistema de audio (LS, RS).

Para Francis Rumsey el primer arreglo encargado de capturar el sonido directo suele ser una variación de las técnicas de microfonía estéreo tradicionales, y plantea que entre mayor sea la distancia entre los dos arreglos, mayor será la reverberación y las reflexiones tempranas capturadas. (2005, p.2)

Los arreglos cercanos son: *Fukada Tree*, *OCT-Inspired Technique*, *INA-3 Technique*, *Near-coincident Inspired Technique*.

2.3.1 OCT (OPTICAL CARDIOD TRIANGLE)

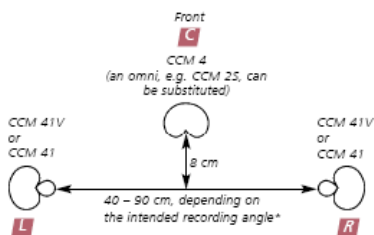


Fig.4: Técnica OCT

Esta técnica de microfonía surround utiliza tres micrófonos direccionales en su formato. Un micrófono cardiode ubicado en el centro del arreglo a unos 8 centímetros de dos micrófonos supercardiodes ubicados en la parte lateral a unos 40-90 cm entre sí. Cada micrófono captura una señal independiente que más tarde alimentara los tres canales frontales del sistema de audio 3-2 estéreo.

En la técnica OCT los micrófonos supercardioides son ubicados de forma tal que sus capsulas apunten a las paredes laterales de la sala. Dicha disposición permite que el micrófono cardiode capture la mayor parte del sonido directo, mientras que los micrófonos laterales capturan las señales que se encuentren fuera del eje central con respecto a la dirección del sonido. (Schoeps Mikrofone, pg 2).

Los arreglos traseros utilizan cuatro micrófonos que capturan las reverberaciones de la sala. Éstas posteriormente alimentarán los canales L, R, LS, RS, de un sistema de audio 3-2 estéreo o 5.1 surround. Entre los más destacados encontramos el *IRT CROSS* y el *Hamasaki Square*.

2.3.2 HAMASAKI SQUARE

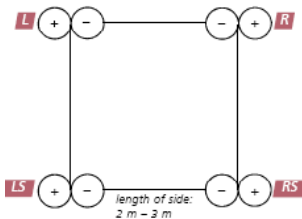


Fig.5: Técnica Hamasaki Square

Los arreglos traseros utilizan cuatro micrófonos que capturan las reverberaciones de la sala. Éstas posteriormente alimentarán los canales L, R, LS, RS, de un sistema de audio 3-2 estéreo o 5.1 surround. Entre los más destacados encontramos el *IRT CROSS* y el *Hamasaki Square*. La técnica Hamasaki fue diseñada para capturar la reverberación de la sala. Según la compañía alemán Schoeps, es un excelente complemento de la técnica OCT para reproducir una sensación de espacialidad y envolvimiento (Schoeps Mikrofone, pg 27). Esta técnica de microfonía utiliza cuatro micrófonos bidireccionales que apuntan a las paredes laterales de la sala, rechazando el sonido directo y enfocándose en las reflexiones tempranas.

2.4 TÉCNICAS DE MICROFONÍA MULTICANAL

Para Tomlinson Holman existen diferentes maneras de obtener un sonido envolvente dentro de un sistema surround 5.1 o 3-2 estéreo, esto depende de la perspectiva que genere la mezcla en el espectador si se opta por colocar al oyente como espectador el efecto envolvente puede ser generado de diferentes maneras. La primera se deriva del paneo de varias señales monofónicas a los diferentes canales del sistema de audio. La segunda emplea las técnicas de microfonía estéreo tradicionales para alimentar los canales frontales y traseros del sistema, la tercera combina el sonido de la microfonía cercana con efectos de tiempo digital como los delays. Dentro de las técnicas de grabación estéreo propuestas se encuentran: pares espaciados, los pares coincidentes y semi-coincidentes, estas técnicas de microfonía estéreo son utilizadas ya que generan mayor profundidad y espacialidad entre los diferentes instrumentos.

Los pares espaciados (omni) son utilizados en su mayoría para capturar la reverberación y las reflexiones tempranas, estos son ubicados a varios metros del escenario. Para Holman, una distancia prudente y proporcional al ensamble musical (3m-12m), evita posibles problemas de fase y ecos indeseados. Por otro lado los pares coincidentes y semi-coincidentes son utilizados para alimentar los canales frontales del sistema de audio ya que generan una clara distinción entre la imagen frontal y trasera del sistema.

2.5 MEZCLA ESTÉREO

Para Bobby Owsinski como para Stanley R Alten existen tres elementos básicos a la hora de realizar una mezcla estéreo: nivel, profundidad y espacialidad de los instrumentos. Para realizar una buena mezcla es importante tener un buen balance entre los niveles de los instrumentos, incluir reverberaciones y *delays* que brinden profundidad y utilizar diferentes paneos que logren plasmar un espacio determinado para cada instrumento dentro de la imagen sonora.

Aunque la profundidad, especialidad y balance son la base de la mezcla, estos elementos pueden ser tratados de diferente manera dependiendo del género musical que se trabaje, ya que los colores y las intenciones varían dependiendo de lo que quiera transmitir la música. Como punto de partida y para tener una mayor control de la mezcla Owisinki propone tener una visión previa de la mezcla. Para este proyecto se decidió acudir a varios discos de música andina colombiana que intentan fusionar su sonoridad con otros géneros, producciones que se acercan de cierta forma a lo que se quiere lograr con la mezcla musical del proyecto de Laura Kalop. Algunas de dichas producciones son dos de las tres lanzadas por Victoria Sur; *Bambuco Acido* y *Belleza silvestre*, y los trabajos de las agrupaciones *Ensamble Tríptico*, *Carrera Quinta*, *Común Tres* y *Trío Nueva Colombia*.

Escuchando los diferentes discos de música andina colombiana se destaca el balance entre las guitarras acústicas, los tiples y las bandolas al ubicarlos de manera opuesta dentro de la mezcla. En este género musical, al igual que en el pop, la voz juega un papel principal y el ensamble sirve como acompañamiento de la cantante. Como la intención de la compositora fue fusionar este género tradicional con sonoridades del pop, se hizo una aproximación a producciones discográficas de artistas de pop latino como Alejandro Sanz, Laura Pausini, Soraya y La Oreja de Van Gogh. Dentro de esta discografía de pop latino el bombo y la batería se hicieron más presentes, el bajo es más grave y las guitarras eléctricas y acústicas dejan de ser únicamente instrumentos de acompañamiento para desempeñar un papel protagónico en la mezcla.

2.6 MEZCLA SURROUND

Tanto para Tomlison Holman como para Mark Waldrep (2007, p.2) existen dos perspectivas básicas a la hora de realizar una mezcla surround. La primera propone una experiencia sonora más natural, donde el oyente es concebido en la mezcla como un espectador. Para esta primera aproximación, los tres altavoces frontales (L,C,R) son utilizados como fuente principal y los altavoces traseros (LS Y RS) son utilizados para transmitir ambientes y reverberaciones que generen en el oyente cierto sentido de espacialidad y envolvimiento. La segunda perspectiva, a diferencia de la primera, utiliza los cinco altavoces (L,C,R,LS,RS) para reproducir tanto el sonido directo como las reverberaciones.

Para Mark Waldrep las dos mezclas son igual de válidas, pero tras varios estudios, el autor ha comprobado que la mayoría de los músicos prefieren mezclas un poco más agresivas en las cuales el espectador sea ubicado en el escenario rodeado por los músicos, mientras que las personas sin una preparación musical previa prefieren mezclas más tranquilas donde sean los espectadores principales.

Para este proyecto se tuvo diferentes referencias en cuanto a mezcla surround. Se escuchó el unplugged de Diego Torres, el DVD de Jamiroquai *Live in Montreaux*, Googoo Dolls, el DVD *No more sweet music de Hooverphonic*, y el DVD de Herbert Gröenmeyer *12 Live*. En las tres mezclas se encontró que las señales encargadas de alimentar el subwoofer provenían del bombo y el bajo gracias a su rango de frecuencias (89hz hasta los 125hz). También se encontró que muchas de las señales que alimentaban los canales frontales provienen de Batería, teclados, guitarras, y también alimentaban los canales traseros (LS,RS) pero con una EQ menos brillante y reverberaciones más prolongadas.

Es importante aclarar que estas referencias corresponden a grabaciones de conciertos en vivo, lo cual supone condiciones específicas, limitaciones y puntos de partida para la mezcla. Solamente la de Hooverphonic fue realizada en estudio, con ambientes y condiciones controladas que permiten experimentar con otras perspectivas distintas a la del espectador.

En ciertas mezclas como en la de Diego Torres y Groenmeyer se encontró que los canales LS y RS eran los encargados de resaltar las líneas de las cuerdas y los coros. En el canal central se encontró la señal del bajo y del bombo en menor proporción acompañado de la voz principal un poco seca, lo que genera una mayor claridad en la melodía. También se encontraron diferentes delays y reverberaciones reproducidos por los diferentes canales del sistema (L, R, LS, RS) que generan cierta sensación de envolvimiento.

3. PROCESO DE GRABACIÓN

3.1. Batería:

Previo a la sesión de batería se realizó un simulacro en el Auditorio Pablo VI para escoger los posibles arreglos que podrían ser utilizados a la hora de crear un sonido envolvente. En esta experiencia se encontraron varios problemas como: insuficiencia de micrófonos, problemas de monitoreo y problemas de ruido. Fue un buen ejercicio para encontrar las medidas y distancias aproximadas de los micrófonos que serían utilizadas en los estudios de Audio visión, así como el monitoreo de los diferentes arreglos surround.



Fig.6: Auditorio Pablo VI



Fig.7: Estudios de Audio Visión

3.1.1 Bombo

Al principio de la grabación se planteó utilizar dos micrófonos dentro y fuera del tambor para tener más cuerpo y ataque. Pero finalmente la señal del bombo se capturó con un micrófono dinámico con polaridad cardiode (AKG D112) que se ubicó dentro del tambor y la señal se envió a un spliter que dividió la señal de audio en dos. Cada señal se ecualizó de manera independiente para que una de ellas tuviera cuerpo y resonancia en las frecuencias bajas y la otra tuviera más ataque. Esto se realizó gracias al spliter con el que cuenta Audiovisión, de lo contrario las diferentes coloraciones del bombo se habrían conseguido utilizando dos micrófonos diferentes.

3.1.2 Redoblante

Para el redoblante se utilizaron dos micrófonos de condensador con polaridad cardiode (AKG C535). El primero se ubicó en la parte superior del instrumento con un ángulo aproximado de 30 grados con el fin de capturar el ataque y el cuerpo del instrumento. El segundo micrófono se ubicó debajo del instrumento para capturar la resonancia y el entorchado del mismo.

3.1.3 Toms

Para los toms de aire se utilizó el set de micrófonos especializados para batería Beyerdynamic OPUS88. Estos micrófonos de condensador con polaridad cardiode fueron diseñados para ser utilizados en instrumentos como toms, redoblantes y congas. Para el tom de piso se utilizó un MD421, micrófono dinámico con polaridad cardiode ya que presentaba una buena respuesta en frecuencias bajas.

3.1.4 Hi- Hat

Para el Hi- Hat se utilizó un micrófono de condensador con polaridad cardiode AKG451 dirigido hacia la campana, aproximadamente a unos 8 cm de distancia.

3.1.5 Ride

Para el ride se utilizó un micrófono dinámico con polaridad supercardioide (MD-441 SENHEISER)

3.1.6 Over Heads

Al principio de la grabación se acordó que la coloración principal del set de Batería se obtendría gracias a los Over Heads, para esto se utilizó un par de micrófonos de condensador ADK A 51S, los cuales intentan imitar el sonido del legendario micrófono Neumann U-87. Para esta grabación se utilizó la técnica A-B en los Over Heads a una distancia aproximada de 1.5m entre cada capsula. Después de ubicados los micrófonos se invirtió la fase del Over Head derecho para comprobar que no existieran cancelaciones que pudieran entorpecer la mezcla.

3.2 Ambientes y arreglo surround

Para capturar parte del sonido del cuarto se colocaron dos micrófonos omnidireccionales (Neumann U47) detrás del baterista a unos dos metros de altura.

3.2.1 OCT



Fig.8: Arreglo frontal OCT

Para que la grabación fuera funcional en una mezcla estéreo como surround fue necesario añadir ciertos arreglos que capturarán la reverberación de la sala. Para el arreglo frontal se escogió el arreglo surround OCT(*Optical Cardioid triangle*), con el fin de alimentar los tres canales frontales del sistema de audio 3-2 estéreo o 5.1 surround. Este arreglo fue ubicado a unos 1.5 metros de la batería y a 1.5m de altura para capturar el sonido directo del instrumento y mantener la proporcionalidad con los Over Heads.

Para el OCT se utilizaron tres micrófonos cardiodes AKG414 de la misma referencia para evitar problemas de coloración entre los diferentes canales de audio (L,C,R). El primer micrófono con polaridad cardiode fue el encargado de capturar el sonido directo de la batería ya que es mucho más sensible a las señales que llegan por la parte frontal de la cápsula y mucho menos sensible a su parte trasera. Los otros dos micrófonos de polaridad supercardioide fueron dispuestos de tal manera que su cápsula apuntara a las paredes de la sala a una distancia de 90cm entre sí para guardar proporciones con las demás distancias.

3.2.2 HAMASAKI SQUARE

El segundo arreglo denominado Hamasaki square se ubicó a un metro y medio del arreglo frontal (OCT). Este fue utilizado para capturar las reverberaciones de la sala y capturar las señales que alimentan los canales L,R,LS,RS del sistema estéreo 3-2 . Para esta grabación se emplearon cuatro micrófonos Neuman U47 con polaridad bidireccional ubicados a tres metros de distancia. Así mismo cada cápsula fue ubicada de tal forma que la parte positiva del diafragma apuntara a las paredes laterales de la sala, rechazando el sonido directo de la batería.

3.3 Bajo



Fig.9:Drawmer 1962 Digital VacuumTubePreAmp

El Bajo fue grabado en los estudios de la Javeriana, para esta grabación se capturaron tres señales de audio diferentes para obtener las diferentes coloraciones del instrumento y tener mayor posibilidades en la mezcla en cuanto la sonoridad del bajo. La primera señal se derivó del DI (*directinsertion*), método de grabación que conecta la señal del instrumento al medio de grabación. Para esta grabación se utilizó un Fender Jazz Bass, este fue conectado al Preamplificador de Tubos *Drawmer1962 Digital VacuumTubePreAmp*, para generar una mayor calidez en la señal. También se capturaron dos señales de audio adicionales provenientes del amplificador del bajo (Kustom) con un micrófono dinámico (SHURE SM57) ubicado en la parte externa del cono que capturara el cuerpo del instrumento, y un micrófono de condensador (AKG 414) ubicado en la parte central del cono a unos 15 centímetros del amplificador para capturar un sonido natural del amplificador y algunas impresiones del cuarto

3.4. Guitarras Acústicas



Fig.10: Técnica X-Y, Guitarras Acústicas

Para la grabación de guitarras acústicas se utilizaron una acústica y una guitarra electro-acústica de doce cuerdas para generar diferentes coloraciones en la mezcla. Como en la música andina colombiana las guitarras acústicas juegan un papel importante dentro del género, se decidió utilizar una técnica de microfónica estéreo que generara una mayor profundidad y buen sentido de espacialidad dentro de la mezcla. Para las guitarras acústicas utilizamos la técnica X-Y con un ángulo aproximado de 90 entre dos micrófonos Neumann KM 184, de tal forma que sus diafragmas coincidieran uno por encima del otro. El primer micrófono se ubicó de tal forma que su cápsula apuntara al décimo segundo traste de la guitarra para capturar las frecuencias medias y altas del instrumento, mientras que el segundo micrófono apuntó al puente del instrumento para capturar las frecuencias bajas.

A pesar de que la técnica de microfónica X-Y logró el color deseado en las guitarras acústicas, no logró capturar la cantidad de bajos necesarios para diferenciarla de la bandola la y el tiple. Por eso se decidió introducir un tercer micrófono de condensador de diafragma grande (Neumann TLM 193) ubicado debajo del puente de la guitarra para capturar las frecuencias bajas del instrumento y evitar problemas de enmascaramiento posteriormente en la mezcla con los tiples y la bandola.

3.5 Tiple y Bandola



Fig.11: Tiple, Estudio de Grabación

Para el tiple y la bandola se utilizó el micrófono de condensador Neumann TLM103, este se ubicó a unos 8 cm del instrumento en dirección al mástil para conseguir un sonido más brillante y cálido que lo diferenciara de las guitarras acústicas.

3.6 Piano



Fig.12: Piano, Auditorio Pablo VI

El piano fue grabado en el auditorio pablo VI en la universidad javeriana. Para esta sesión se decidió utilizar varios micrófonos. Para capturar el sonido producido dentro de la caja de resonancia se utilizó la técnica de microfónica estéreo A-B. Para esta técnica se utilizaron dos micrófonos de condensador de diafragma pequeño (Neumann KM84), el primero dirigido hacia los bajos del piano, y el segundo dirigido hacia las frecuencias medias y altas del piano.

Adicional a esto y considerando la mezcla en estéreo y en surround, se decidió añadir un par coincidente (X-Y) a varios metros de distancia para capturar el

sonido del piano en su totalidad y el ambiente de la sala. Para esta técnica se utilizaron dos micrófonos AKG 451 B de tal forma que sus diafragmas coincidieran uno por encima del otro, uno apuntando a los martillos del piano y el otro apuntando a las cuerdas.

3.7 Cuarteto de cuerdas



Fig.13: Cuarteto de Cuerda, Auditorio Pablo VI

El cuarteto de cuerdas al igual que el piano fue grabado en el Auditorio Pablo VI de la universidad javeriana. Para esta grabación se utilizó la técnica X-Y sobre la cabeza del director. Estos micrófonos fueron ubicados a unos dos metros de altura direccionados de tal forma que capturarán la perspectiva del director y el balance del ensamble.

Adicional a esto cada instrumento contó con su propio spot para tener un mayor control de la señal de cada instrumento en la mezcla. Para los dos violines se utilizó el Neumann KM84, para el cello el Neumann TLM 193 y para la viola el SHURE SM81. Adicional al par xy principal y a los spots de cada instrumento se utilizó un par espaciado (A-B) en la sala para capturar la reverberación del auditorio, se utilizaron dos Rodes NT-2A con polaridad omnidireccional para brindarle un mayor ambiente a la grabación.

En la grabación del cuarteto de cuerdas fue necesario realizar tres tomas diferentes de la misma obra para generar una sensación de un ensamble más grande e incluso emular la sonoridad de una orquesta.

3.8 Guitarras eléctricas



Fig.14: Guitarras Eléctricas, estudio Audio visión

Para la grabación de las guitarras eléctricas se buscó un sonido jazz que acompañara a las guitarras acústicas en sus melodías. Como no contábamos con dos guitarras eléctricas diferentes, se utilizó un amplificador de bajo (AMPEG) y un amplificador de guitarra (Marshall) con el fin de capturar diferentes coloraciones del instrumento. Para cada amplificador se utilizó un micrófono dinámico (Shure SM 57) ubicado en la parte externa del cono para generar mayor definición y cuerpo al instrumento y un micrófono de cinta RCA 44 ubicado en el sweet spot del amplificador para brindarle a la mezcla ciertos brillos y coloraciones a las guitarras eléctricas gracias a su buena respuesta en frecuencias altas y calidez en el sonido. Adicional a esto se utilizó un par espaciado (A-B) con micrófonos omnidireccionales (Neumann U47) a unos 2 metros de altura para capturar la reverberación de la sala que alimentaría posteriormente en mezcla los canales LS,RS.

3.9 Percusión menor

Los instrumentos de percusión menor como: Chimes, Shaker, Múcura, Palo de Agua, fueron grabados en el estudio de la javeriana. Para estos instrumentos se decidió utilizar un micrófono de repuesta plana (AKG 414) ya que en caso de tener problemas con la sonoridad de alguno de los instrumentos se pudiera cambiar el pitch sin tener problemas con las coloraciones.

3.10 Voces



Fig.15: Voz , estudio Audiovisión

Las voces fueron grabadas en el estudio de Audiovisión, para esta grabación se utilizó un micrófono cardiode de condensador (micrófono Blue: BlueBird) con una repuesta de 20hz a 20KHZ utilizado en voces y guitarras acústicas. Este se ubicó a unos 70 cm de la cantante, además de un pop filter metálico para evitar ciertos golpes provocados por la pronunciación.

Teniendo en cuenta que muchas de las canciones iban a ser mezcladas en surround, se grabaron alrededor de seis canales de coros que alimentarían posteriormente los canales L,R,LS,RS del sistema 3-2 estéreo, para generar un mayor efecto de envolvente.

3.11 MICRÓFONOS UTILIZADOS

Micrófonos	Características
AKG D112	Cardiode, dinámico, 20HZ – 17KHZ. Buena respuesta en frecuencias bajas y acentúa entre 2KHZ-5KHZ. Adecuado para bombo y bajo
AKG C535	Cardiode, condensador, 20HZ-20.000KHZ. Coloración entre 100-500 HZ. Utilizado para redoblante, Hi-Hat, instrumentos de viento (Trombón, Tuba, clarinete)
Beyerdynamic opus 88	Cardiode, condensador,30HZ-20KHZ, coloración en 125 HZ. Utilizados en toms y redoblante
Senheiser MD 421	Cardiode, dinámico, 30 HZ-12KHZ, buena respuesta en frecuencias bajas y

	realce a partir de los 2KHZ. Utilizado, en percusión
AKG 451	Cardioides, condensador, 20 Hz-20KHZ, respuesta plana con un realce en los 5KHZ. Utilizado en Over Heads e instrumentos acústicos
ADK A 51	Cardioides, condensador, 20HZ-20KHZ Utilizado para Over Heads, voces y guitarras acústicas.
Neumann U47	Cardioides o omnidireccional
Neumann KM184	Cardioides, condensador 20HZ-20KHZ, respuesta plana. Utilizado en instrumentos acústicos piano y cuerdas
Neumann TLM 193	Cardioides, condensador, 20HZ-20KHZ, Utilizado en cuerdas, percusión y guitarras, voces
Neumann TLM 103	Cardioides, condensador, 20hz-20khz, con un realce en los 5KHZ. Utilizado guitarras acústicas, voces, cuerdas, O.H.
Shure SM 81	Cardioides, condensador, instrumentos acústicos, guitarra, piano, O.H
Rodes NT- 2A	Omni, cardioides, figura 8, condensador 20hz-20KHZ. Utilizadas voces, guitarras acústicas.
RCA 44	Micrófono de cinta, Bidireccional, Utilizado en voces, guitarras eléctricas, instrumentos de viento
Shure SM 57	Cardioides, dinámico, 40hz-20KHZ realce en las frecuencias bajas y a partir de los 5kh. Utilizado Percusión guitarras eléctricas, instrumentos de viento.
Blue Bird	Cardioides, condensador, 20hz-20khz, Utilizado en voces, guitarras, cuerdas, piano.

4. PROCESO DE MEZCLA

4.1 Mezcla Estéreo

Después de haber capturado y editado las diferentes señales de audio, inició el proceso de mezcla. Como este proyecto propone una compatibilidad en la grabación tanto para la mezcla estéreo como para la mezcla surround, se decidió empezar con la mezcla estéreo y tenerla como base para la mezcla surround. Para esta parte del proceso se buscó claridad y color de cada instrumento utilizando diferentes procesos digitales (Ecuilibradores, Compresores). A pesar de que no existe una regla exacta respecto al orden en el cual deben ser empleados estos procesos, se concluyó que algunos instrumentos necesitaban una compresión antes de ser ecualizados y también que otros instrumentos funcionaban mejor con ecualización seguido de una compresión.

Para esta parte del proyecto se decidió iniciar con la sección rítmica del ensamble: bajo, batería y percusión menor ya que estos instrumentos son la base de las canciones. Como en el Pop es muy importante el ensamble del bajo y la batería, se decidió arrancar con la ecualización de bajo seguido del bombo para encontrar un balance en las frecuencias bajas. Después se tomó la sonoridad de los Over Heads como primera referencia de la batería para encontrar el color y el balance deseado entre el Bombo, Redoblante, Toms, Hi-Hat, Ride y Over Heads. Terminada la base rítmica se añadió la percusión menor, aquí se encontró el primer problema ya que la sonoridad del Shaker chocaba con la sonoridad del Hi-Hat, por eso se tomó la decisión de procesarlo con un Pitch-shift.

Terminada la sección rítmica del ensamble se empezó a trabajar la sección melódica: piano guitarras acústicas, guitarras eléctricas, bandola, tiple, cuerdas, coros y voz, resaltando los instrumentos principales y los solos en la mezcla. La mezcla estéreo tardó un poco más de tiempo ya que los arreglos de la compositora presentaban algunos problemas de registro y muchas de las sonoridades de los instrumentos eran muy parecidas. Para evitar problemas de enmascaramiento se panearon los diferentes instrumentos a lugares opuestos; las guitarras eléctricas se panearon a la izquierda y las guitarras acústicas a la derecha tratando de compensar sonoridades.

El piano y la guitarra acústica fueron ecualizados y paneados teniendo en cuenta la relación de los dos instrumentos ya que compartían registros similares, al igual que la bandola, los triples y la guitarras acústicas. Como se capturaron varias señales de bajo y guitarras se utilizaron las señales que mejor se acoplaban a la sonoridad de cada instrumento y a la mezcla. En el caso del bajo (Drawmer, SM57) también se crearon varios Auxiliares para tener un mayor control de la sonoridad. Para las cuerdas se tuvo que hacer una mezcla independiente para la canción *Huellas color azul*. En esta sesión se tomó la señal de los Over-Heads de las cuerdas (técnica X-Y) como fuente sonora principal del cuarteo, después de encontrar la sonoridad deseada se le añadió el spot de cada instrumento

(Violin1, Violin2, Chelo, Viola). Terminada la mezcla del cuarteto y encontrando el balance deseado se hizo un Bounce estéreo y se incorporo a la banda.

Después de encontrar la sonoridad y el balance deseado se añadieron efectos digitales como Reverberaciones y Delays para generar espacialidad y un ambiente acústico dentro de la mezcla. Para esta grabación se utilizaron tres reverberaciones diferentes (pequeña, mediana, larga) y tres delays diferentes (pequeño, mediano y largo).

4.1.1 COLORES POR INSTRUMENTO

Instrumento	Proceso	Descripción
Bajo 57	REQ6	Se acentuó alrededor de 700-800 HZ y 5KHZ
Bajo Raine	REQ6	Se le dio mas bajos al acentuar 50-80HZ
Kick1	REQ6	Se resaltaron las frecuencias bajas 40-80hz
Kick2	REQ6	Se le dio mas definición al bombo acentuando 3-5hz
Snare up	REQ6	Se realizo un corte alrededor de 500hz y se acentuó alrededor de 900KHZ-1KHZ
Snare down	REQ6	Se incorporo un filtro pasa altos con corte en 100HZ y se resalto 5-10khz
Tom1	REQ6	se realizo un corte alrededor de 160 HZ y se le dio mas ataque al acentuar alrededor de 5KHZ
Tom2	REQ6	Se realizo un corte en 160 HZ y en 400 HZ y se le dio mas ataque acentuando 3KHZ y 7KHZ.
Tom3	REQ6	Se realizo un corte en 40Hz y en 300hz y se le dio mas ataque

		acentuando 4KHZ.
Ride	REQ6	Se le incorporo un HPF con un corte en 100 - 200HZ y se acentuó alrededor de 5KH Y 10 KHZ
O.H. L	REQ6	Se incorporo un HPF hasta 100 HZ se realizo un corte en 400HZ y se acentuó en 5KH-10KH
O.H.R	REQ6	Se incorporo un HPF hasta 100 HZ se realizo un corte en 400HZ y se acentuó en 5KH-10KH
Múcura	REQ6	En la múcura se resalto las frecuencias medias bajas características del instrumento 200hz
Shime	REQ6	se le incorporo un HPF con un corte de 100-200HZNy se acentuó alrededor de 5KHZ
GuitarraEléctrica	REQ6	Se utilizo un HPF con un corte de 40-100hz y se realizo un corte alrededor de 380 y se hizo un realce en 800HZ
Guitarra Acústica	REQ6	se realizo un corte en 64 HZ, se acentuó alrededor de 240HZ y 5-8 KHZ
Bandola	REQ6	se resalto las frecuencias medias y altas 500hz y 2.5 HZ
Voz	REQ6	se acentuó alrededor de 240hz y se utilizo HPF con un corte en 80HZ y se acentuó 4HZ-5hz

4.2 Mezcla Surround

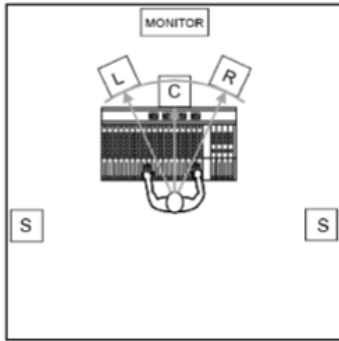


Fig.16: Sistemas surround 5.1

Terminadas las mezclas estéreo se continuó con la mezcla surround. Para esta parte del proceso fue necesario realizar una calibración del estudio. En la calibración se calcularon las distancias entre los diferentes altavoces con respecto al punto ideal de escucha. Se reprodujo ruido rosa y se calculó que los niveles de los altavoces frontales se ajustaran a 79db, los traseros a 76db y el subwoofer a 82 db utilizando la curva de ponderación C de un sonómetro digital.

Terminada la calibración se tomó como punto de partida las referencias de mezcla surround, las mezclas estéreo realizadas y la perspectiva sonora de un espectador, donde el sonido directo proviene de los canales frontales y los ambientes e impresiones del cuarto provienen de los canales traseros. Para esto fue necesario realizar un nuevo I-O SETUP, utilizado diferentes salidas de audio: 5.1, estéreo surround (LS,RS), estéreo (L,R),LCR.

Para la mezcla surround, al igual que la mezcla estéreo, se tuvo como punto de partida el bajo y el bombo. Para esta mezcla fue necesario crear un canal Auxiliar con un filtro pasa bajos de 125HZ que dirigiera la señal del bombo y el bajo al Subwoofer. Para alimentar los canales traseros se utilizaron los canales de ambientes de la batería, guitarras eléctricas, cuerdas y piano capturados en grabación. Por ejemplo, la batería además de alimentar los tres canales frontales del sistema de audio 5.1, también alimentó los canales traseros LSy RS utilizando los micrófonos omnidireccionales Neumann U47 y los canales del Hamasaki Square para reforzar los canales L, R, LS, RS, generando así una mayor sensación de envolvimiento. Para el caso de los instrumentos como la guitarras acústicas, tiple y bandola, los cuales no contaron con canales de ambientes en su grabación, fue necesario simular los ambientes utilizando diferentes envíos y buses internos de ProTools que dirigieron las reverberaciones artificiales de los instrumentos a los canales traseros.

Para la voz principal fue necesario utilizar reverberaciones y delays que alimentaran los canales L, R, LS, RS del sistema de audio reforzando la voz de la cantante. En el caso de los coros, las voces se dividieron en dos mitades; la primera para alimentar los tres canales delanteros mientras la otra mitad de las

voces alimentó los canales traseros acompañados de las cuerdas para generar una mayor sensación de envolvimiento en el oyente.

5. Conclusiones

La investigación teórica fue un ejercicio fundamental para el desarrollo del proyecto. En esta primera fase se investigaron técnicas de microfónica de las cuales varias no habían sido aplicadas en experiencias de grabación durante la carrera. El trabajo teórico permitió profundizar en elementos claves que orientaron tanto el proceso de grabación como el de mezcla obteniendo resultados satisfactorios. De la aplicación de los conceptos investigados se puede concluir que la teoría fue funcional una vez puesta en práctica. A pesar de que se tuvieron ciertas limitaciones al trabajar únicamente con los equipos con los que cuenta la facultad, los resultados son buenos y se comprobó que los conceptos son aplicables a la hora de realizar una grabación real.

La captura de ambientes por medio de los diferentes arreglos de microfónica surround utilizados en la grabación, permitió que la mezcla surround sonara con naturalidad, pues los ambientes utilizados fueron grabados en las diferentes sesiones y no fue necesario simular ambientes por medio de procesos digitales como reverberaciones y delays. No obstante, estos procesos se utilizaron pero no con el fin de crear ambientes sino de apoyar y definir los ambientes capturados en grabación.

Tanto en el proceso de grabación como el proceso de mezcla fue muy importante tener referentes auditivos del género musical. Esto facilitó la mezcla a la hora de encontrar el papel de cada instrumento. También influenció la sonoridad de la agrupación ya que se buscó desde la grabación tener una sonoridad pop pero con énfasis en los instrumentos acústicos (guitarras acústicas, piano, tiples y bandolas) ya que en este género musical cumplen un papel protagónico.

Así como fueron determinantes las referencias escuchadas para efectos de coloraciones y características estéticas, las referencias de grabaciones surround fueron de suma importancia para comprender las diferentes distribuciones que se pueden aplicar al ensamble. Los textos consultados son bastante claros y son vitales para desarrollar la grabación y la mezcla, pero es fundamental escuchar referencias para ver la aplicación de las técnicas planteadas en los textos.

Debido a las características de las composiciones y los arreglos, se utilizaron instrumentos que en ocasiones presentaban sonoridades y registros similares como las guitarras acústicas con cuerdas de acero y los tiples. Esto significó un reto a la hora de mezclar, pues fue necesario dar tratamientos particulares a cada instrumento para evitar problemas de enmascaramiento.

El proceso de mezcla surround fue una experiencia novedosa y enriquecedora. Durante la carrera se habían realizado algunos trabajos de éste tipo para medios audiovisuales, la experiencia de mezclar sin ningún tipo de referente visual significó un desafío para buscar y encontrar ubicaciones y espacialidades de los

diferentes instrumentos y así explorar perspectivas de la mezcla surround en la música y utilizarlas de la forma más adecuada para la producción.

Cada tema mezclado en surround recibió un tratamiento diferente. Se seleccionaron tres temas que permitieran generar un efecto envolvente en el espectador, dos de ellos tenían arreglos para cuarteto de cuerdas y coros que facilitaron el diseño de la espacialidad. Otro de los temas no contenía dicha clase de arreglos, por lo tanto fue necesario utilizar delays y reverberaciones digitales para alimentar los canales traseros del sistema y buscar el mismo efecto.

Las condiciones ideales para realizar un proyecto de grabación y mezcla surround requiere de espacios acústicos especiales, micrófonos de características específicas –como los propuestos por la compañía alemana Schoeps-, decodificadores, bases que están diseñadas con las medidas exactas para los arreglos, y sistemas de monitoreo 5.1 que facilitan la captura de los ambientes en un espacio controlado. El objetivo de este proyecto fue realizar una aproximación teórica y práctica a este tipo de experiencias, haciendo uso de los equipos y recursos que estaban al alcance. Aunque las condiciones en las que se realizó la grabación no fueron las que la teoría propone seguir estrictamente, se sortearon las limitaciones y se hizo un buen aprovechamiento de las herramientas disponibles obteniendo el resultado que se buscaba.

Del desarrollo del proyecto no solamente queda un producto sonoro, queda como resultado una metodología básica que fue planteada a partir de la investigación teórica, el trabajo práctico y la solución de los diferentes problemas que se presentaron a lo largo del proceso. Fue una primera aproximación al sonido envolvente dentro de la música y fue una experiencia que proporcionó nuevos conocimientos además de los adquiridos en la carrera.

6. BIBLIOGRAFIA

1. HOLMAN, Tomlison. *5.1 Surround sound Up And Running*. 1st Edition. Boston, Focal Press: c 2000.
2. RUMSEY, Francis. *Spatial Audio*. 1st Edition. Boston, Focal Press: c2001.
3. BARTLETT, Bruce. *On-Location Recording Techniques*. 1st Edition. Boston, Focal Press: C1999.
4. ALTEN, Stanely R. *Audio In Media*. 7th Edition. Canada, Wadsworth: c2005
5. Eargle, John. *Handbook of Recording EGINEERING* 4th Edition . Boston. Massachusetts: Kluwer Academic, 2003
6. OWSINKI, Bobby. *The Mixing Engineering Handbook* .1st Edition . Emeryville California: mix c1999
7. GIBSON, David. *The Art of Mixing: a visual guide to recording, engineering and production*. Emeryville, California: Mix, c1997
8. SHOEPS MIKROFONE, *Surround Recording Techniques*, AES, c2006, [en línea], disponible en: http://www.schoeps.de/documents/SCHOEPS_surround-brochure.pdf
9. WUTTKE, Joerg, *General considerations on audio multi-channel recording*, AES, [en línea], disponible en: www.aes.org
10. KASSIER, LEE, BROOKES, RUMSEY, *An informal comparison between surround-sound recording techniques*, AES, c2005, [en línea], disponible en: www.aes.org
11. WUTTKE, Joerg, *Surround recording of music: problems and solutions*, AES, c.2005, [en línea], disponible en: www.aes.org