



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Música

Facultad de Música

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Instituto de Investigaciones Antropológicas

MÚSICA ELECTROACÚSTICA SUSTENTABLE. HACIA UN MODELO
COMPOSITIVO PARA LA REINTERPRETACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA
MÚSICA ELECTROACÚSTICA.

TESIS

QUE, PARA OPTAR POR EL GRADO DE

DOCTOR EN MÚSICA (composición)

PRESENTA

CRISTIAN HIDALGO CORONADO

TUTOR PRINCIPAL:

JORGE RODRIGO SIGAL SEFCHOVICH

(ENES, UNAM)

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

HUGO SOLÍS GARCÍA (UAM, LERMA)

MARIO ALBERTO DUARTE GARCÍA (ENES, MORELIA)

CIUDAD DE MÉXICO. DICIEMBRE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, plasmado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí especificadas, aseguro mediante mi firma al calce que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Todas las citas de obras elaboradas por otros autores, o sus referencias, aparecen aquí debida y adecuadamente señaladas, así como acreditadas mediante las convenciones editoriales correspondientes.

El presente trabajo se realizó con apoyo de la beca CONACyT para estudios de posgrado.

Resumen

La música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real (*live electronics*) frecuentemente enfrenta un serio problema de sustentabilidad. Algunas obras de este tipo están expuestas a quedar en el olvido o, al menos, encuentran serias dificultades para ser reinterpretadas. Esta problemática se encuentra vinculada a ciertos factores relacionados con el componente tecnológico. En primer lugar, un buen número de este tipo de piezas musicales requieren para su interpretación de tecnologías específicas (software, hardware, etc.) que podrían en un momento dado caer en desuso o resultar obsoletas, situación que limitaría las posibilidades de preservación y/o reinterpretación de las composiciones en cuestión. En segundo lugar, algunas obras electroacústicas no cuentan en su configuración con elementos que provean información útil para que, en caso necesario, puedan en el futuro migrar de la tecnología en que fueron concebidas a una tecnología distinta. En tercer lugar, si bien ciertas piezas cuentan con los elementos antes mencionados, éstos carecen de un sistema de escritura y configuración lo suficientemente riguroso y completo que garantice que la música pueda interpretarse de nuevo. Consciente de la importancia que representa hoy en día la creación musical con nuevas tecnologías, así como de lo necesario que es asegurar el futuro de este tipo de obras musicales, este escrito presenta algunas aproximaciones a la problemática de la sustentabilidad de la música electroacústica con procesamiento de señal en vivo, y plantea la posibilidad de la elaboración de un modelo de configuración de los elementos de una composición electroacústica, como una potencial solución en cuanto a su preservación. Como resultado de la investigación se propone un proto modelo derivado del proceso de sistematización de los componentes de una obra electroacústica con procesamiento de señal en vivo.

Contenido

Introducción

Capítulo 1

Preservación y documentación de la música electroacústica

1.1 La composición de música electroacústica como objeto de estudio

1.2 Preservación de la música electroacústica

1.3 Documentación de la música electroacústica

1.3.1 Sobre la documentación de una composición electroacústica

1.3.2 Proyectos de documentación de obras electroacústicas

Capítulo 2

Justificación del proyecto

2.1 Objetivos

2.2 Preguntas de investigación

2.3 Hipótesis

Capítulo 3

Metodología

3.1 Estudio 1. Investigación sobre descriptores de obras electroacústicas

3.1.1 Definición y generalidades

3.1.2 Selección y revisión de las obras

3.1.3 Resultados

3.2 Estudio 2. Investigación sobre proyectos de documentación

3.2.1 Generalidades

3.2.2 Componentes de los proyectos de documentación revisados

3.2.3 Resultados

3.3 Estudio 3. Estudios de casos

3.3.1 Definición y generalidades

3.3.2 Estructura de los casos

3.3.3 Selección de casos

3.3.4 Caso 1 – *Petals*, de Kaija Saariaho

3.3.5 Caso 2 – *Anthèmes 2*, de Pierre Boulez

3.3.6 Resultados

Capítulo 4

Hacia un modelo compositivo para la preservación y reinterpretación de la música electroacústica

4.1 Sistematización de los resultados obtenidos mediante la metodología empleada

4.2 Elementos del modelo a partir de la sistematización de los resultados

Capítulo 5

Evaluación del modelo propuesto

5.1 Implementación de los elementos del modelo propuesto en una obra musical

5.1.1 Composición de la obra musical (elementos musicales)

5.1.2 Elementos del modelo en la obra musical

5.2 Evaluación a partir de la adaptabilidad tecnológica

5.2.1 Elaboración del dispositivo electrónico en *Max*

5.2.2 Consideraciones sobre la evaluación del modelo

Conclusiones

Bibliografía

Apéndices

1. Tablas de descriptores
2. Herramientas de análisis estadístico
3. Obra musical

Introducción

Abordar este tema en este proyecto de investigación surge principalmente de una experiencia personal en mi labor como músico. Todo se remonta a mi trabajo como asistente técnico y logístico en el Foro Internacional de Música Nueva Manuel Enríquez (FIMNME), en la Ciudad de México, de los años 2016 a 2019. Durante los cuatro años en que colaboré en el Foro, las funciones que desempeñé fueron principalmente dos. Por un lado, recibir las propuestas musicales –tanto las enviadas por compositores como por intérpretes–, realizar su registro en una base de datos, revisar la documentación enviada y catalogar las piezas de acuerdo con sus características musicales –principalmente respecto a la dotación– y técnicas, –en cuanto a los requerimientos para su ejecución, principalmente respecto al empleo de tecnología. Por el otro, trabajar en conjunto con el coordinador técnico –una especie de *RIM*–, quien se encargaba de la realización técnica de las obras con electrónica (con soporte fijo, con procesos en vivo, mixtas, etc.) y la amplificación de las obras que lo requerían.

Al realizar esa labor, fue inevitable prestar mayor atención a las obras electroacústicas que llegaban como propuestas y asimismo inevitable no percatarme de los problemas técnicos que surgían previamente a la interpretación de esas piezas en los conciertos. Las problemáticas pueden resumirse en tres puntos:

1. Un buen número de las obras con empleo de tecnología que se proponían eran enviadas con documentación incompleta, particularmente las piezas que requerían procesamiento en vivo. Por lo general, se recibía la partitura de la obra y, en algunos casos, la programación mediante la cual se generaba el procesamiento de señal. Sin embargo, el resto de la documentación necesaria para la interpretación solía faltar o llegar incompleta, especificaciones técnicas (sistema de difusión, micrófonos, interconexiones, etc.), archivos requeridos (de audio, video, etc.), especificaciones sobre la operación del dispositivo

electrónico, entre otras. En algunos casos las obras habían sido enviadas por el propio compositor y, aún así, carecían de algunos de los elementos mencionados.

2. Al abordar la realización de las obras, en un buen número de casos, la única manera de acceder a la documentación, o bien, de lograr la interpretación de las obras, era recurriendo al compositor o a algún técnico cercano a éste que conociera la obra y pudiera auxiliarnos durante el concierto.

3. Un número menor de obras, particularmente aquellas que tenían veinte años o más de haberse compuesto, requerían para su interpretación tecnologías desactualizadas a las que resultaba difícil acceder y, por tanto, se descartaban para interpretarse. A esto habría que sumar que intentar interpretar dichas obras adaptándolas a una tecnología presente, en algunos casos, habría representado una labor titánica para la cual no se tenían ni el personal ni los recursos, pero tampoco los medios –es decir, la documentación suficiente– para lograr la reconstrucción de los dispositivos.

En términos generales, estas problemáticas se resolvían y las obras se realizaban, aunque en algunos casos solo como aproximaciones a la idea concebida originalmente por el autor, principalmente en aquellas piezas cuyos compositores se encontraban en otro estado de la república o en otro país y habían enviado la documentación por correo y con quienes la comunicación se había establecido de manera virtual.

Lo anterior me llevó a reflexionar lo siguiente: si esas piezas presentaban dificultades para interpretarse teniendo la intervención de su autor, ¿cómo sería la situación en su ausencia? Aún más, ¿qué pasaría con esas obras con el paso de los años, principalmente con las piezas que carecían de información clara y detallada de los elementos involucrados para que pudieran interpretarse? Todavía más, ¿qué pasaría con estas obras en unos veinte o treinta

años cuando la tecnología empleada pueda resultar obsoleta? ¿Se tendría la información necesaria para ser adaptadas a otras plataformas que evolucionen o surjan en el futuro?

El asunto cobró mayor importancia cuando examiné mis propias composiciones aplicándoles las preguntas anteriores y otras, pues me percaté de que en el estado en que se encontraban tanto las partituras como su documentación, estaban condenadas al olvido.

Tomando en cuenta todo lo anterior, supuse que habría otros compositores, investigadores, archivistas, musicólogos, intérpretes, etc., que estarían preocupados por esta misma cuestión. De esta manera, me propuse realizar una investigación alrededor de este tema para intentar hacer una propuesta sobre cómo podría documentarse una obra electroacústica para prevenir y combatir las situaciones expuestas anteriormente. Es así como se inicia el presente trabajo que pretende ser, no una solución definitiva, sino un punto de partida hacia la configuración de un eventual modelo que garantice la longevidad de las obras de este tipo, haciendo frente a la inevitable obsolescencia tecnológica.

En el capítulo 1 se contextualiza el objeto de estudio y la importancia de preservar la memoria musical electroacústica, así como las problemáticas generales que se encuentran al abordar esta labor y algunos de los acercamientos realizados por investigadores e instituciones para archivar y conservar este tipo de obras musicales.

En el capítulo 2 se presenta la justificación de este trabajo, los objetivos planteados al estudiar este tema en particular, las preguntas de investigación que sirven como guía para el proyecto y la hipótesis que se pretende demostrar.

Posteriormente, en el capítulo 3 se explica la metodología mediante la cual se ha llevado a cabo la investigación. De manera particular, esta metodología se divide en tres

estudios: una investigación sobre descriptores, un estudio sobre proyectos de documentación de música electroacústica y un estudio de casos.

En el capítulo 4 se realiza la sistematización de los resultados obtenidos mediante la metodología empleada y se elabora una propuesta de los elementos que conforman el primer acercamiento a un modelo de configuración de los componentes de una obra electroacústica.

Finalmente, en el capítulo 5 se plantea la evaluación del modelo propuesto mediante su implementación en una composición y su adaptación a una tecnología actual.

Capítulo 1

Preservación y documentación de la música electroacústica

1.1 La composición de música electroacústica como objeto de estudio

Desde finales del siglo XIX, la tecnología ha estado fuertemente ligada a la práctica musical. Por aquella época se dieron los primeros registros fonográficos que, en primera instancia, permitieron llevar la música de las salas de concierto a las salas de los hogares y, además, posibilitaron la preservación de interpretaciones históricas. Posteriormente, la tecnología aplicada a la música y el sonido comenzó un proceso de evolución que iría más allá del mero registro y reproducción de la materia sonora, permitiendo su transmisión, manipulación, transformación e incluso su replicación empleando medios no acústicos (síntesis de sonido). Estas nuevas posibilidades de empleo de la materia sónica comenzaron a ser aprovechadas por los compositores e integradas a los procesos de creación musical dando lugar, entre otras manifestaciones musicales, a la llamada música electroacústica.

Delalande (2007) menciona la dificultad para delinear el ámbito abarcado por la música electroacústica, en un esfuerzo por explicar el término se pregunta:

¿Por qué "electroacústica" en lugar de "acústica" o ¿concreta? Porque, en efecto, es la tecnología la que la distingue de la escritura. Se basa en el equilibrio entre una señal eléctrica y una onda acústica, recurre al micrófono y el altavoz, el primero para transformar en un impulso eléctrico, el segundo en una onda acústica. Esto implica la activación de una señal eléctrica o su equivalente digital para obtener un resultado acústico (p. 252).

Landy (2007), por otro lado, señala que los intentos por definir la música electroacústica han generado fuertes debates entre los académicos desde los años 50's del siglo pasado, principalmente porque el uso del término ha evolucionado desde entonces. Refiere que en gran medida se ha adoptado como un término inclusivo en el que caben un extenso número de manifestaciones musicales.

Una definición propuesta por Battier (2004), parece concordar con esta visión amplia del término, en tanto que señala que esta música se

refiere generalmente a un tipo específico de enfoque compositivo en un período histórico bien definido, a partir de 1945. Se han utilizado otras denominaciones para esta música tecnológica, como "música electrónica", "música de cinta", "música electrónica en vivo", "música de computadora", "música acústica", "arte sonoro", "música interactiva" y, en Francia, "musique mixte" (p. 47).

Independientemente de la dificultad que representa definir este tipo de música o definir sus límites, es cierto que, en su aún breve historia, ha sido objeto de estudio tanto de compositores –integrando sus técnicas y herramientas en sus obras–, como de intérpretes y académicos –considerando diversos aspectos alrededor de ella–.

La composición de la música electroacústica –se usará por el momento esta definición abarcadora del término– ha tenido diversas aproximaciones por parte de los compositores. Por nombrar algunas de dichas aproximaciones, puede mencionarse a la llamada música concreta, denominación propuesta por Pierre Schaeffer para referirse a un tipo de obras en las que se empleaban sonidos grabados (concretos) como recursos para la creación musical, un proceso que partía no de la notación musical sino del sonido. Otra manera de abordar el proceso creativo fue mediante el empleo de la tecnología electrónica, esta aproximación fue

realizada en primer término por compositores como Stockhausen empleando las técnicas de síntesis de sonido disponibles en la época y generando una nueva gama de sonidos.

Por otro lado, se puede mencionar la música mixta que, en primera instancia, correspondía a la combinación de instrumentos acústicos y música pregrabada (soporte fijo). Frengel la define como “composiciones electroacústicas que incluyen un componente en vivo con una fuente de sonido visible (un intérprete) y un componente no vivo proyectado electrónicamente a través de altavoces” (Frengel citado por Boutard, 2013). Hoy en día, este acercamiento a la composición electroacústica es, quizá, uno de los más populares.

Gracias a que los dispositivos tecnológicos se han hecho cada vez más accesibles, hoy en día resulta más sencillo para los creadores acercarse a este tipo de herramientas e integrarlas en su quehacer musical. Durante las últimas décadas el desarrollo de tecnologías aplicadas a la creación musical se ha desarrollado vertiginosamente, generando un creciente interés en su estudio.

1.2 Preservación de la música electroacústica

Uno de los problemas a los que más frecuentemente se enfrenta un compositor se encuentra en el ámbito de la notación de su propia música. En gran medida, la supervivencia de su obra radica en los mecanismos de escritura que elija pues, de alguna manera, éstos garantizarán que en el futuro su música siga siendo interpretada. De esta manera, la notación convencional ha sido una herramienta confiable que ha asegurado en gran medida la conservación de una buena parte de la música escrita hasta nuestros días (Chadabe, 2001).

En el caso de la música que emplea la tecnología como un elemento estructural (acusmática, electrónica, electroacústica, etc.), además de la notación convencional se echa mano de otros mecanismos que coadyuvan a que estas obras musicales puedan reinterpretarse y/o, en su caso, reconstruirse. De manera particular, la música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real (también conocida como *live electronics*) frecuentemente enfrenta un serio problema de sustentabilidad.

Esta problemática se encuentra vinculada a ciertos factores relacionados con el componente tecnológico. En primer lugar, un número considerable de este tipo de piezas musicales requieren para su interpretación de tecnologías específicas (software, hardware, etc.) que podrían en un momento dado caer en desuso o resultar obsoletas, situación que limitaría sus posibilidades de preservación y/o reinterpretación. En segundo lugar, algunas obras electroacústicas no cuentan con elementos que provean información útil para que, en caso necesario, puedan en el futuro adaptarse o migrar de la tecnología en que fueron concebidas a una tecnología distinta. En tercer lugar, si bien ciertas piezas cuentan con documentación e información referente a la tecnología empleada, no existe una sistematización o convenciones respecto a la documentación que debe acompañar a una partitura de este tipo para contribuir a su preservación (Bernardini y Vidolin, 2005).

En este contexto, la sustentabilidad puede definirse como la capacidad que tiene una pieza musical de pervivir, es decir, la posibilidad de que la obra pueda ser reinterpretada en el futuro (Boutard, Guastavino y Turner, 2013), ya sea en las condiciones originales (de la primera interpretación) o mediante nuevos mecanismos adaptados a las condiciones tecnológicas de la época.

La necesidad de la sustentabilidad y preservación de la música electroacústica se ha constituido como un tema que ha adquirido mayor importancia en las últimas décadas y que,

por esta razón, ha llamado la atención de diversos investigadores, quienes han abordado su estudio desde diferentes enfoques. Como un primer ejemplo de lo anterior, puede mencionarse a Bernardini y Vidolin (2005), para quienes el problema principal radica en que no existen dentro de la música electroacústica convenciones y prácticas de notación que permitan la completa reconstrucción de una pieza de este tipo. Al mismo tiempo, las partituras y sistemas de notación generalmente no van acompañados de otros elementos que ayuden en un futuro a la reconstrucción de las piezas, principalmente en el caso de aquellas que para su interpretación requieren de tecnologías específicas que en determinado momento pueden resultar obsoletas. Para proponer una solución preliminar a esta situación, emplean la metodología de estudios de casos y realizan la revisión de algunas obras¹ que, a su parecer, contienen los elementos necesarios para su correcta reconstrucción.

Como parte de las observaciones que realizan en su investigación y a manera de resultados sugieren, por un lado, que la partitura sea tanto descriptiva como prescriptiva. Es decir, en ella debe definirse cuál es el resultado que se espera de la electroacústica pero también deben indicarse los mecanismos para lograrlo, teniendo siempre en cuenta la posibilidad de migración de una tecnología a otra. Por otro lado, proponen que junto con la partitura se incluyan otros elementos que proporcionen información sobre la naturaleza del dispositivo tecnológico y su funcionamiento. Entre dichos componentes mencionan la pertinencia de un glosario multimedia en el que se incluyan todos los términos y definiciones técnicas que se emplean en la partitura. Al mismo tiempo, cada uno de los términos podría contar con información adicional como por ejemplo con una descripción algorítmica, una respuesta impulsiva, un ejemplo de audio, etc. Del mismo modo, recomiendan un sistema de notación basado en el paradigma orquesta/score típico de algunos programas de síntesis de sonido.

¹ *Oktophonie*, de Stockhausen; *The Cenci*, de Battistelli; *Dialogue de l'Ombre double*, de Boulez; *das Atmende Klarsein*, de Nono.

Por su parte, Andrew Gerzso (2015) se pregunta de qué manera las obras electroacústicas deben ser publicadas para asegurar su supervivencia, tomando en cuenta los rápidos cambios tecnológicos y las dificultades que representa realizar actualizaciones de dichas publicaciones. Para responder esta pregunta, Gerzso toma como modelo los lineamientos propuestos por el IRCAM –donde se desea desempeñado como RIM²–. Indica que para él la forma más sustentable de publicar una obra electroacústica es mediante la descripción en un nivel técnico de los principios tecnológicos en los que opera la obra y no con referencia a una tecnología en específico. Este acercamiento garantiza la longevidad de la obra pues no se restringe al empleo de una tecnología en particular sino que, al presentar de manera clara los principios técnicos empleados en ella, se facilita su reconstrucción permitiendo la migración de un lenguaje computacional a otro y/o el paso de un sistema tecnológico a otro.

Gerzso (2015) indica que, para este propósito, al menos se requieren dos componentes: en primer lugar, la partitura (independiente de cualquier tecnología) acompañada de instrucciones técnicas; y, en segundo lugar, una partitura que sirva como versión de referencia, adaptada a un programa computacional actualizado, el cual puede ir acompañado por muestras de audio, archivos de sonido, especificaciones de micrófonos, etc. Aunado a esto sugiere se integre una grabación de la obra supervisada por el compositor que funcione como muestra del resultado sonoro deseado.

Otro acercamiento a esta misma problemática es el realizado por Marc Battier (2004), quien señala que la música electroacústica se enfrenta a la pérdida no sólo de obras musicales sino también de documentos escritos, instrumentos, dispositivos, componentes electrónicos,

² En francés, *Realisateur en Informatique Musicale*, RIM. El término se refiere a una persona con habilidades duales, artísticas y técnicas, que realiza la parte electrónica de una pieza (en particular para la interpretación en vivo, pero también en el estudio), generalmente en colaboración con el compositor. (Zattra, 2013, 2018).

entre otros. En lo que respecta a la sustentabilidad y preservación de la música electroacústica con procesamiento de señal en vivo indica de manera acertada que “hay ciertas razones por las que un compositor elige usar un dispositivo o programa en una cierta forma” (Battier, 2004) en su música. Por tanto, para plantearse los mecanismos mediante los cuáles se asegurará la preservación de la obra musical y su posible migración a otro sistema tecnológico será necesario comprender las razones por las cuáles el compositor eligió una tecnología en particular por encima de otras.

Battier realiza unas tablas en las cuales enlista una serie de elementos que él mismo señala como típicos de las composiciones con sistemas digitales en tiempo real durante los años 80 del siglo pasado (Tabla 1). Estas listas, a su parecer, pueden servir como guía para la preservación de información útil para la interpretación de obras electroacústicas. Los elementos citados por Battier pueden resultar sumamente útiles si se aplicaran a la creación de un modelo para la composición de piezas electroacústicas, sin embargo él no va tan lejos pues no son esas sus pretensiones.

Tabla 1.
Elementos típicos de las obras con Live electronics en los años 80's

Computer	Type used at the first performance (to provide an example), speed, RAM memory size
Peripherals	Size of hard disks, other necessary peripherals
Audio acquisition and conversion	Number of channels, sampling rate
MIDI	Number of channels
Diffusion	Number of loudspeakers. Number of channels. Types of loudspeakers (stage, sub-bass, etc.). Set up in the performance hall.
Microphones	Number; types (contact, aerial, HF) and models used in the first performance
Effects	Compressors, limiters, equalisers, reverberation, harmonisers, etc. Precise description of models and versions for future reference.
Controllers	MIDI keyboard. Other MIDI controllers (faders). Pedals (switch or volume). Joysticks. Non-standard items (gloves, bodysuits).
Software	Name. Version used in the first performance. Platform and operating system under which the software runs. See Software environment in table 2.
Sampler	RAM memory size. Sample map. Voice settings (filter, pan, volume, envelope, etc.).

Nota. Tomada de “Electroacoustic Music Studies and the Danger of Loss” (p. 51), por Battier, M, 2004, *Organised Sound*, 9(1)

Un aproximamiento más es el realizado por Bonardi y Barthèlemy (2008) quienes consideran que las dificultades para reinterpretar las obras musicales basadas en módulos electrónicos radica en los vertiginosos cambios tecnológicos de nuestra época. Desde su perspectiva el problema de la sustentabilidad de la música electroacústica puede ser enfrentado desde cuatro vertientes: la preservación, la emulación, la migración y la virtualización³. Sus conclusiones son que mientras la preservación no es suficiente para resolver el problema de la sustentabilidad, la emulación y la migración lo logran pero, a su parecer, sólo de manera temporal. En cambio, ven en la virtualización la mejor alternativa para enfrentar y solucionar esta cuestión.

Algunos otros autores como Polfreman, Sheppard y Dearden (2005) han abordado este tema proveyendo estudios de casos en los cuales se reconstruyen obras del repertorio de música electroacústica. Sin embargo, estos estudios se enfocan en reconstruir tales obras musicales con tecnología actual sin tomar en cuenta el problema de la posible reconstrucción de esas piezas en el futuro.

Como se ha visto con los ejemplos anteriores, la composición de música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real enfrenta una importante problemática en lo que respecta a su preservación. Algunas obras de este tipo podrían estar en peligro de desaparecer en pocos años. Esto se debe a una serie de factores que se enlistan a continuación:

³ La preservación se refiere al cuidado y resguardo de este tipo de música por medio de grabaciones, *patches* informáticos y documentación sobre la obra en cuestión. La emulación hace referencia a la transferencia de una tecnología de hardware a un sistema de software con la finalidad de que ésta sustituya a la otra. La migración es el traslado de la tecnología empleada en una pieza a otro tipo de tecnología distinto. Finalmente, la virtualización es la descripción de módulos electrónicos mediante el empleo de abstracciones informáticas.

1. Un número considerable de obras electroacústicas están emparentadas a una tecnología en específico, tecnología que está vigente durante la creación de la obra. Pocas veces se escribe la obra pensando en que esa tecnología posiblemente será obsoleta con el paso del tiempo y que esto puede resultar en que la obra no pueda volver a interpretarse.
2. Derivado de lo anterior, es evidente que el factor tecnológico se pone por encima del musical, lo que deviene en obras dependientes de tal o cual tecnología.
3. No existe un modelo de notación estandarizado que contenga los elementos mínimos necesarios que sirvan para que la obra en cuestión pueda reconstruirse y reinterpretarse con un dispositivo electrónico distinto para el que fue concebida. Es decir, migrar de una plataforma a otra o de una tecnología a otra.
4. No hay un acuerdo respecto a los elementos extra (además de los establecidos en la partitura y hoja de indicaciones) que pueden servir en un futuro para facilitar la posible migración tecnológica de una obra y garantizar así su preservación, tales como diagramas de flujo, archivos de audio, especificaciones técnicas, glosarios, entre otros.

Es, a mi parecer, de vital importancia la investigación de este objeto de estudio en vías de la creación de un modelo que ayude a garantizar la preservación, reconstrucción y reinterpretación de obras de música electroacústica en el futuro.

1.3 Documentación de la música electroacústica

1.3.1 Sobre la documentación de una composición electroacústica

Una de las preguntas fundamentales que se deben hacer en torno a la preservación de las obras electroacústicas es qué tipo de documentación debe acompañar a la partitura. “Cualquiera que se dedique a reproducir música electrónica con tecnologías informáticas conoce la importancia de la documentación. Cada pieza musical concreta puede tener su propia documentación específica” (Lemouton, Bonardi, Pottier y Warnier, 2019, p. 41). La documentación de las obras electroacústicas ha sido pocas veces un objeto de estudio que se tome en cuenta y la investigación al respecto es mínima (Lemouton, et al., 2019). Si bien en las últimas dos décadas se han incrementado los estudios sobre la conservación y preservación de obras que emplean elementos tecnológicos (análogos o digitales), el tema de la documentación que debe acompañar a la partitura y al dispositivo electrónico se ha abordado en menor medida. En el ámbito musical actual se tiene claro qué debe hacerse para preservar una partitura musical por compleja que sea, cómo publicarla, reeditarla, etc., “pero ¿qué pasa con las cosas que no se pueden imprimir, como archivos multimedia, instalaciones interactivas, actuaciones de codificación en vivo e incluso arte *web*, formas de arte actuales que interactúan con *big data*, archivos en la nube? Ahora nos estamos dando cuenta de que esta desmaterialización progresiva del medio que transmite información musical produce graves problemas de conservación” (Lemouton et al., 2019, p. 41).

Los compositores, intérpretes, curadores, programadores, técnicos, archivistas y un largo etcétera de actores involucrados en la creación, programación, interpretación, reinterpretación y preservación de obras electroacústicas son, en cierta medida, conscientes de la importancia que tiene la correcta documentación de las piezas. Si se cuenta con la documentación adecuada es posible llevar a cabo cada una de las etapas en la vida de una

obra de este tipo, asegurar no únicamente su estreno, sino también su reinterpretación y pervivencia.

Cuando se lleva a cabo la tarea de interpretar una obra que requiere del empleo de alguna tecnología en particular se requieren distintos tipos de información. A diferencia de lo que ocurre con una obra convencional en la que, por lo general, basta con la partitura para su interpretación, en una obra electroacústica se echa mano de otro tipo de documentos, los cuales pueden incrementarse cuanto más compleja sea la obra. Manuales técnicos, especificaciones técnicas, diagramas de interconexión de dispositivos, archivos de audio y video, imágenes, entre otros, son una muestra de la clase de documentos que suelen acompañar a la partitura de la obra, con información necesaria para que la obra pueda interpretarse. Sin embargo, tal documentación varía de obra en obra, está poco estructurada, no hay una estandarización al respecto y, en algunos casos, se presenta de manera incompleta. Por otro lado, aunque se proporcione la información suficiente para la interpretación de la pieza musical, en muchos casos, no se provee información útil para la potencial migración tecnológica de la obra, es decir, es información que en algún punto resultará obsoleta.

A diferencia de la partitura convencional —que tiene como medio principal de transmisión y conservación el papel, el cual, por otro lado, ha demostrado ser un vehículo efectivo y confiable para la conservación de las obras musicales de ese tipo—, las composiciones electroacústicas emplean distintas clases de almacenamiento de datos y éstos, a menudo, no se incluyen junto con la partitura. La documentación de las obras electroacústicas es muy heterogénea; no consiste solo en documentos de texto. “Pueden encontrarse dibujos, diagramas, tablas, archivos de sonido, imágenes, etc. Esta naturaleza heterogénea tiene algunas consecuencias para las posibilidades de almacenamiento y conservación, y debe tenerse en cuenta al diseñar un repositorio digital” (Lemouton, et al. (2018, p. 42).

En ausencia de una sistematización en lo referente a la documentación de estas obras, la pervivencia de este repertorio depende en gran medida de la intervención del compositor –y de otros actores involucrados– para proveer la información necesaria –en ocasiones incluso de manera oral–, y en ausencia de éstos, la reinterpretación y preservación de la pieza puede verse fuertemente comprometida.

Entonces, ¿qué tipo de documentos deben acompañar a la partitura de una obra electroacústica con procesos en vivo? ¿durante cuánto tiempo es válida dicha documentación?, es decir, ¿es posible que la documentación proporcionada deje de servir en algún punto? En lo que respecta a esta última pregunta Lemouton, et al. (2018, p. 42) indican que “debido a la obsolescencia funcional, la documentación tiene que responder a la pregunta, ‘¿qué hacemos cuando deja de funcionar?’ ”. Si esto es susceptible – que la documentación que acompañaba originalmente a la pieza musical pierda utilidad–, ¿es posible preverse y prevenirse? ¿se pueden establecer los elementos mínimos que permitan que la obra siga viva en el futuro? Sin duda, las preguntas anteriores son pertinentes y deben ser respondidas si se aspira a proponer un modelo de documentación útil que acompañe a una partitura de obra electroacústica para favorecer su reinterpretación y preservación.

1.3.2 Proyectos de documentación de obras electroacústicas

En décadas pasadas (1980–2020) han surgido proyectos que, con diferentes objetivos, distintas metodologías y desde diversas perspectivas han tenido como principal preocupación la documentación, catalogación y conservación de archivos digitales, entre los que se incluye la música electroacústica. Bonardi, A., Bonardi, A., Pottier, L., Warnier, J. y Lemouton, S., (2020) han realizado un importante trabajo rastreando y revisando los proyectos más

sobresalientes que se han llevado a cabo a nivel internacional (Tabla, 2)⁴. A continuación, se mencionan algunos de los más significativos:

InterPARES 2 (International Research on Permanent Authentic Records in Electronic Systems, 2000-2007). Los objetivos del proyecto fueron desarrollar y articular los conceptos, principios, criterios y métodos que pudieran garantizar la creación, el mantenimiento y la conservación de registros digitales auténticos, precisos y confiables. Su enfoque, en cuanto a archivos musicales, estuvo dirigido mayormente a la conservación de grabaciones.

Mustica. El proyecto surgió como una colaboración entre IRCAM y GRM/INA en 2004, estuvo compuesto por un equipo internacional de archivistas, científicos de la información y musicólogos que buscaron desarrollar herramientas para guiar la conservación y presentación de composiciones musicales digitales interactivas de acuerdo con los estándares y estrategias para la conservación de registros electrónicos, según lo definido por InterPARES 2 (Bachimont, et al 2003; Douglas, 2007, Sirven, 2004).

Proporcionó acceso a muchas fuentes de información: una documentación en PDF generada sobre la marcha (incluyendo el patch principal, la implementación de los altavoces, la configuración de audio-MIDI), extractos de audio generalmente en formato MP3, páginas de la base de datos BRAHMS sobre el compositor y la obra (Lemouton, et al. 2019, p. 3).

Fue sustituido en 2009 por el proyecto Sydney

CASPAR (Cultural, Artistic and Scientific knowledge for Preservation, Access and Retrieval). Fue un proyecto iniciado en los Estados Unidos en 2006, apoyado y financiado

⁴ El archivo original puede consultarse en línea en el siguiente enlace: <https://slemouton.github.io/antony-docs/>

por distintas instituciones internacionales entre las que se puede mencionar al INA-GRM, IRCAM, la UNESCO y socios comerciales como Asemantics, IBM, entre otros. El proyecto se enfocó en la preservación de archivos digitales mediante la virtualización, produciendo “componentes de infraestructura clave para apoyar la preservación digital de la información codificada digitalmente...y validar esta infraestructura, es decir, si el proyecto puede ofrecer pruebas de que las herramientas y técnicas que se consideran eficaces para la preservación digital” (Giaretta, 2008, p. 114). Como mencionan Bonardi, et al. (2008) en el marco del proyecto se evaluaron

varias estrategias para hacer frente a los requisitos de sostenibilidad y rendimiento. Por un lado, la forma más sencilla de hacer que una obra artística sea susceptible de reproducirse es mantener seguro todo lo que se utilizó en la primera interpretación, incluyendo los conocimientos para lograr ese propósito. Esta estrategia conduce a la institución de una especie de "museo de obras artísticas" y necesita todos los cuidados relacionados (p. 107).

El proyecto se dio por finalizado en 2009.

Sydney. Es la evolución de Mustica, más que a un proyecto de documentación, corresponde a una base de datos en línea en la que se almacena toda la información necesaria para interpretar las obras creadas en el IRCAM. Se encuentra alojada dentro de una base de datos aún mayor, BRAHMS, un esfuerzo del IRCAM por documentar las obras musicales creadas posteriormente a 1945. En Sydney no se almacena únicamente la obra musical sino todas las versiones derivadas de esta, con particular interés en el componente tecnológico. Lemouton (2019) menciona que la razón principal de esto es que al encontrarnos “un contexto tecnológico que evoluciona a un ritmo muy rápido, no es posible conservar una obra como tal, simplemente porque cada nueva interpretación con tiempo real o sistemas interactivos requiere actualizaciones o modificaciones” (p. 4).

Petals. Corresponde a un repositorio digital en línea desarrollado por Jean-Baptiste Barrière destinado a desarrollar y actualizar la programación de los procesos electrónicos empleados en la obra de Kaija Saariaho. Barrière digitalizó todos los dispositivos de las piezas electroacústicas de la compositora empleando el software Max, integrando los procesos, el sistema de espacialización y los sistemas de control en aplicaciones *standalone* que se ponen a disposición del público para su descarga. Adicionalmente, proporciona en la página web información técnica para la interpretación de las obras. El sitio se mantiene actualizado de tal manera que se puede acceder a las versiones más recientes de los *patches* de cada una de las obras alojadas.

IDEAMA (International Digital Electroacoustic Music Archive). Este proyecto fue iniciado en 1988 en el CCRMA (Center for Computer Research in Music and Acoustics) en la Universidad de Stanford. “fue concebido como un archivo ‘totalmente digital’ para preservar la música electroacústica compuesta hasta aproximadamente 1970” (Goebel, 2001). Tenía como objetivo preservar las obras electroacústicas más importantes del mundo y hacerlas accesibles al público a través de una plataforma digital. (*IDEAMA | 1988 | ZKM*, s. f.)

). Consistió en una colección de grabaciones cuya base de datos llegó a contar con más de 700 obras, conteniendo información sobre las piezas, su autor, el año de creación y descripciones de las obras.

Los proyectos mencionados se enfocan mayormente en la preservación de archivos preexistentes y de los mecanismos mediante los cuales se puede hacer accesible la documentación involucrada para conservar la memoria artística y cultural. Aquellos que se enfocan en la música, se preocupan principalmente en el registro –documental o sonoro, análogo o digital– de las obras e interpretaciones –preexistentes– y de los materiales relacionados con ellas –programas de mano, *booklets*, reseñas, documentación técnica,

patches—. Sin embargo, prácticamente ninguno se ha preocupado por la conservación desde una perspectiva sustentable, es decir, documentar los elementos necesarios para que la obra no sólo se preserve a manera de registro, sino que pueda reconstruirse o adaptarse a partir de las tecnologías que puedan surgir en el futuro. Un enfoque como este es necesario, dada la gravedad que implica la obsolescencia tecnológica y la importancia que los diversos proyectos e investigadores le han otorgado al tema de la conservación de archivos musicales.

Tabla 2

Proyectos de documentación, conservación y archivo alrededor del mundo

Nombre	Institución	Ciudad	Personas	Estado	Internet	Fecha de inicio	Fecha de término
Seamus	Society for Electroacoustic Music	USA		funcionando	https://www.seamusonline.org	1984	
IDEAMA	CCRMA + ZKM	Stanford Karlsruhe		funcionando	https://ccrma.stanford.edu/CCRMA/newOverview/pasthistorical.html	1990	1996
Pdrp	U of San Diego	San Diego	Miller Puckette	activo	http://msp.ucsd.edu/pdrp/pdrp-06/doc/	2003	2009
Mustica	Ircam	Paris	Bertrand Cheret	reemplazado	http://www.dcc.ac.uk/resources/external/mustica	2004	2009
Caspar	Ina	Paris	Daniel Teruggi	finalizado	https://www.ina-expert.com/projets-de-recherche/caspar.html www.casparpreserves.eu	2006	2009
Digitice	International Contemporary y Ensemble	New York		activo	https://digitice.org/digitice	2008	
Sidney	Ircam	Paris	Serge Lemouton	activo	www.brahms.ircam.fr	2008	
TaCEM		Huddersfield	Michael Clarke, Frederic Dufeu		https://research.hud.ac.uk/institutes-centres/tacem/casestudies/	2012	2015
SEDA	ZKM	Karlsruhe			http://dspace.mediaartbase.com	2017	2018
Notam		Oslo	Joran Rudi			2018	
PPEAM	ICST	Zurich	Toro-Pérez Germán <german.toro-perez@zhdk.ch>	en curso	http://ppeam.zhdk.ch	2018	
Archiverlepresent	Paris 8	Paris			www.archiverlepresent.org		
Barry Truax	Simon Fraser U	Vancouver			http://www.sfu.ca/sonic-studio/WSPDatabase/AnalysisDVD/index2.html		
EAMM	New York U	New York	Tae Hong Park				
EMS ARCHIVE	Experimental Music Studio	Illinois	David M. Luftig		https://www.seamusonline.org/an-evaluation-of-the-university-of-illinois-ems-archive/		
GMEB		Bourges					
Jean-Claude Risset		Paris					
Saariaho		Paris	Jean-Baptiste Barriere	funcionando	http://www.petals.org/Saariaho/Electronics.html		
EARS	De Montfort U	Leicester	Leigh Landy		http://www.ears.dmu.ac.uk	2001	

Nota: Adaptado de “Présentation du groupe de travail AFIM ‘Archivage collaboratif et préservation créative’”. *Journées d’Informatique Musicale*, p. 13, por Bonardi, et al., 2018.

Estos y otros proyectos de conservación de música electroacústica constituyen antecedentes valiosos que aportan información importante para este trabajo académico en términos de clasificación, registros digitales, archivos y herramientas de preservación, entre otros.

Capítulo 2

Justificación del proyecto

Consciente de la importancia que representa hoy en día la creación musical con nuevas tecnologías, así como de lo importante que es asegurar el futuro de este tipo de obras musicales, el presente estudio tiene repercusión directa sobre el campo de la composición musical, aportando información útil que servirá como punto de partida en la creación de un modelo compositivo que ayude a la sustentabilidad y preservación este tipo de composiciones. Asimismo, contribuirá a la reflexión y acción sobre el quehacer compositivo y su relación con el campo de las nuevas tecnologías.

El presente estudio se circunscribe a las obras mixtas de música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real.

2.1 Objetivos

Objetivo general:

Proponer un modelo compositivo en el que se integren los elementos mínimos necesarios que ayuden a la creación de composiciones electroacústicas sustentables, asegurando de esta manera su reinterpretación, preservación y su posible migración a otros sistemas tecnológicos.

Objetivos específicos:

1. Mostrar la importancia y pertinencia de un modelo compositivo que garantice la sustentabilidad de las composiciones electroacústicas.

2. Identificar dentro del repertorio de música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real ejemplos de obras que en su concepción presenten elementos que, en mayor o menor grado, coadyuven a su posible reinterpretación y preservación.
3. Evaluar cuáles de los elementos identificados en el repertorio antes mencionado pueden servir para configurar un modelo estandarizado aplicable a nuevas composiciones electroacústicas.
4. Crear una obra electroacústica en la que se aplique el modelo compositivo resultante de la investigación.
5. Para la obra antes mencionada, realizar su migración desde la plataforma tecnológica para la que se escriba originalmente a otras dos plataformas distintas.
6. Evaluar la efectividad del modelo compositivo propuesto para su validación final.

2.2 Preguntas de investigación

A partir del planteamiento anterior es necesario formular algunas preguntas fundamentales con miras a proponer una eventual solución a esta problemática:

1. ¿Es posible escribir música electroacústica que no esté supeditada a una tecnología en particular sino que, desde la concepción de la obra, se pueda plantear la posibilidad de emplear distintas plataformas tecnológicas para su interpretación y que en cada caso se obtenga un mismo resultado sonoro?

2. ¿En qué forma repercutirá esto en la elección del tipo de herramientas tecnológicas a emplearse para la composición de la obra?

3. Los compositores de música electroacústica ¿emplean elementos extra –a la partitura– que permitan la migración tecnológica de sus obras? Si es así, ¿qué elementos son?

4. ¿Existen, en el repertorio de música electroacústica, ejemplos de obras que en su configuración integren elementos extra a la partitura que contribuyan de manera significativa a la sustentabilidad de las mismas?

5. Si las hay ¿es posible encontrar en ellas un mínimo común de elementos compartidos que puedan emplearse para formular un modelo en vías de la preservación y sustentabilidad de este tipo de obras?

2.3 Hipótesis

En mi opinión, los planteamientos y preguntas anteriores son pertinentes y necesarios si se aspira a proponer una solución a la cuestión de la sustentabilidad de las obras electroacústicas actuales. Con el propósito de dar respuesta a la problemática expuesta y con miras a alcanzar los objetivos de investigación planteados en el presente documento, se formula la siguiente hipótesis:

Es posible establecer un modelo de configuración de obra electroacústica en el que se integren los elementos mínimos necesarios que ayuden a la creación de composiciones

sustentables, asegurando de esta manera su reinterpretación, preservación y su posible adaptación y/o migración –presente o futura– a otros sistemas tecnológicos.

Con el propósito de establecer un punto de partida y esbozar un camino que apunte hacia la configuración de tal modelo, considero que las siguientes acciones pudieran señalar un itinerario tentativo:

1. Revisar los estudios previos de investigadores que han abordado la problemática en cuestión, con el fin de analizar los resultados obtenidos por ellos, en busca de puntos de convergencia que sirvan como guía para el resto de la investigación.

2. Identificar dentro del repertorio de música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real obras que en su concepción presenten elementos que, en mayor o menor grado, contribuyan a su posible reinterpretación y preservación.

3. Determinar cuáles de los elementos identificados en el repertorio antes mencionado pueden servir para configurar un modelo estandarizado aplicable a nuevas composiciones electroacústicas.

4. Estimar si con los resultados obtenidos hasta este momento en la investigación es posible o no establecer un modelo que sirva para configurar obras electroacústicas sustentables.

5. Finalmente, mediante la aplicación práctica del modelo propuesto realizar su evaluación para su posible validación y/o nuevos planteamientos.

Capítulo 3

Metodología

Como metodología de investigación se proponen tres diferentes estudios, cada uno con un enfoque particular y centrados en un aspecto distinto alrededor de la documentación, preservación y sustentabilidad de las obras electroacústicas con procesamiento de señal en vivo.

3.1 Estudio 1. Investigación sobre descriptores de obras

3.1.1 Generalidades

Este primer estudio plantea una revisión documental –de partituras de obras electroacústicas y su respectiva documentación–, para identificar los elementos que más comúnmente se emplean en la configuración de la documentación de una composición de este tipo. Para lograr esto se empleó un procedimiento tomado de la archivística: la descripción documental. Se puede “definir descripción como aquel proceso que busca transmitir la información y los rasgos más sobresalientes presentes en un documento a través de una idea general, producto del análisis y la síntesis, que nos permitirá ver sus partes o propiedades por medio de palabras y términos normalizados” (Cabezas, 2000, párr. 5).

De esta manera, se buscaron en las obras las características más relevantes que permitieran describir los elementos involucrados con relación al componente tecnológico y su documentación. Esto ha permitido conocer mejor cada una de las piezas y determinar sus características internas y externas más importantes para posteriormente obtener datos que

puedan analizarse y contrastarse y así evaluar como cada uno de los elementos descritos se relacionan con una composición de esta clase.

3.1.2 Selección y revisión de las obras

Como punto de partida para este estudio, se realizó una búsqueda de obras electroacústicas en distintas fuentes: bases de datos, catálogos de obras, archivos electrónicos, etc., enfocándose principalmente en obras que emplearan *live electronics*. De esta manera, se generó un listado de alrededor de 200 piezas con las características anteriores (Ver anexo X). Posteriormente, se buscaron las partituras y documentación del mayor número de obras pertenecientes al listado. Así, se pudo tener acceso a un número considerable de estas piezas –alrededor de 110 partituras, ya en su formato digital o físico–. Sin embargo, en lo que respecta a la documentación se logró encontrar información para un número menor de composiciones, específicamente para 70 de las obras del listado.

Lo anterior se debió principalmente a que, en un buen número de los casos, la documentación de la obra –si es que la tiene–, no se publica junto con la partitura. En otros casos, los elementos de documentación deben solicitarse a la editorial que publica la obra, para lo cual debe adquirirse mediante un costo monetario. Sin embargo, se pudo acceder a la información de un buen número de piezas en catálogos en línea, páginas web de los compositores, artículos de investigación y, por supuesto, en las partituras que proporcionaban datos al respecto.

Posteriormente, se realizó la revisión de las 70 obras que contaban con partitura y documentación para determinar los descriptores relacionados con el componente tecnológico

y su documentación. Para cada una de las obras se elaboró una tabla con los elementos tecnológicos involucrados en ellas (Tabla 3)⁵.

Tabla 3.

Ejemplo de una tabla descriptiva de los elementos tecnológicos involucrados en la obra.

Obra	Tenebrae	Compositor	Matthias Pintscher
Año	2001	Dotación	Viola, ensamble y electrónica en tiempo real
Equipo de audio	Mezcladora 10 in, 4 aux, 2 out Reproductor de CD Eventide H3000 S (armonizador) Lexicon MPX 1 (multiefectos) Lexicon PCM 70/90 TC Electronics M 3000		
Difusión	Sistema estéreo		
Micrófonos	2 micrófonos de condensador		
Diagramas	Diagrama de interconexiones		
Ajustes de los procesos	Tablas pormenorizadas de los ajustes (programación) de cada procesador y sus efectos		
Accionamiento	Indicaciones específicas en las partituras de la entrada de los procesos en vivo		

Una vez completadas las tablas se procedió a identificar los descriptores de cada uno de los elementos de documentación relacionados con el componente tecnológico, de la manera más exhaustiva posible e intentando que los descriptores comprendiesen los elementos que fueran comunes y así el listado final fuera limitado pero abarcador. De esta manera se establecieron los siguientes descriptores, derivados de la revisión de las obras en cuestión (Tabla 4).

⁵ Las tablas específicas para cada obra pueden consultarse en el Apéndice 1.

Tabla 4.

Descriptores

Descriptores
Interfaz gráfica
Hardware
Controladores
Sistema de difusión
Espacialización
Micrófonos
Procesos electrónicos
Software
Diagramas de flujo
Representación gráfica de la electrónica
Ajustes generales de los procesos
Comportamiento de los procesos
Alternativas de dispositivo
Indicaciones de accionamiento de procesos
Indicaciones de accionamiento de las secuencias
Archivos de audio
Grabación del resultado sonoro deseado
Instrumentos electrónicos

Adicionalmente, se ha realizado una tabla general en la que pueden verse cada uno de los descriptores y en cuáles de las piezas están presentes (Tabla 5). Esta tabla ha servido para obtener información estadística sobre el empleo de los distintos elementos de documentación en las obras revisadas⁶.

⁶ La tabla puede verse detalladamente en el apéndice 1 de este documento.

Tabla 5.

Tabla general de descriptores

Orden	Compositor	Alto	Diseño	Interfaz gráfica (computadora, etc.)	Hardware (equipo de audio)	Controladores	Diagrama de flujo	Representación de la grafía electrónica	Indicación de ajuste de los procesos	Indicación de comportamiento de los procesos	Alternativas de dispositivos electrónicos	Indicación de entrada de los procesos	Archivos de audio (soporte fijo, samples, secuencias etc)	Muestra grabada del resultado sonoro de audio	Instrumentos electrónicos
1	Frankford Field	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
2	Dixie terre	2003	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
3	Adyaya	1994	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
4	Earth and heart dances	1997	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
5	Imbabae	2001	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
6	Luf	1990	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
7	Omungo	1986	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
8	Time and Motion	1990	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
9	Ampoos	1990	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
10	Gales	1991	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
11	Soliel Noir	1995	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
12	Verdehiler	1995	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
13	Winter fragments	2000	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
14	Merton	2002	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
15	Com	2002	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
16	Con map	2012	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
17	Holla	1994	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
18	Noahoa	1998	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
19	Vent Nocturne	2007	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
20	Peak	1988	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
21	Ofanin	1997	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
22	Traces I	2004	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
23	Traces II	2004	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
24	Traces IV	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
25	Traces V	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
26	Traces VI	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
27	Traces VII	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
28	Lichtung	1992	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
29	Lichtung II	1992	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
30	Stroppa	2001	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
31	Shahira	2001	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
32	A Pierre	1985	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
33	Jul - II	2001	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
34	Jul - III	2001	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
35	Lichtbogen	1986	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
36	Dans le mur	2007	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
37	Designations	1982	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
38	Chang	1989	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
39	Diagon con macedao	1989	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
40	Montage-Abichal	1991	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
41	Amokkoma	2001	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
42	Fantôme Quiemerque	2010	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
43	Happend	2007	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
44	Urt Galasete	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
45	Amor	1981	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
46	Die Amendeckelstein	1981	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
47	Kaff	1985	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
48	Post Praxidulum per Bonau	1987	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
49	Quando stanno morendo	1982	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
50	Ripons	1980	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
51	ResonancePranti	1986	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
52	En-Schattenger	1994	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
53	NeuroMortaton Tamme	1991	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
54	NeuroMortaton Tamme	1991	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
55	Fris	1994	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
56	Spades of blank	2007	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
57	Spakage	2008	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
58	Strechauerret	1988	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
59	Synchronis No. 1	2003	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
60	Synchronis No. 11	2003	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
61	Widderbart	2003	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
62	Widderbart	2003	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
63	Widderbart	2004	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
64	Time and Motion Study II	1996	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
65	Traces Couleurs du soleil louché	1980	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
66	Koma	1996	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
67	Wunder	1996	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
68	Wunder	1996	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
69	Wunder	1996	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
70	Reared roads	2005	Instrumentos solo y de electrónica	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

3.1.3 Resultados

A partir de la tabla general de descriptores se realizaron algunos procedimientos estadísticos para obtener datos que pudieran ser relevantes para comprender de una manera más certera las relaciones entre las obras y los descriptores.

Tabulación cruzada de datos. Este procedimiento corresponde a un modelo estadístico –generalmente plasmado en tablas compuestas por filas y columnas–, que permite analizar y medir la interacción entre dos variables. Lo anterior posibilita la identificación de distintas tendencias y correlaciones entre las variables empleadas en el estudio en cuestión. Este análisis se realizó para observar principalmente de qué manera se correlacionan los descriptores con las obras revisadas de acuerdo con su dotación. Para cada una de estas tablas se elaboró una gráfica que permite visualizar de manera más clara los datos obtenidos. A continuación, se muestra un ejemplo de una tabla (Tabla 6) y su gráfica correspondiente (Figura 1):

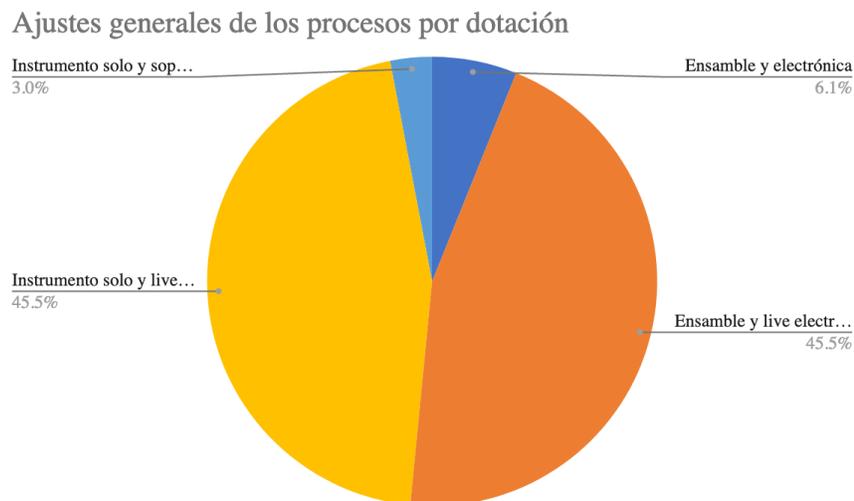
Tabla 6.

Tabla cruzada, dotación vs. ajustes de los procesos

		Descriptor		Total
		Ajustes generales de los procesos		
		0 No	1 Sí	
Dotación	Ensamble y electrónica	16.20%	6.10%	11.40%
	Ensamble y live electronics	24.30%	45.50%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	10.80%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	21.60%	45.50%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	8.10%	3.00%	5.70%
	Orquesta y electrónica	8.10%		4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	10.80%		5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Figura 1.

Gráfica de ajustes de los procesos por dotación



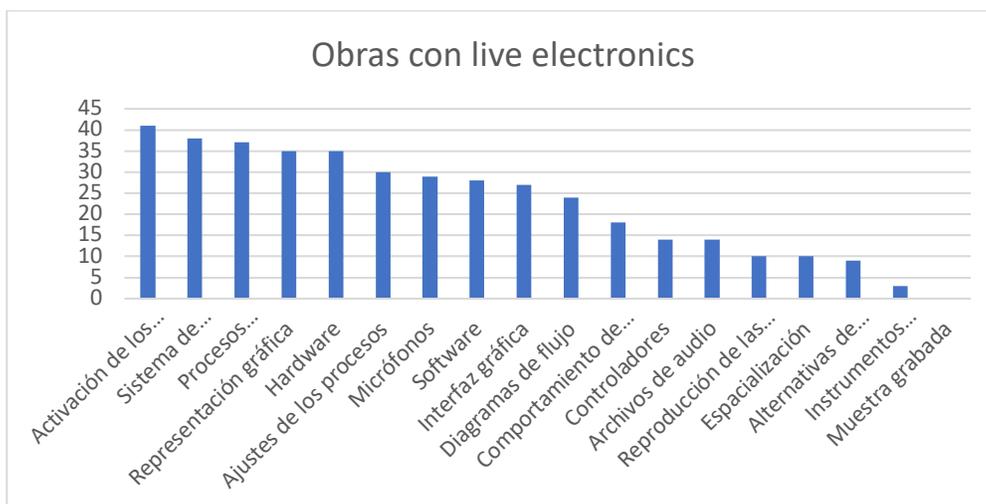
En la tabla anterior y en su gráfica correspondiente, se puede observar la correlación entre las distintas dotaciones y un descriptor en particular. Puede advertirse que los porcentajes mayores de obras que incluyen en su documentación una descripción de los ajustes generales de los procesos electrónicos corresponde a las obras con *Live electronics*.

Un análisis similar se ha efectuado para cada uno de los descriptores de obra electroacústica con relación a las distintas dotaciones revisadas para determinar cuáles de ellos están más presentes en las piezas con procesamiento de señal en tiempo real⁷. Así, se ha encontrado que, en las obras con *live electronics* revisadas en el estudio, los elementos más frecuentes son los siguientes (Figura 2):

⁷ Las tablas y gráficas empleadas para este estudio pueden verse en el apéndice 2.

Figura 2.

Recurrencia de descriptores en las obras con live electronics



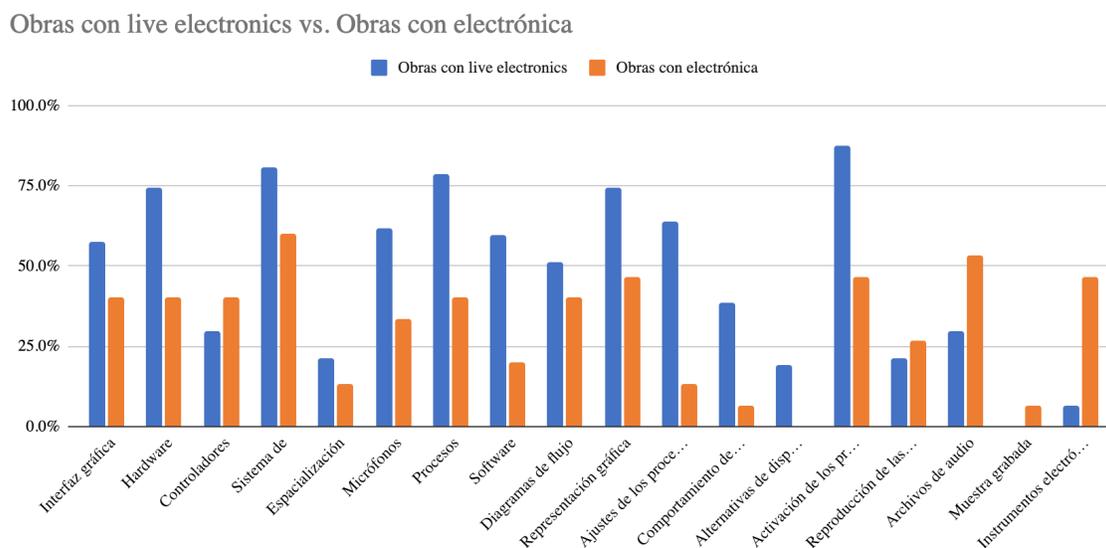
La información anterior proporciona datos valiosos para establecer una organización que tome en cuenta la recurrencia con que aparecen los descriptores en la tabla general. Es evidente que los elementos relacionados con el procesamiento de señal se encuentran con más frecuencia en las obras (activación de los procesos, tipo de procesamiento, representación gráfica y ajustes de los procesos, etc.). Es primordial prestar atención a estos datos pues demuestran que ciertos elementos son empleados con mayor regularidad y esto podría ser significativo para establecer cuáles de ellos pudieran ser más necesarios en la configuración de una obra de estas características.

Asimismo, esta información se contrastó con la obtenida de la revisión de obras con electrónica en general –sin procesamiento de señal en vivo–, para analizar las correspondencias y diferencias entre ambos tipos de composiciones. Se puede observar que, proporcionalmente, la mayoría de los descriptores están más presentes en obras con *live electronics*. Esto podría ser indicador de que estos descriptores –los que aparecen más–, sean los más empleados en este tipo de piezas y, por tanto, podrían tener cierta relevancia para la

configuración de un modelo que favorezca la sustentabilidad de las obras. Sin embargo, esta información debe contrastarse con el resto de los estudios realizados.

Figura 3.

Tabla comparativa de recurrencia de elementos.



Análisis de clústeres jerárquicos. Posteriormente, se realizó un análisis de clústeres jerárquicos, también conocido como de conglomerados. Se trata de una técnica estadística “que sirve para poder detectar y describir subgrupos de sujetos o variables homogéneas en función de los valores observados dentro de un conjunto aparentemente heterogéneo” (Baños et al., 2014).

Este procedimiento intenta identificar grupos relativamente homogéneos de casos (o de variables) basándose en las características seleccionadas, mediante un algoritmo que comienza con cada caso (o cada variable) en un clúster diferente y combina los clústeres hasta que sólo queda uno. Es posible analizar las variables brutas o elegir de entre una variedad de transformaciones de estandarización. Las medidas de distancia

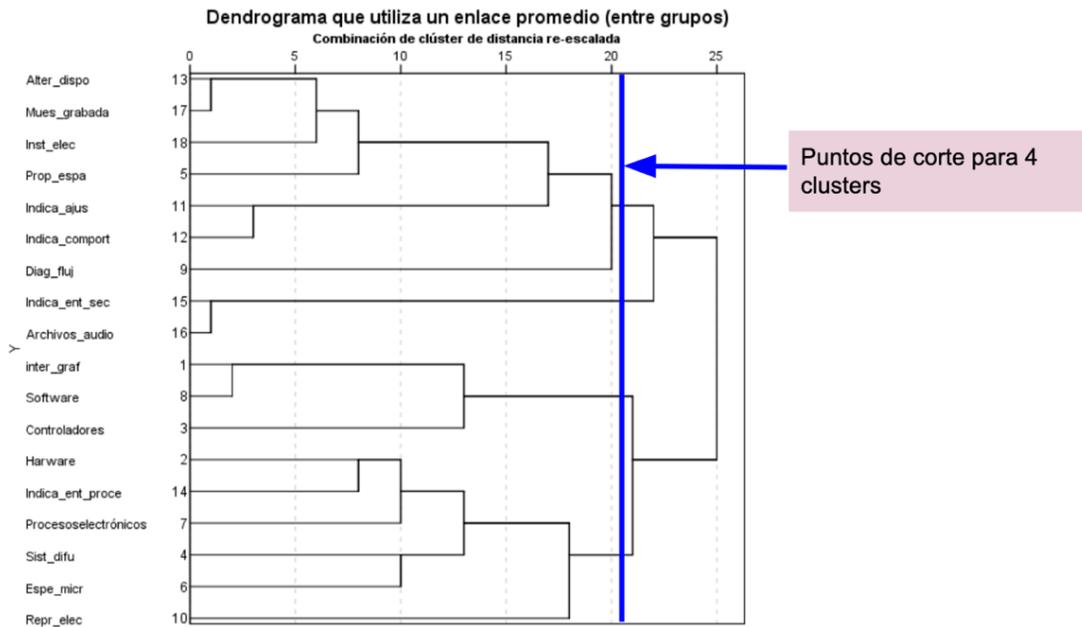
o similitud se generan mediante el procedimiento Proximidades. Los estadísticos se muestran en cada etapa para ayudar a seleccionar la mejor solución (*IBM documentation, s. f.*).

Este análisis permite agrupar los descriptores –y por tanto los elementos de documentación presentes en las obras–, en bloques de acuerdo con las similitudes numéricas encontradas en los datos proporcionados y es útil para establecer categorías y jerarquías entre los distintos componentes.

Al aplicar el procedimiento anterior a la tabla general de descriptores se obtuvo el siguiente dendograma⁸ (Figura 4):

Figura 4.

Dendograma, clústeres para descriptores



⁸ “Un dendrograma es un tipo de diagrama de árbol que muestra la agrupación jerárquica, es decir, las relaciones entre conjuntos de datos similares. Se utilizan con frecuencia en biología para mostrar la agrupación entre genes o muestras, pero pueden representar cualquier tipo de datos agrupados” (Stephanie, s.f).

En la figura anterior puede observarse que el análisis agrupa los descriptores en distintos conglomerados, lo cual permite visualizar grupos de elementos relativamente homogéneos. De esta manera puede verse cómo algunos de los descriptores se encuentran más relacionados entre sí en las obras revisadas. Por ejemplo, de acuerdo con la información resultante, una obra que emplea archivos de audio –*samples*, secuencias, etc.– también proporciona indicaciones del momento en que deben reproducirse dichos archivos. Esto puede afirmarse por el hecho de que en el mismo conglomerado se encuentran agrupados estos dos descriptores.

La información vertida en la Figura 2 puede verse con mayor claridad en la siguiente tabla que muestra los cuatro grupos con los descriptores que los conforman (Tabla 7).

Tabla 7.

Agrupación de descriptores en cuatro clústeres.

	Variables
Clúster 1	Alternativas de dispositivo electrónico
	Diagramas de flujo
	Indicaciones de ajustes generales de los procesos
	Indicaciones de comportamiento de los procesos
	Instrumentos electrónicos
	Muestra grabada del resultado sonoro deseado
	Propuesta de espacialización
Clúster 2	Archivos de audio (soporte fijo, samples, etc.)
	Indicaciones de entrada de las secuencias
Clúster 3	Controladores
	Interfaz gráfica (computadora, táctil, etc.)
	Software
Clúster 4	Especificaciones de micrófonos
	Hardware (equipo de audio)
	Indicaciones de entrada de los procesos
	Procesos electrónicos
	Representación gráfica de la electrónica
	Sistema de difusión

Los puntos de corte en el dendograma pueden establecerse para agrupar las variables en un mayor número de conglomerados (5, 7, etc.) y de esta manera se pueden encontrar grupos más definidos que presenten correspondencias entre sus elementos, así, esta información puede resultar valiosa para establecer categorías con respecto a las similitudes entre ellos.

3.2 Estudio 2. Investigación sobre proyectos de documentación

3.2.1 Generalidades

En la hipótesis de este trabajo de investigación se plantea que es posible establecer un modelo en el que se proponga el tipo de documentación que debe acompañar a la partitura de una composición electroacústica para favorecer la potencial migración tecnológica, así como la preservación de la obra. La propuesta de documentación debe hacerse desde una perspectiva de lo sustentable, es decir, apuntar hacia soportes duraderos, confiables, que garanticen la integridad y la inteligibilidad de la información contenida. Asimismo, la documentación debe buscar referirse al componente tecnológico sin relación a una tecnología específica.

Boutard (2013) menciona que “la relación entre la preservación de obras musicales que involucran tecnologías electroacústicas y su documentación ha sido establecida desde hace mucho tiempo [...] pero, ¿con base en qué documentación deberíamos abordar su conservación?” (p. 68). Es esta una pregunta fundamental a la que es necesario responder mediante este estudio, pero no únicamente pensando en la conservación de la obra sino también en su posible actualización y migración tecnológica. Es preciso revisar los proyectos que se han realizado con anterioridad relativos a la documentación de las composiciones

electroacústicas con el fin de encontrar los elementos en común, analizar su pertinencia y, de esta manera, fijar un punto de partida hacia la configuración de un modelo.

3.2.2 Componentes de los proyectos de documentación revisados

En lo que respecta a esta investigación se han elegido como referencia y para su revisión proyectos en los cuales se pretende no sólo archivar la documentación con el fin de catalogar y conservar las obras, sino aquellos que en cierta medida buscan proporcionar información enfocada en la eventual reinterpretación de las obras y su posible adaptabilidad/portabilidad o migración tecnológica.

Los cuadernos de operaciones del IRCAM. Uno de los primeros esfuerzos llevados a cabo para organizar de una manera precisa la documentación que acompaña a una pieza electroacústica fue realizado por Marc Battier en los años 90 del siglo pasado, en el IRCAM. Los llamados *Cahiers d'exploitation* (cuadernos de operaciones) y *Cahiers d'analyse* (cuadernos de análisis). En ellos pueden encontrarse “descripciones precisas de cómo debe sonar una pieza y cómo se hace sonar según lo previsto.” (Lemouton et al., 2019, p. 42). Tales cuadernos, junto con otra información útil puede encontrarse en la base de datos Sidney en el IRCAM, la cual “ofrece un modelo de un entorno que permite la contribución colectiva a la conservación de la música electrónica” (Lemouton et al., 2019, 42).

De esta manera, la documentación que acompaña a una obra electroacústica puede ser descriptiva o prescriptiva.

Puede ser una descripción de cómo debe sonar la pieza y cómo está construida, o una lista paso a paso de instrucciones que le dicen al músico electrónico cómo preparar la

configuración completa y realizar la obra. Estas dos categorías corresponden al *cahier d'analyse y al cahier d'exploitation*". (Lemouton et al., 2019, p. 53).

Un *cahier d'exploitation* es un documento⁹ en el que se especifican los elementos informáticos necesarios para que la obra en cuestión sea interpretada. Este documento consta con distintos ficheros en los que se clasifica la información de acuerdo a apartados preestablecidos. La información plasmada en cada uno de los apartados depende de la obra a la que pertenece, así como a sus requerimientos y características. Por esta razón los elementos encontrados en ellos varían. Al comparar algunos de estos cuadernos en su formato digital¹⁰ se puede establecer una tabla con los apartados principales encontrados en ellos (Tabla 8).

Tabla 8.

Apartados de un cahier d'exploitation digital (pdf).

Apartado	Contenido
Presentación	Información general de la obra: año de creación, duración, editor, etc.
Lista de elementos de operación	Lista de los elementos necesarios para la ejecución de la obra: discos compactos, cassetes DAT, computadora, controladores, etc.
Lista de equipo electroacústico	Lista del equipo de audio, informático y midi necesario para la ejecución de la obra.
Presentación general	Descripción más específica sobre la interpretación de la obra: elementos involucrados, participantes, técnicos, etc.

⁹ Para esta descripción se revisaron algunos cuadernos de operación en su formato electrónico. Obtenidos de la base de datos Brahms, del IRCAM

¹⁰ Para la recopilación de esta información se revisaron alrededor de veinte documentos digitales correspondientes a *cahiers d'exploitation* de distintas composiciones de obras electroacústicas mixtas con procesamiento de señal en vivo.

Diagrama de conexiones de audio	Diagrama en el que se especifica la interconexión entre los distintos componentes de audio involucrados en la obra
Notas sobre las conexiones de audio	Especificaciones técnicas de las conexiones de audio.
Diagrama de conexiones midi	Diagrama en el que se especifica la interconexión entre los distintos componentes midi involucrados en la obra
Diagrama del sistema de difusión	Diagrama del sistema de altavoces, mezcladoras, amplificadores, conexiones y especificaciones
Lista de archivos digitales	Lista con los nombres de todos los archivos necesarios para la interpretación de la obra, audios, archivos de computadora, etc.
Estructura de los <i>patches</i>	Vista general de los <i>patches</i> utilizados en la pieza
Lista de sonidos	Lista de los sonidos que se emplean en la obra, soporte fijo, samples, etc.
Notas de programa	Breve descripción de la obra para el programa de mano de concierto

Junto con esta información se proveen el material de archivo, es decir, los dispositivos análogos o digitales que contienen los *patches*, archivos de audio, códigos de programación y demás elementos involucrados en la pieza. Esta documentación ha permitido crear un archivo de las distintas obras creadas en el IRCAM en el que se registran las distintas versiones con sus respectivas adecuaciones —cuando es el caso—, y contar con la información y elementos suficientes para la eventual interpretación de las obras y la actualización de los sistemas tecnológicos involucrados, o bien, su adaptación a sistemas más recientes. Como ejemplo de lo anterior, señalan Barthélémy, J., Bonardi, A., y Boutard, G. (2010) que en el

IRCAM “piezas importantes que usaban computadoras Next fueron trasladadas a máquinas Macintosh a fines de la década de 1990” (p. 3).

Figura 5.

Cahier d'exploitation (extracto).

ius lucis patch contents

Patch presentation

The following picture shows a synoptic view of the signal routing and treatments performed by the computer

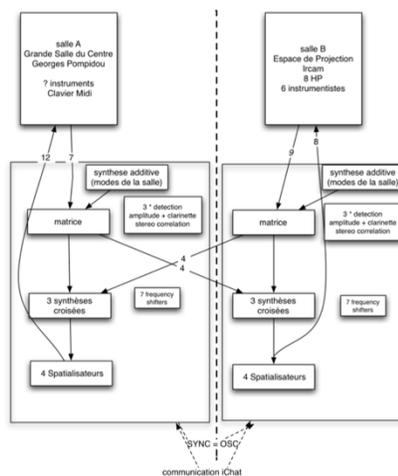


Figure: Synoptic of *ius lucis maxMsp* patches

Nota. Tomado de “*Ius Lucis*” *Performance Handbook*, p. 25, por Sannicandro, V., 2007, IRCAM.

Este proceso de documentación en el IRCAM ha continuado. Alguien que ha contribuido de manera significativa en ello ha sido Andrew Gerzso, quien es reconocido principalmente por sus colaboraciones con Pierre Boulez como *Computer Music Designer*¹¹ (antes conocido como Asistente Musical). Fue el encargado de realizar los manuales de operación de algunas de las obras electroacústicas de Boulez, tales como *Dialogue de l’Ombre double*, *Réponse* y *Anthèmes II*, entre otras.

¹¹ En francés, *Realisateur en Informatique Musicale*, RIM. El término se refiere a una persona con habilidades duales, artísticas y técnicas, que realiza la parte electrónica de una pieza (en particular para la interpretación en vivo, pero también en el estudio), generalmente en colaboración con el compositor. (Zattra, 2013, 2018).

Gerzso describe las distintas etapas en la creación de una obra mixta en el IRCAM como un trabajo que requiere de múltiples actores que trabajan en conjunto para alcanzar el resultado propuesto, en este proceso se “requiere, por supuesto un compositor, la participación de investigadores, pero también un diseñador de música por computadora (RIM). El diseñador de música por computadora, una profesión introducida en el IRCAM a principios de la década de 1980 en el diálogo investigador/compositor, ha jugado un papel mediador entre estos dos mundos, sirviendo como traductor de conceptos de un lado a otro y ayudando a liberar al investigador de centrarse en un solo proyecto musical a favor de una visión más interdisciplinaria” (Gerzso, 2015, p. 3).

En su desempeño como RIM, Gerzso ha contribuido notablemente a la documentación de obras importantes del repertorio, no sólo como producto de sus colaboraciones con Boulez, sino también en el trabajo conjunto con otros destacados compositores que han encontrado en el IRCAM un fértil centro para la investigación y producción musical. Algunos nombres destacados son:

En su descripción respecto a la naturaleza específica en que se documentan las composiciones electroacústicas producidas en el IRCAM, Gerzso señala que la “obra se presenta en forma de un doble objeto con fines de difusión: un programa (acompañado de un manual) escrito en un lenguaje informático específico y una partitura musical que hace referencia a la parte de la computadora” (2015, p. 4). El inevitable progreso tecnológico hará que en algún momento sea necesaria una actualización o migración de la obra de un sistema informático a otro para que la obra pueda reinterpretarse. Esta situación genera un problema que consiste en traducir de manera precisa la información musical de la pieza, su intención artística para que se logre un resultado similar con una tecnología distinta. Esta situación demuestra que “es más fácil pasar de la idea musical a la realización de la computadora que a la inversa. De hecho, por lo tanto, el programa de computadora sirve para reproducir el

trabajo, pero no entrega mucha información en términos musicales, de ahí la importancia de un enfoque alternativo” (Gerzso, 2015, p. 4).

Para solucionar esta situación, en las publicaciones del IRCAM se cuida la descripción, en un nivel técnico, de los principios tecnológicos en los que opera la obra y no con referencia a una tecnología en específico. Este enfoque garantiza la longevidad de la obra pues no se restringe al empleo de una tecnología en particular sino que, al presentar de manera clara los principios técnicos empleados en ella, se facilita su reconstrucción permitiendo la migración de un lenguaje computacional a otro y/o el paso de un sistema tecnológico a otro. Además de esto, ayuda a evidenciar la intención musical de la obra por medio de la presentación clara y precisa de los principios en que ésta opera. Finalmente, facilita el estudio del uso de tecnologías en la música electroacústica. Este es, precisamente, el sistema de documentación empleado por Gerzso en *Dialogue de l’Ombre double*, *Réponse* y *Anthèmes II* (Gerzso, 2015).

Finalmente, por medio de un servidor dedicado que contiene información referente a las obras más importantes creadas en el IRCAM, se garantiza la difusión de las mismas. Este servidor reúne información técnica, programas de computadora, muestras, videos, instrucciones y una versión específica de la partitura que se refiere directamente a los programas de computadora empleados en ella. El IRCAM garantiza el mantenimiento y portabilidad de la obra por un periodo de tiempo estipulado en un contrato.

Puede resumirse que la documentación de las obras electroacústicas mixtas desde la perspectiva actual del IRCAM requiere al menos dos componentes. En primer lugar, la partitura acompañada de un documento (*Cahier d’exploitation*) en el que se detallan las instrucciones técnicas –sin referencia a una tecnología específica–. En segundo lugar, el componente que “depende de una tecnología operativa en un momento dado: una partitura

derivada de la versión de referencia y adaptada a un programa informático actualizado, que posiblemente esté acompañada de muestras de audio, archivos de sonido y, si corresponde, dispositivos de captura de gestos, especificación de micrófonos etc.” (Gerzso, 2015, p. 5).

Tras revisar y comparar algunos de los manuales de operación realizados y/o supervisados por Gerzso se puede establecer una tabla con los apartados principales encontrados en ellos (Tabla 9).

Tabla 9.

Apartados de un cahier d’exploitation digital bajo la supervisión de A. Gerzso

Apartado	Contenido
Presentación	Información general de la obra: año de creación, duración, instrumentación, editor, etc.
Lista de elementos de interpretación	Lista de los elementos necesarios para la ejecución de la obra: discos compactos, cassetes DAT, computadora, controladores, etc.
Lista de equipamiento	Lista del equipo de audio, informático (hardware y software) y midi necesario para la ejecución de la obra.
Instrucciones	Sección con instrucciones particulares de operación de los distintos sistemas involucrados en la obra
Diagramas de interconexión	Sección con los distintos diagramas que especifican la interconexión entre los distintos componentes de audio, midi, red, etc.
Procedimientos de instalación	Instrucciones de instalación de los distintos componentes informáticos.

Notas sobre las conexiones de audio	Especificaciones técnicas de las conexiones de audio.
Diagrama de conexiones midi	Diagrama en el que se especifica la interconexión entre los distintos componentes midi involucrados en la obra
Diagrama del sistema de difusión	Diagrama del sistema de altavoces, mezcladoras, amplificadores, conexiones y especificaciones
Lista de archivos digitales	Lista con los nombres de todos los archivos necesarios para la interpretación de la obra, audios, archivos de computadora, etc.
<i>Patches</i>	Vista general de los <i>patches</i> utilizados en la pieza
Lista de sonidos	Lista de los sonidos que se emplean en la obra, soporte fijo, samples, etc.
Notas de programa	Breve descripción de la obra para el programa de mano de concierto
Apéndices	Sección con información adicional que, por sus características, no puede integrarse en ninguno de los otros apartados

La documentación de partitura extendida (*extended score documentation*).

Hannah Bosma (2005) propone en un artículo de investigación, la noción de partitura extendida como concepto de documentación. Como punto de partida para fundamentar su propuesta, emplea ejemplos de obras musicales del archivo del centro NEAR (The Netherlands Electro-Acoustic Repertoire Centre). Este Centro surgió de la necesidad compartida por “los compositores, ... editores ... y planificadores ... holandeses de integrar la música electroacústica en la práctica de la música contemporánea de una manera estructurada y profesional” (Coenen, 1997, p. 19). En 1995 fue adoptado por la Fundación

Donemus, que es un centro de información musical que tiene como finalidad principal, desde 1947, preservar, publicar y promover la música artística holandesa (Bosma, 2005). Entre las actividades de NEAR se encontraban la de otorgar información, asesoramiento y promoción de la música electroacústica holandesa, así como la adquisición de música electroacústica holandesa para su publicación o para su inclusión en una biblioteca de medios.

Los ejemplos tomados por Bosma para fundamentar su investigación se limitan, como ella misma menciona, “a algunas composiciones electroacústicas de compositores que viven y trabajan en los Países Bajos. Los ejemplos se eligen por su idoneidad para ilustrar el argumento de este documento y mostrar parte del repertorio publicado en NEAR / Donemus” (Bosma, 2005, p. 1). Cabe señalar que las obras a las que hace referencia son en su totalidad piezas mixtas con soporte fijo, particularmente cinta magnética (*tape*) que, como ella misma afirma, en algunos casos se digitalizó y se preservó en un nuevo formato (*compact disc*).

La autora propone un listado de los tipos de documentación musical que acompañan a la obra musical electroacústica de acuerdo a sus observaciones, principalmente con respecto a los archivos de NEAR (Tabla 10).

Tabla 10.

Documentación observada por Bosma en los archivos de NEAR

Documentación de la obra musical en sí misma	Esta documentación es a la que llama “partitura extendida”. Correspondería a los documentos que son necesarios para la interpretación de la obra: cinta, diagramas, archivos, etc.
Documentación del proceso de composición	Información sobre ideas de composición y procedimientos, sobre la producción de los sonidos y la estructura de la música de cinta, planificación documento
Documentación de una interpretación	Grabación de audio y video, fotografías y / o descripción de una interpretación
Documentación del proceso de producción de una interpretación	Información sobre los equipos e instrumentos específicos utilizados, configuración, dirección escénica, interpretación musical, ensayos)
Documentación de recepción	Información sobre revisiones, premios, número de visitantes; análisis; partitura de escucha descriptiva)
Documentación adicional o derivada	Información sobre el título, año de composición, longitud, notas explicativas, biografía del compositor, lista de trabajo
Documentación de una práctica musical.	No especifica a qué hace referencia este apartado.

A partir de estas observaciones, Bosma señala la importancia de la documentación de la obra musical en sí y plantea la idea de partitura expandida. Emplea este término pues considera que “la idea de que una composición es determinada como prescripción para futuras presentaciones proviene de la noción de la partitura en la tradición de la música artística occidental [...] Pero la ‘documentación de partitura extendida’ no necesita consistir

en ningún signo de notación musical tradicional en papel” (Bosma, 2005, p. 13). Sino que, como el mismo concepto sugiere, estos elementos constituyen una extensión de la partitura y tienen tanta importancia como ésta, pues prescriben una serie de instrucciones, operaciones y direcciones, así como la información sobre todos los agentes necesarios para que la obra pueda ser realizada. Esta documentación de partitura extendida podría contener o hacer referencia a

una o más grabaciones de audio o video o archivos de datos de computadora, dibujos, fotografías o texto, siempre y cuando sea esencialmente un conjunto de prescripciones sobre el "qué" y el "cómo" de futuras interpretaciones de la obra. La documentación de la partitura extendida de una obra musical:

- especifica y determina el trabajo musical;
- y proporciona suficiente información prescriptiva y material para hacer posibles múltiples ejecuciones (instancias) de la obra musical sin la presencia del compositor [...]

Por lo tanto, una documentación de partitura extendida preserva y pone a disposición el trabajo musical en sí. (Bosma, 2005, p. 13).

La documentación en el modelo de preservación de Wetzel. Otro acercamiento interesante a la documentación de obras electroacústicas es el realizado por David B. Wetzel, quien propone un modelo para la conservación a largo plazo del repertorio electroacústico interactivo, principalmente de obras cuya tecnología ha caído en la obsolescencia. Aborda su propuesta desde la visión del intérprete —él mismo es clarinetista— y plantea dos problemáticas fundamentales con respecto a la pervivencia de este tipo de obras. En primer lugar, arguye que no sólo la tecnología de una obra resultará inaccesible en algún momento, sino también la comunicación con el compositor. En segundo lugar, menciona la dificultad de preservar la tecnología empleada originalmente en la obra debido a la falta de estandarización del equipo que constituye una obra interactiva. A partir de estas

observaciones plantea como solución un modelo que consta de tres etapas: análisis, reconstrucción e interpretación (Figura 6) (Wetzel, 2006).

En términos de documentación, que es el punto central de este apartado, señala la importancia de que el análisis de los elementos electrónicos de una obra de este tipo se haga en relación a fuentes de referencia más allá de la partitura. Para tal motivo, identifica cinco categorías de fuentes:

1. Partituras con documentación técnica adjunta.
2. Experiencia directa con la tecnología original (y manuales técnicos relevantes).
3. Grabaciones disponibles.
4. Versiones actualizadas del software del sistema.
5. Comentario post-composicional (correspondencia con el compositor y / o artistas involucrados en la creación del trabajo, artículos de revistas sobre diversos componentes tecnológicos y otros, soluciones de los artistas intérpretes o ejecutantes a los problemas de rendimiento planteados al adaptarse a las nuevas tecnologías, etc.) (Wetzel, 2006).

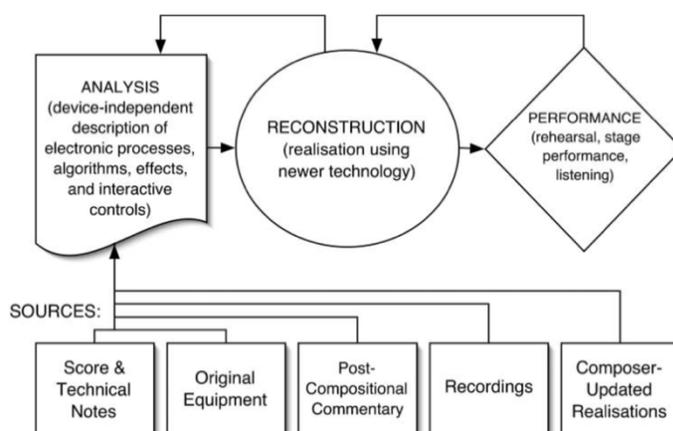
La etapa del modelo que interesa para fines de este apartado de la investigación es la de análisis. A partir de las fuentes que el autor identifica se realiza un análisis que tiene como resultado “un documento de texto que describe en detalle las funciones, interacciones hombre-máquina, controles interactivos y automatizados, algoritmos de síntesis y procesamiento, y efectos musicales del sistema interactivo” (Wetzel, 2006, p. 275). La utilidad de este documento es la de funcionar como modelo para la reconstrucción del sistema tecnológico empleado en la obra, por lo cual en él debe darse una descripción en términos generales de los componentes tecnológicos, independiente de cualquier dispositivo o software en particular. Las descripciones del procesamiento de señales y las técnicas de síntesis deben realizarse mediante unidades de medida estandarizadas y terminologías

aceptadas de manera amplia y complementarse por medio de códigos, ecuaciones y diagramas. El modelo de análisis propuesto por Wetzel es en su opinión “análogo a una edición *urtext* autorizada de la cual múltiples interpretaciones individuales e implementaciones pueden ser generados sin corrupción resultante de la retraducción serial” (Wetzel, 2006, p. 275).

Si bien el modelo propuesto por Wetzel está enfocado en la recuperación de obras cuyo componente tecnológico resulta actualmente obsoleto más que en prevenir la futura migración tecnológica de una pieza, resulta importante considerar su visión respecto al análisis de distintas fuentes para llegar a un documento prescriptivo –con todo y que éste, en el modelo de Wetzel, no se encuentre definido de manera sistemática, sino que sus componentes se determinen en función de cada pieza analizada particularmente–, que contenga información suficiente para permitir la preservación a largo plazo de la obra.

Figura 6.

Diagrama del modelo de conservación de obras electroacústicas interactivas, de Wetzel.



Nota. Tomado de A Model for the Conservation of Interactive Electroacoustic Repertoire: Analysis, Reconstruction, and Performance in the Face of Technological Obsolescence, 2006, por Wetzel, D. B, *Organised Sound* 11(3)

Proyecto Antony, sistema de preservación colaborativo. Este proyecto nace al interior del grupo de trabajo de la *Associación Francophone d'informatique Musicale* (Asociación Francófona de Informática Musical), entre los años 2018 y 2019. Este grupo se conformó por 25 personas entre quienes se contaban investigadores, realizadores de informática musical, musicólogos, compositores, etc., preocupados por las problemáticas alrededor de la documentación y preservación de la música electroacústica. El objetivo principal de este grupo fue

hacer un balance de los diferentes actores nacionales e internacionales que ofrecen enfoques y herramientas para la preservación de obras digitales, con el fin de evaluar los mecanismos más adecuados para tratar el caso de la música por computadora. Uno de los principales objetivos de nuestro grupo era establecer un modelo operativo y funcional de archivo abierto participativo que permitiera la difusión y registro a largo plazo de las obras de música por computadora. En el marco de este grupo de trabajo, hemos empezado a desarrollar un prototipo de sitio que responde a este modelo y que se ha puesto en línea, permitiendo a los socios del proyecto compartir sus archivos (Bonardi et al., 2020, p. 5).

El proyecto se enfocó, en primera instancia, en contactar a los *Centres de Création Musicale* (Centros de Creación Musical) franceses con la finalidad de conocer sus políticas y prácticas en lo concerniente a la conservación y documentación de las obras creadas al interior de estas instituciones. En segundo lugar, en realizar una revisión de las iniciativas a nivel internacional creadas con la intención de archivar y preservar la música electroacústica. En tercer lugar, en proponer una plataforma en la que se pudiera compartir la documentación de obras de este tipo para salvaguardar los recursos necesarios para su interpretación y su conservación a largo plazo.

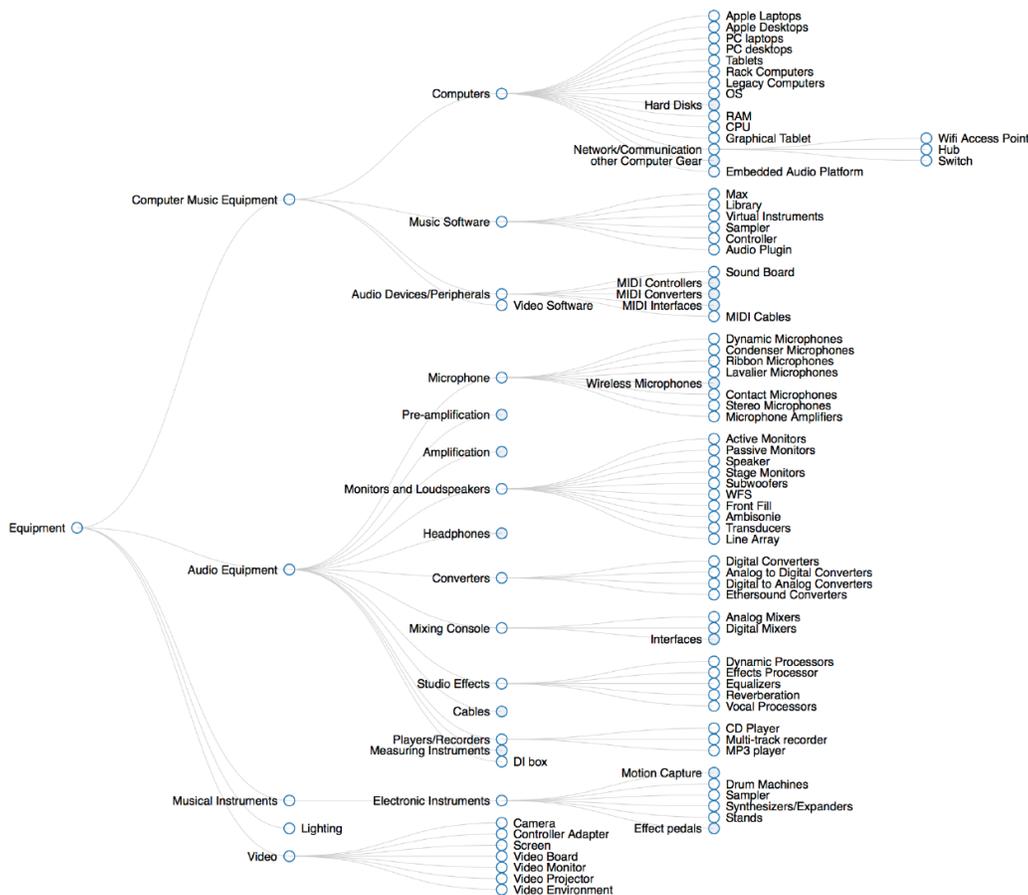
De esta manera se creó el sistema de preservación colaborativo Antony. Corresponde a una versión de código abierto de Sidney (IRCAM), el cual se destinó a funcionar de manera independiente de la base de datos Brahms y, a diferencia de esta, para alojar las obras creadas fuera del IRCAM. El sistema prototipo se alojó en un repositorio en línea¹² con un manual con indicaciones sobre el uso de la plataforma y con especificaciones de la documentación requerida para las piezas musicales.

El sistema propone una clasificación de los diferentes materiales y componentes empleados en el contexto de la creación de una obra electroacústica que permiten archivar con precisión la información concerniente a los elementos involucrados en una obra en particular, y de esta manera, acceder a especificaciones concretas o bien a descripciones genéricas útiles en términos de documentación (Figura 7).

¹² Según la información presentada en el reporte anual 2018-2019 del grupo de trabajo se puede acceder a este archivo en el siguiente enlace: <https://antony.telemeta.org>. Sin embargo, al momento de la realización de esta investigación, no fue posible acceder al sitio, el cual se reporta como caído.

Figura 7.

Arborescencia de la clasificación de materiales



Nota: Adaptado de “Présentation du groupe de travail AFIM ‘Archivage collaboratif et préservation créative’”. *Journées d’Informatique Musicale*, p. 108, por Bonardi, et al., 2018.

Como puede verse, este sistema propone una clasificación que permite agrupar los distintos componentes relacionados con una obra electroacústica por categorías y subcategorías (Tabla 11), lo que permite archivar y describir eficientemente las piezas albergadas en el repositorio, así como contar con información precisa que posibilite la preservación de la música en cuestión. De esta manera, la clasificación general propuesta por este grupo permite que todos los archivos necesarios para la interpretación de una obra en

particular se almacenen en la plataforma y se archiven para garantizar la conservación de la composición musical.

Tabla 11.

Categorías de componentes

Equipo						
Categorías	Equipo de música por computadora	de	Equipo de audio	de	Instrumentos musicales	Iluminación Video
	Computadora		Micrófonos		Instrumentos electrónicos	Cámaras
	Software musical		Amplificación			Controladores
	Dispositivos de audio	de	Monitores y altavoces			Pantallas
	Software de video	de	Audífonos			Tarjeta de video
Subcategorías			Convertidores			Monitor de video
			Mezcladora			Proyector
			Efectos			Entorno de video
			Cables			
			Reproductores/ grabadoras			
			Instrumentos de medición			

En lo que respecta a la presente investigación, la información anterior resulta particularmente significativa pues, tanto la clasificación como los archivos de documentación propuestos, pudieran considerarse no solo como útiles para archivar y preservar las obras, sino, probablemente, también para la eventual adaptabilidad y migración tecnológica.

3.2.3 Resultados

Tomando en cuenta la información considerada hasta este momento respecto a la documentación de las obras electroacústicas, se ha elaborado un cuadro preliminar en el que se integran todos los proyectos de documentación revisados, así como los materiales y componentes observados en cada uno de ellos, con el fin de comparar los elementos en común para, más adelante, realizar una evaluación de cuáles de ellos podrían ser indispensables en la configuración de un potencial modelo estandarizado de documentación (Tabla 12).

Tabla 12.

Tabla comparativo de los proyectos de documentación revisados

Tabla de descriptores (investigación propia)	Documentación de <i>live electronics</i> años 80 (Battier)	Compilado de distintos autores (Bernardini, Vidolin, Bonardi, et al.)	<i>Cahiers d'exploitation</i> (Battier)	<i>Cahiers d'exploitation</i> (Gerzso)	Partitura expandida (Bosma)	Modelo de preservación de Wetzel	Proyecto Antony
Interfaz gráfica	Computadora		Lista de elementos de operación	Lista de elementos de interpretación	Especificaciones de equipo	Documentación técnica adjunta	Equipo de música por computadora
	Especificaciones de audio	Configuración de audio	Diagrama y notas sobre las conexiones de audio	Diagrama de conexiones de audio	Especificaciones de audio	Manual técnico	Equipo de audio
Hardware			Lista de equipo electroacústico	Lista de equipamiento	Especificaciones de equipo	Documentación técnica adjunta	Equipo de audio
Controladores	Controladores		Lista de elementos de operación	Lista de equipamiento	Especificaciones de equipo	Documentación técnica adjunta	
Sistema de difusión	Sistema de difusión		Diagrama del sistema de difusión	Diagrama del sistema de difusión	Diagrama de sistema de difusión	Documentación técnica adjunta	Equipo de audio
Micrófonos	Micrófonos		Micrófonos	Lista de equipamiento	Especificaciones de equipo	Documentación técnica adjunta	Equipo de audio
Procesos	Efectos	Mapa de procesos digitales	Diagrama de procesamiento de señal	Diagrama de procesamiento de señal	Diagrama de procesamiento de señal	Manual técnico	
Software	Software	Entorno de software	Lista de equipo electroacústico	Lista de equipamiento	Especificaciones de equipo	Versiones del software	Equipo de música por computadora
Diagrama de flujo							
Diagrama de interconexión			Diagramas de audio y MIDI	Diagramas de audio, MIDI, red	Diagrama de interconexión	Manual técnico	

Tabla de descriptores (investigación propia)	Documentación de live electronics años 80 (Battier)	Compilado de distintos autores (Bernardini, Vidolin, Bonardi, et al.)	Cahiers d'exploitation (Battier)	Cahiers d'exploitation (Gerzso)	Partitura expandida (Bosma)	Modelo de preservación de Wetzel
Representación gráfica					Partitura electroacústica	Partitura
<i>Patches</i>			Estructura de los <i>patches</i>	<i>Patches</i>		Equipo de música por computadora
Ajustes y comportamiento de los procesos		Esquema de procesamiento digital				
Opciones de dispositivos						
Indicaciones de accionamiento de procesos						
	Periféricos		Presentación general	Presentación general	Documentación adicional o derivada	Documentación
	Sistemas MIDI	Configuración de MIDI	Diagrama de conexiones MIDI	Diagrama de conexiones MIDI	Diagrama de conexiones MIDI	Equipo de música por computadora
	<i>Sampler</i>	<i>Sampler</i>				Instrumentos musicales
		Descripción abstracta de los <i>patches</i>				
		Grabación supervisada de la obra			Grabación de la obra (audio y video)	Grabaciones
		Glosario multimedia				
		Lista de archivos de audio y <i>samples</i>	Lista de sonidos	Lista de sonidos		
		Notas al programa	Notas al programa	Notas al programa	Notas al programa	Comentarios post-composición
			Presentación general	Presentación general		
Soporte fijo/Archivos de audio y <i>samples</i>					Soporte fijo	
					Otros soportes (fotografías, dibujos, etc.)	
				Procedimientos de instalación (<i>software</i>)		
			Lista de archivos digitales	Lista de archivos digitales		
				Instrucciones		
				Apéndices		
					Partitura de escucha descriptiva	

En primer lugar, se aprecia en la tabla anterior que algunos de los proyectos de documentación son más detallados con respecto a los elementos que los conforman y presentan categorías mucho más específicas –véanse, por ejemplo, los *cahiers d'exploitation*–. En tanto que otros –como las propuestas de Wetzel y Bosma– emplean categorías más generales. Ambas aproximaciones son útiles pues a partir de ellos pueden elaborarse categorías y subcategorías que permitan organizar de manera más estructurada los componentes. En el caso de aquellos que presentan categorías muy específicas o un desglose pormenorizado de elementos, se pudiera optar por agrupar los elementos individuales con características similares en categorías más amplias que los abarcaran. Y viceversa, en aquellos con clasificaciones demasiado generales se podría optar por subdividir en grupos más pequeños con características similares.

En segundo lugar, puede observarse que en la mayoría de los proyectos de documentación revisados hay elementos que aparecen de manera recurrente, en tanto que otros se presentan con menos frecuencia. Es importante revisar cuáles de ellos están más presentes pues esto podría significar que tales elementos corresponderían a componentes de primer grado en una obra de este tipo, en tanto que los que aparecen en menor medida, pudieran ser elementos secundarios, intercambiables o sustituibles. Por supuesto, esto no es determinante, pero constituye un indicio de una posible clasificación y categorización de los elementos, sobre todo si se comprueba haciendo la comparación con los otros estudios realizados (descriptores y estudios de casos).

Para tener una idea más clara de cuáles elementos aparecen con mayor recurrencia en los proyectos de documentación se ha elaborado una tabla en la cual se cruzan las informaciones referentes a los elementos de documentación y los distintos proyectos revisados (Tabla 13).

Tabla 13.

Recurrencia de elementos en los proyectos de documentación.

Elemento de documentación	Tabla de descriptores	Documentación de <i>live electronics</i> años 80 (Battier)	Compilado de distintos autores	<i>Cahiers d'exploitation</i> (Battier)	<i>Cahiers d'exploitation</i> (Gerzso)	Partitura expandida (Bosma)	Modelo de preservación de Wetzel	Proyecto Antony
Interfaz gráfica	√	√		√	√	√	√	√
Especificaciones de audio	√	√	√	√	√	√	√	√
Hardware	√	√	√	√	√	√	√	√
Controladores	√	√		√	√	√	√	√
Sistema de difusión	√	√		√	√	√	√	√
Micrófonos	√	√		√	√	√	√	√
Procesos	√	√	√	√	√	√	√	
Software	√	√	√	√	√	√	√	√
Diagrama de flujo	√							
Diagrama de interconexión	√			√	√	√	√	
Representación gráfica	√					√		√
<i>Patches</i>	√			√	√			√
Ajustes y comportamiento de los procesos	√		√					
Opciones de dispositivos	√							
Indicaciones de accionamiento de procesos	√							
Periféricos		√						
Presentación general (documentación adicional)				√	√	√		√
Sistemas MIDI		√	√	√	√	√		√
<i>Instrumentos electrónicos</i>	√	√	√					√
Descripción abstracta de los <i>patches</i>			√					
Grabación supervisada de la obra	√		√			√	√	
Glosario multimedia			√					
Lista de archivos de audio y <i>samples</i>			√	√	√			
Notas al programa			√	√	√	√	√	
Soporte fijo/Archivos de audio y <i>samples</i>	√					√		
Otros soportes (fotografías, dibujos, etc.)						√		
Procedimientos de instalación (<i>software</i>)					√			
Lista de archivos digitales				√	√			
Instrucciones					√			
Apéndices					√			
Partitura de escucha descriptiva						√		

Con base en la información recogida en la tabla anterior, se han elaborado las gráficas correspondientes que permiten visualizar de una manera más clara los elementos de mayor y menor recurrencia en los proyectos de documentación analizados (Figuras 8 y 9).

Figura 8.

Elementos de mayor recurrencia

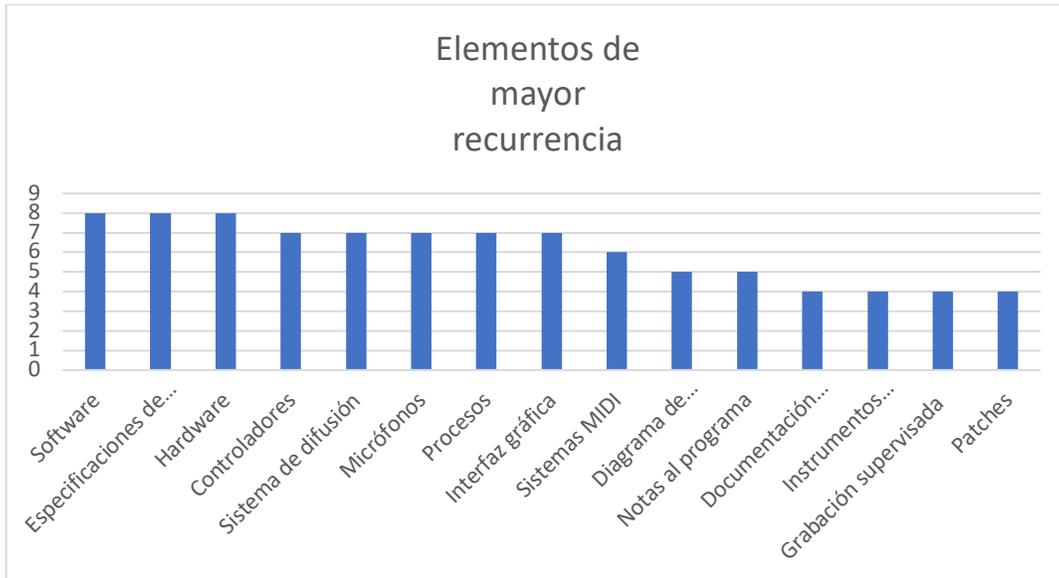
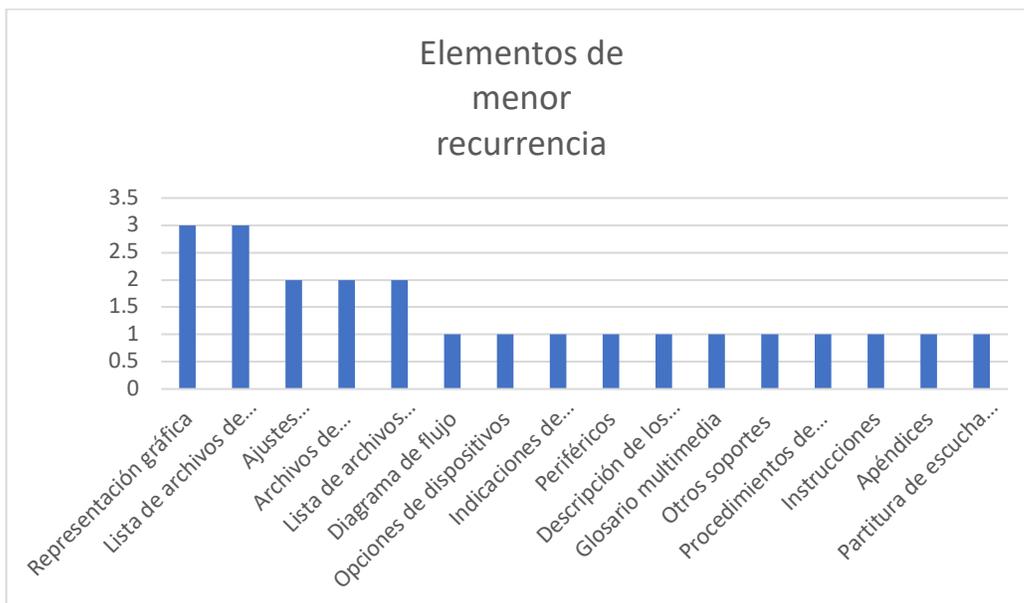


Figura 9.

Elementos de menor recurrencia



Puede observarse en la gráficas anteriores que hay una tendencia en los distintos proyectos revisados a conceder mayor importancia a los componentes relacionados con las especificaciones de equipo (audio, software, hardware), a los relativos al procesamiento de señal y a los sistemas de control. En tanto que aquellos que son de carácter más descriptivo o documental aparecen con menor frecuencia. La información obtenida mediante el análisis anterior puede emplearse para establecer categorías jerárquicas –siendo comparada y contrastada con la información resultante en los otros estudios–, con respecto al nivel de relevancia que tienen los distintos elementos involucrados en una obra musical de estas características.

Finalmente, cabe preguntarse cuáles de estos elementos de documentación resultan más útiles para la migración tecnológica y de cuáles de ellos se podría prescindir, en función del grado o del valor de la información que ofrecen para la reconstrucción del dispositivo electrónico.

Conclusiones. La información recogida por medio de este estudio resulta significativa como punto de partida para definir la documentación que debería acompañar a una partitura de una composición electroacústica pues abreva en fuentes y proyectos confiables. De esta manera, el modelo que se pretende proponer tendría una cimentación estable. Sin embargo, es importante que la propuesta se haga desde una perspectiva de lo sustentable, es decir, que se opte por la descripción de los principios tecnológicos alrededor de la idea musical en lugar de referir a tecnologías específicas.

Es necesario organizar los elementos observados con respecto a categorías que abarquen los componentes con características similares, así como con respecto a su contenido (prescriptivo o descriptivo) y de acuerdo con la recurrencia con que se mencionan en los

proyectos de documentación precedentes, con el objetivo de tener un sistema estructurado, funcional y aplicable a este tipo de obras.

Para atacar la problemática de la obsolescencia tecnológica, se deben priorizar los elementos que describen los principios en que opera el componente tecnológico por encima de aquellos que hacen referencia a tecnologías específicas.

Los proyectos de documentación revisados se enfocan mayormente en preservar los archivos y soportes que garanticen la interpretación y conservación de las obras, pero en una medida inferior se preocupan por la inevitable obsolescencia tecnológica, es importante que la documentación provea información que ayude a prevenir y evitar esta situación. La información hasta aquí obtenida es útil para establecer un sistema de documentación que contenga la información necesaria para que una obra pueda preservarse, reconstruirse y migrar a una tecnología distinta a la originalmente propuesta.

3.3 Estudio 3. Estudios de casos

3.3.1 Definición y generalidades

El estudio de casos es un método de investigación en el que se realiza un análisis detallado y tan profundo como sea posible de casos de entidades únicas. Es una herramienta útil y eficiente que permite comprender de manera profunda fenómenos diversos.

Desde esta perspectiva, el estudio de casos sigue una vía metodológica común a la etnografía aunque quizás la diferencias en relación al método etnográfico reside en su uso, debido a que la finalidad del estudio de casos es conocer cómo funcionan

todas las partes del caso para crear hipótesis, atreviéndose a alcanzar niveles explicativos de supuestas relaciones causales encontradas entre ellas, en un contexto natural concreto y dentro de un proceso dado (Barrio et al., s.f., párr. 3).

El “estudio de casos cualitativo es un enfoque de investigación que facilita la exploración de un fenómeno dentro de su contexto utilizando una variedad de fuentes de datos” (Baxter y Jack, 2008, p. 544). “La particularidad más característica de este método es el estudio intensivo y profundo de uno o más casos, o bien, una situación con cierta intensidad, entendiendo éste como un “sistema acotado” por los límites que precisa el objeto de estudio, pero enmarcado en el contexto global donde se produce” (Muñoz, citado en Barrio et al, s.f.).

De manera concreta, se designan como casos a las entidades, objetos de estudio, situaciones o realidades únicas que se consideran relevantes para un tema particular de investigación. De acuerdo con esto, es importante recalcar que el estudio puede ser sobre una entidad –un caso único–, o bien puede constar de casos múltiples. Independientemente de esto, el propósito fundamental de esta metodología es comprender las características que hacen único al caso o casos estudiados y sus particularidades para entender, en última instancia, la manera en que se articulan sus partes y cómo se interrelacionan como partes de un todo (Muñoz-Serván, 2001). Como afirma Tellis (1997) “el estudio de caso puede ser visto para satisfacer los tres principios del método cualitativo: descripción, comprensión y explicación” (p. 3).

Con lo anterior en mente, un estudio de caso se estructura en distintas etapas, cada una de las cuales tiene un enfoque y propósito específico delimitado anticipadamente en función de la investigación general y los datos que se intentan conocer de las entidades que

lo conforman. De acuerdo con Jiménez-Chaves (2012) pueden enunciarse las siguientes etapas en un estudio de caso:

1. La selección y definición del caso. Es la etapa en la que se selecciona el caso o casos que resultan más adecuados para el estudio, así como su definición. Asimismo, debe delimitarse cuál es la relevancia que tiene el estudio con respecto a la investigación, los objetos o sujetos que pueden funcionar como fuentes de información. Se deben identificar los ámbitos en los que es relevante el estudio, los sujetos que pueden ser fuentes de información, el problema y los objetivos que se pretenden alcanzar.

2. Elaboración de una lista de preguntas. Posteriormente, es esencial elaborar las preguntas que servirán como guía para el estudio. Puede partirse de una pregunta general y ramificar las preguntas en cuestiones más específicas, siempre teniendo en mente que los datos que se obtengan sean útiles para la investigación.

3. Localización de las fuentes de datos. Los datos son obtenidos por medio de la observación, ya sea mediante el cuestionamiento o examinación de las entidades involucradas. En esta etapa se eligen las estrategias para el análisis de las entidades para recoger los datos, se define si se harán entrevistas, cuestionarios, estudios documentales, etc., sin perder de vista el enfoque personal del investigador y la particularidad del caso.

4. Análisis e interpretación: Tiene como propósito utilizar la información recabada en las etapas anteriores y establecer las relaciones entre lo observado y lo que se pretende observar –empleando las preguntas guía–. “Contrariamente a las fases de diseño y de recopilación de datos, este análisis está menos sujeto a metodologías de trabajo, lo que de hecho constituye su relativa dificultad. Tras establecer una correlación entre los contenidos

y los personajes, tareas, situaciones, etc., de nuestro análisis; cabe la posibilidad de plantearse su generalización o su exportación a otros casos” (Jiménez-Chaves, 2012, p. 12).

Para la investigación que nos ocupa los estudios de casos tienen como propósito principal la revisión de obras específicas de música electroacústica con procesamiento de señal en tiempo real (*live electronics*) con la intención de obtener datos útiles en lo referente a los elementos que las conforman. Los datos obtenidos a partir de estos estudios serán comparados y contrastados entre sí, a la vez que con la información obtenida en los estudios previos y posteriores de la investigación. Lo anterior servirá para encontrar elementos comunes en las obras y así evaluar si los tales pueden considerarse como útiles para favorecer la preservación, reconstrucción y migración de las obras en cuestión.

3.3.2 Selección de casos

Con la finalidad de seleccionar las obras musicales específicas que sirvieron como entidades de estudio (casos), se estableció en primer lugar, la categoría a la que se circunscribirían las piezas elegidas. Así, se determinó que para ser consideradas como elegibles, las piezas deberían corresponder a obras electroacústicas mixtas con procesamiento de señal en vivo, en las cuales fuera evidente la intención del compositor por proveer, desde su concepción, elementos que previeran su posible migración tecnológica.

Posteriormente, se establecieron una serie de criterios específicos con los cuales debían cumplir las obras para ser consideradas como entidades de estudio. Los criterios principales son enunciados y pormenorizados a continuación:

1. Susceptibilidad o capacidad de adaptación o migración tecnológica. Se buscó que, preferentemente, estas obras hubieran logrado adaptarse o migrarse de manera exitosa a otra plataforma tecnológica distinta de la original, o en su defecto, presentaran elementos que indicaran la posibilidad de ello.
2. Dotación. Se consideraron obras en las que se empleara un solo instrumento, con el objetivo de limitar las variables analíticas concernientes a la relación del instrumento con la electrónica. Teniendo en cuenta que un estudio de estas características puede escalar posteriormente a dotaciones mayores.
3. Relevancia. Este criterio se centró en la identificación de los elementos por los que la pieza fuera relevante para este estudio, así como su relación con el problema de investigación planteado.
4. Singularidad de la obra. Se tomó en cuenta que la composición ocupara un lugar relevante dentro del corpus del compositor o compositora en cuestión. Además de que se hiciera un planteamiento musical en el cual las partes instrumental y electrónica tuvieran cierto grado de equilibrio y se complementaran entre sí.
5. Obsolescencia tecnológica. Se observó que los dispositivos electrónicos empleados en la versión original de la obra estuvieran obsoletos o discontinuados para el momento de la realización de los estudios. Esto con la finalidad de observar y documentar la información correspondiente a versiones posteriores y las respectivas tecnologías empleadas.
6. Tipos de procesos electrónicos. Como se mencionó con anterioridad, el presente estudio se circunscribe a las obras con procesamiento de señal en tiempo real. Por

esta razón, se estableció como criterio principal que las obras seleccionadas emplearan mayormente este tipo de procesamiento.

7. Modo de interacción. Se procuró que las obras plantearan una interacción entre el instrumentista y el dispositivo electrónico.
8. Aspectos favorables previsibles. Aspectos que a primera vista pudieran indicarnos que la obra en cuestión es susceptible de migrarse a otra plataforma.
9. Soluciones. Se tomó en cuenta si las obras presentaban, en cierto grado, una solución –ya sea explícita o implícitamente– al problema de preservación y la migración tecnológica.

Tomando en cuenta los criterios anteriores, se seleccionaron para ser estudiadas las siguientes obras:

- *Anthèmes 2* (1997/2005) para violín y electrónica en tiempo real de Pierre Boulez
- *Petals* (1988) para violonchelo y electrónica en tiempo real de Kaija Saariaho

Como señalan Lemouton et al. (2019, p. 42), “las piezas musicales históricas bien documentadas permiten a cualquiera tocarlas desde cero, sin conocimiento previo”. Se puede añadir que, en algunos casos, estas piezas no sólo permiten su reinterpretación, sino que también facilitan su potencial migración tecnológica y favorecen su preservación. En el caso de las obras seleccionadas, los autores han realizado una documentación adecuada teniendo el cuidado de especificar tanto los tipos de procesos en vivo requeridos para la interpretación como su comportamiento a lo largo de la obra. Asimismo, las especificaciones técnicas de

los procesadores de señal y dispositivos electrónicos, así como el equipo que se emplearon durante la creación de las obras y en las primeras interpretaciones.

3.3.3 Elaboración de preguntas.

Una segunda etapa consistió en la elaboración de las preguntas básicas que ayudaron a guiar los estudios de casos. De acuerdo con la metodología elegida, el planteamiento de las preguntas se basó en gran medida de las obras específicas que se escogieron para los estudios. Estas preguntas tuvieron como propósito principal orientar hacia la posible aplicación de lo hasta aquí observado en las siguientes etapas de la investigación. De esta manera, se establecieron algunas preguntas relacionadas con el objeto de estudio para ser aplicadas a las obras seleccionadas para los estudios:

Pregunta 1. ¿La documentación de la obra presenta todos los elementos necesarios para su interpretación?

Pregunta 2. ¿La obra puede ser interpretada sin la presencia del compositor?

Pregunta 3. ¿Es completamente necesario que la obra se ejecute con el dispositivo electrónico para el cuál fue escrita o podría emplearse alguno alternativo?

Pregunta 4. ¿Los procesos electrónicos empleados en la obra podrían lograrse con la misma efectividad empleando otra plataforma tecnológica?

Pregunta 5. ¿Cuáles elementos de las obras podrían ser considerados como inherentes a una pieza de estas características y por tanto podrían considerarse como fundamentales?

Pregunta 6. De los elementos que podrían considerarse como fundamentales para favorecer la adaptabilidad tecnológica ¿cuáles son comunes a los casos analizados?

Evidentemente, estas preguntas representan un acercamiento generalizado para ambos estudios de caso, pueden validarse o descartarse dependiendo de las características específicas de las obras que se están estudiando. Y, de ser necesario, pueden establecerse otras preguntas que sean pertinentes y estén derivadas de las piezas en cuestión, toda vez que arrojen información significativa para el estudio realizado.

3.3.4 Caso 1 – Petals, de Kaija Saariaho

Contextualización

Petals es una composición para violonchelo y electrónica compuesta por la compositora de origen finlandés Kaija Saariaho (1952), quien es una de las más destacadas compositoras vivas en la actualidad. Esta pieza forma parte de las obras electroacústicas tempranas de la compositora, una serie de trabajos realizados en la década de los 80's, en los que la autora experimentaba mediante el empleo de la electrónica como una manera de expandir los sonidos convencionales de los instrumentos acústicos, creando de esta forma un universo tímbrico extendido (Campion, 2017). Este “interés por combinar la electrónica con la interpretación en vivo ha seguido siendo uno de sus focos de atención y uno de los cuales ha desarrollado paralelamente a los medios de procesamiento del sonido” (Moisala, 2009, p. 26).

Petals fue escrita y estrenada en 1988. El material compositivo está derivado de las ideas musicales de una obra para cuarteto de cuerdas y electrónica escrita anteriormente por Saariaho. Tal como ella lo indica: “*Petals*, para violonchelo solo, fue escrita abruptamente

en pocos días, pero evidentemente tras una larga preparación inconsciente. El material procede directamente de *Nymphéa* para cuarteto de cuerda y electrónica. El nombre de la pieza se deriva de esta relación” (Saariaho, 2015). Es decir, el material musical de la obra se deriva de una pieza de mayor envergadura, así como los pétalos se derivan de la flor¹³.

Esta es una obra que puede ser interpretada como una composición para violonchelo solo, o bien con el empleo de los procesos electrónicos indicados en la partitura. Moisala (2009) señala, sin embargo, que “cuando se añade la electrónica, la pieza gana más matices, volumen y expresión. Está claro que los sonidos entrecortados del violonchelo, los sonidos suaves amplificados, la reverberación y la armonización determinan el conjunto musical” (p. 82).

En cualquiera de los dos casos – ya sea que la pieza se interprete con o sin electrónica –, es evidente el interés de la compositora por la transformación tímbrica, a tal grado que el timbre se constituye como un elemento estructural de la obra y no meramente como un recurso colorístico. Este es, precisamente, un factor característico en la música de Saariaho, el hecho de que “la electrónica nunca se utiliza sólo como un efecto, sino como una parte orgánica del lenguaje musical y un elemento que da forma a la estructura compositiva” (Moisala, 2009, p. 65).

Este particular interés en el manejo tímbrico puede verse por el empleo de sonoridades contrastantes en cuanto a su morfología, principalmente la oposición entre sonoridades diáfanas y ruidosas, que son acentuadas por la electrónica. Estos elementos opuestos “son frágiles pasajes coloristas que dan lugar a eventos más enérgicos con un claro carácter rítmico y melódico. Estas figuras más afiladas pasan por diferentes transformaciones, y finalmente se funden de nuevo en una filigrana menos dinámica pero no menos intensa” (Saariaho, 2015). La parte electrónica ayuda a resaltar la contraposición entre estas sonoridades e intensificar las transformaciones tímbricas, “ya que el principal actor musical de esta pieza

¹³ *Nymphaea* (Nenúfar) es, en taxonomía, un género que comprende un buen número de especies de hierbas acuáticas con flores.

es el timbre, que en gran medida se crea mediante manipulaciones electrónicas de los sonidos acústicos” (Meelberg, 2006, p. 200).

Documentación de la obra

La partitura de *Petals* fue publicada en 1989 y consta de tres secciones principales. Por un lado, una lista de indicaciones de interpretación, en la que se pormenorizan cuestiones referentes a la notación musical, así como las técnicas no convencionales de ejecución del instrumento. Por otro lado, se encuentra la partitura de la obra propiamente dicha, la cual está escrita en dos sistemas: el superior para el instrumento solista y el inferior para los procesos electrónicos. Finalmente, en una última sección se presentan de manera detallada las especificaciones técnicas para la versión con electrónica y la notación de los procesos electrónicos.

Descripción de los elementos técnicos de la obra

Petals no cuenta con una documentación extensa en lo que concierne al componente electrónico, sin embargo, en la tercera sección de la partitura –la cual consta de una sola página–, se pormenorizan los recursos tecnológicos necesarios para la ejecución de la obra. Al respecto, se señalan cinco aspectos principales: la versión electrónica, el armonizador, la reverberación, la notación de la electrónica y una propuesta de configuración de los componentes del dispositivo electrónico. Para fines de este estudio, a esta sección se le denominará “hoja de implementación”. Cada uno de los aspectos antes mencionados se describen de manera sintética a continuación:

a) Electrónica. En este apartado se presenta, en primer lugar, un listado del equipo tecnológico necesario para la interpretación de la obra. Es importante señalar que, salvo en el caso del procesador de efectos para generar el armonizador, no se indican modelos de los

dispositivos necesarios ni especificaciones de sus características técnicas. Estos aspectos se dejan bastante abiertos.

En segundo lugar, se provee información general sobre aspectos técnicos como la amplificación y difusión del sonido, la posición de los micrófonos y los niveles de sonoridad generales. Asimismo, en este apartado se describe un elemento que es de particular importancia para la compositora: el balance entre la electrónica y los instrumentos. Al respecto, Saariaho señala en una entrevista:

Al principio de mis partituras, suelo intentar describir la relación de la electrónica y los instrumentos. No puedo imaginar que no haya un músico o un ingeniero sensible que la controle. Probablemente aún deberíamos encontrar mejores formas de explicar el delicado equilibrio que requiere la partitura, ya que a veces hay interpretaciones problemáticas, no debido a los instrumentistas, sino en términos de equilibrio con la electrónica (Campion, 2017, p. 17).

b) Armonizador. En la pieza se emplean únicamente dos procesos electrónicos, el primero de ellos es un armonizador.

Con el armonizador, Saariaho puede transponer una nota un cuarto de tono hacia arriba y otro hacia abajo, lo que engrosa considerablemente la textura sonora. Utiliza especialmente el armonizador para crear texturas de ruido. Varias de sus obras incluyen sonidos procesados con el armonizador (Moisala, 2009, p. 67).

En *Petals*, este proceso debe estar ajustado para producir un efecto de *pitch shifting* (cambio de tono) en intervalos microtonales. Este cambio, evidentemente, genera una transposición, la cual se establece en un cuarto de tono (50 cents) hacia ambos lados de la señal de entrada, es decir, 50 cents hacia el canal izquierdo (*L*) y 50 cents hacia el derecho (*R*). “El timbre resultante ... suena como si se tocaran muchos violonchelos simultáneamente” (Meelberg, 2006, p. 200). En caso de que el armonizador solo cuente con un canal de salida, se proporciona una alternativa para el intervalo de transposición, el cual debe ajustarse un cuarto de tono (50 cents) hacia arriba.

Como dispositivos de procesamiento de sonido para este efecto en particular, se sugieren algunos modelos específicos de armonizadores propios de la década de los años ochenta del siglo pasado. El primer modelo es el Yamaha SPX90, el cual fue lanzado al mercado en 1985 (Figura 10). Se trata de un procesador digital equipado con múltiples efectos que pueden editarse para ajustarse de manera más adecuada a las necesidades del usuario. En caso de emplearse este modelo, se indica el programa específico que debe usarse (Programa 22: *pitch shift B*) y los ajustes precisos que deben hacerse a cada uno de los parámetros involucrados. Tales parámetros se encuentran indicados de la siguiente manera:

Pitch 1: +0/fine1 +45/delay1 20ms

Pitch 2: +0/fine2 -50/delay2 15ms

Esta información, aunque se proporciona para un modelo específico, permite tener una visión más clara del resultado sonoro deseado. Para cada canal en específico (*L* y *R*) se cuenta con la señal de entrada sin transposición y la transposición de la señal con un ligero retraso (*delay*). Asimismo, puede notarse que el intervalo de transposición para cada canal es ligeramente diferente, 45 cents para el intervalo superior y 50 cents para el inferior. En tanto que el retraso de la señal (*delay*) también cuenta con un ajuste temporal ligeramente distinto para cada canal.

Figura 10.

Procesador de efectos Yamaha SPX90.



Nota: Recuperada de <https://www.vintagedigital.com.au>

El segundo modelo de procesador de efectos sugerido es el Yamaha Rev5, lanzado al mercado en 1987. Este es un dispositivo de características similares al anteriormente mencionado SPX90, igualmente provisto con efectos múltiples con ajustes editables y, además, con la posibilidad de combinar distintos procesos. En la hoja de implementación, se indica el programa específico que debe usarse en caso de utilizarse este modelo (Programa: *Pitch change*). Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con el SPX90, para este modelo

en particular no se especifican los ajustes precisos para cada uno de los parámetros involucrados. No obstante, puede inferirse que los ajustes señalados para el SPX90 son igualmente aplicables para este procesador o, en su defecto, pueden establecerse de manera muy similar.

Figura 11.

Procesador de efectos Yamaha Rev5.



Nota: Recuperada de <https://www.yamaha.com>

Finalmente, se mencionan dos marcas adicionales de fabricantes de procesadores digitales (Publison, Eventide), sin embargo, no se da información sobre modelos específicos. A pesar de esto, con la información provista en la hoja de implementación, es decir, los modelos de procesadores digitales sugeridos y los parámetros y ajustes precisos que se requieren para la obra, es posible elegir un modelo que permita lograr un resultado sonoro muy cercano al deseado originalmente.

c) Reverberación. En este apartado, se especifican los ajustes generales para el proceso de reverberación usado en la pieza.

La reverberación amplía el sonido tanto en el tiempo como en el lugar; se utiliza para aumentar la duración del sonido, así como para crear espacios virtuales y cambiar las impresiones de los espacios reales. Si el sonido de una interpretación en vivo se reverbera, también puede resonar en el fondo mientras el instrumentista sigue tocando (Moisala, 2009, p. 67).

En primer lugar, llama particularmente la atención que no se sugiera un tipo de reverberación en específico. Por el contrario, se establece que, en caso de que el dispositivo de procesamiento digital empleado cuente con diversos ajustes, se opte por una reverberación brillante (*bright*) sin combinarse con otros efectos. Esta situación muestra, hasta cierto punto,

flexibilidad en la elección del proceso. No obstante, se especifica muy claramente el ajuste concerniente al tiempo de reverberación inicial, el cual debe ser de alrededor de 2.5 segundos, pudiéndose ajustar en función de las necesidades acústicas de la sala de concierto.

Por otro lado, se advierte que la realización de cambios en el tiempo de reverberación podría devenir en sonidos no deseados (*clicks*), para evitar esto se sugiere que, en lugar de manipular este parámetro cuando se indica, se opte por cambiar la cantidad de reverberación (*amount*) aplicada.

Finalmente, puede observarse que, en términos generales, para los ajustes referentes a la reverberación se proporcionan indicaciones mucho menos específicas que las señaladas para el armonizador.

d) Notación de la electrónica. En este apartado se pormenoriza la manera en que están representados los procesos electrónicos en la partitura; esta información se detallará en la siguiente sección. Adicionalmente, se provee de un diagrama de configuración para los dispositivos electrónicos requeridos para la interpretación de la obra.

Implementación de la electrónica en la partitura

Como se mencionó anteriormente, la partitura de la obra se encuentra dispuesta en dos sistemas. En el sistema superior puede apreciarse la escritura musical para el violonchelo, mayormente en notación convencional. Destaca la presencia de algunas técnicas extendidas, principalmente el uso de distintos tipos de presión de arco, que van desde los sonidos flautados, pasando por la presión normal, hasta la presión extrema (*overpressure*).

Por otro lado, un sistema inferior se destina para la descripción de los procesos electrónicos. Se presenta como una notación bastante elemental, sin embargo, resulta particularmente clara y sumamente funcional. A la izquierda del sistema pueden verse un par de recuadros, al interior de los cuales aparece una letra que describe cada uno de los procesos

electrónicos. La primera, con la letra R, refiere a la reverberación; en tanto que una segunda línea con la letra H, corresponde al armonizador (Figura 12).

Figura 12.

Notación de los procesos electrónicos

Nota: Tomada de Saariaho, 1988.

Tanto los ajustes de reverberación, como los del armonizador son manipulados durante la interpretación, Saariaho incluye la notación de porcentajes en la partitura que indican la cantidad de efecto aplicado en cada sección (Wahl, 2017). Estos porcentajes corresponden a las indicaciones de sonido seco (*dry*) y húmedo (*wet*) típicas de esta clase de procesos. Un porcentaje de 0% indica que no se aplica el proceso, es decir, se escucha el sonido del violonchelo seco, en tanto que, en el polo opuesto, la notación del 100% corresponde a la aplicación máxima del efecto, un sonido totalmente húmedo.

Adicionalmente, se emplean reguladores dinámicos convencionales que muestran el comportamiento aproximado de estos cambios en el tiempo, *crescendo* o *diminuendo*, desde un nivel establecido previamente hacia uno nuevo, o bien, líneas punteadas indicando que el nivel determinado se mantiene. La compositora enfatiza en la hoja de implementación que los porcentajes indicados en la partitura deben ser considerados únicamente como una guía y que deben ajustarse en función del espacio acústico en el que se realice la interpretación de la obra.

Figura 13.

Notación de los procesos electrónicos.

The image shows a musical score for electronic processes. It features two staves of music. The first staff is marked 'a tempo' and 'rit.' (ritardando). The second staff is also marked 'a tempo' and 'rit.'. The score includes various dynamic markings: *ppp*, *f*, *ff*, and *p*. There are also markings for 'gliss.' (glissando) and 'rit.'. Below the staves, there are two boxes labeled 'R' and 'H'. The 'R' box contains '20%' and the 'H' box contains '∅'. There are also percentage markings (20%, 40%, 50%, 20%) and arrows indicating changes in the electronic processes over time.

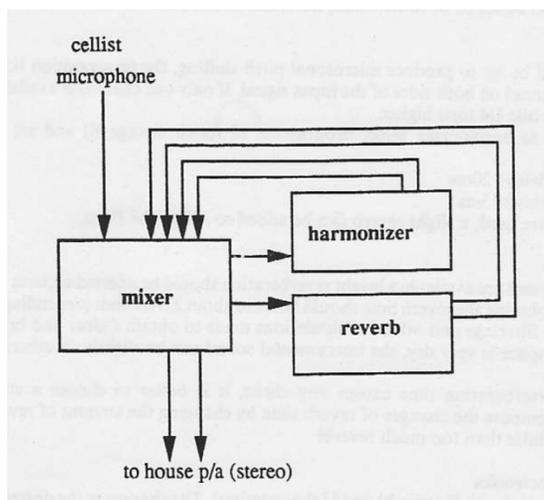
Nota: Tomada de Saariaho, 1988.

Además de lo anterior, pueden encontrarse en la notación de la electrónica algunas indicaciones concernientes a cambios graduales en los ajustes del tiempo de reverberación. Por lo general, aparecen escritas en un cuadro de texto, señalando el tiempo (en segundos) que debe transcurrir en el paso de un ajuste a otro. Cabe señalar que tanto en la partitura como en la hoja de implementación se establece que el tiempo de reverberación inicial debe ajustarse en 2.5 segundos al inicio de la obra, sin embargo, en ningún sitio se señala si existe un límite hasta donde debería incrementarse cada vez que se solicita en la partitura. Este es uno de los pocos señalamientos que no quedan del todo claros.

Como se señaló en otro momento, al final de la documentación de la obra se añade una página titulada “Propuesta de configuración de la electrónica” en la que se presenta de manera esquemática la forma en que deben interconectarse los distintos dispositivos electrónicos involucrados en la pieza (Figura 14). No se proporcionan mayores detalles, salvo los ajustes requeridos para un modelo de armonizador específico (SPX90). Sin embargo, la información proporcionada resulta particularmente útil para entender el flujo de señal y la cadena que siguen los procesos.

Figura 14.

Configuración de los dispositivos electrónicos.



Nota: Tomada de Saariaho, 1988.

Sincronización entre el instrumento y la electrónica

Un aspecto que no se indica en la partitura ni en su documentación es la manera en que se efectúa la manipulación de los procesos electrónicos durante la interpretación. Aunque se detalla ampliamente en la partitura cómo deben comportarse los procesos, no queda claro si éstos son activados y controlados por el intérprete, o bien, por una persona extra –un técnico quizá–, o incluso por la compositora misma. Lo que sí es evidente, es que la electrónica está muy involucrada en la obra (Wahl, 2017). Saariaho “quiere que los músicos se concentren en tocar junto con la parte electrónica en el momento, como en una interpretación de música de cámara” (Moisala, 2009, p. 71). En ese sentido, la manipulación de la electrónica exige una precisión equiparable a la que se requiere para la interpretación del instrumento acústico.

Si bien en la partitura no se detalla la naturaleza del dispositivo de interacción, en la práctica se suelen emplear pedales continuos para controlar los procesos. “El intérprete regula a través de un pedal el porcentaje de reverberación, y en otro, la armonización por cuartos de tono superiores o inferiores en relación [sic] a la nota tocada en el instrumento”. (De Andrade, 2010, p. 8). De esta manera, el intérprete puede mezclar ambos componentes sonoros de la

obra, el timbre acústico del instrumento y su procesamiento en tiempo real. No obstante, cabe la posibilidad de que esta última función sea realizada por un técnico, en tanto que el instrumentista se concentra en la interpretación meramente musical.

Migración tecnológica

Finalmente, se ha revisado si el componente tecnológico de la obra se ha reelaborado o adaptado a un dispositivo *–hardware o software–* distinto al empleado en su concepción, a partir de la documentación con que se cuenta.

Con respecto a las composiciones de Saariaho es oportuno señalar que su aproximación a la tecnología es particular, pues la elaboración de los procesos electrónicos en su obra parte de una idea musical, sus piezas electroacústicas “existen más allá de un momento específico de la tecnología, a pesar de que originalmente utilizaban equipos muy específicos” (Campion 2017, p. 17). Como menciona Barriere en una entrevista, la compositora “no tiene ninguna predisposición técnica al principio; por lo tanto, no está limitada por las restricciones tecnológicas. Ella imagina algo musicalmente y nosotros encontramos la manera de realizarlo. A mucha gente le ocurre lo contrario: Descubren una herramienta específica y luego imaginan cómo utilizarla musicalmente (Campion 2017, p. 17).

El enfoque anterior, se encuentra presente en *Petals*, el procesamiento de señal está propuesto en función del resultado musical que se espera y la descripción para lograrlo se hace sin una referencia directa a alguna tecnología específica. Aunque en la documentación hay especificaciones de equipo tecnológico concreto, se podría prescindir de tal información pues la descripción de los procesos y su comportamiento a lo largo de la obra está hecha de tal manera que a partir de ella se podría adaptar a casi cualquier dispositivo *–siempre que éste cuente con los efectos y parámetros especificados–*.

La primera interpretación de la obra se realizó con el equipo (hardware) descrito en la hoja de implementación. Años después, Barriere realizó la migración a un soporte digital, particularmente un *patch* diseñado en el software Max, como respuesta a la necesidad de hacer más accesible el dispositivo a los intérpretes. Al respecto, Barriere menciona que

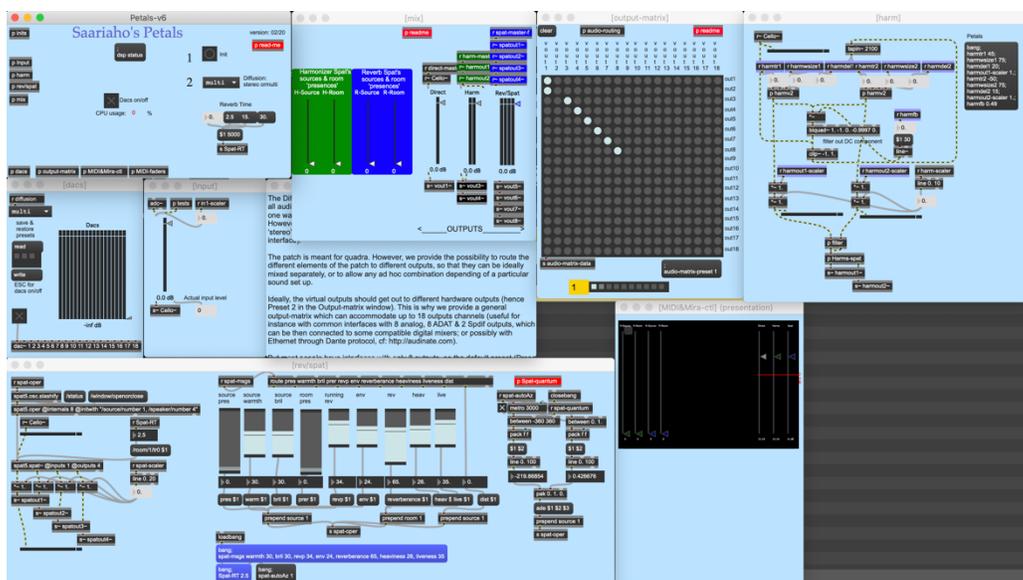
en los últimos treinta años, la electrónica ha tenido que ser mantenida y a veces incluso reconstruida. Es un esfuerzo que hemos hecho porque la gente quiere realizar estas piezas, y la disponibilidad de herramientas de programación más "generales", como Max, ha facilitado nuestros esfuerzos... Ponemos la electrónica de las piezas de Kaija a disposición en la *web* para que la gente pueda tomar los *patches* y tocar las piezas sin nosotros (Campion 2017, p. 17).

De esta forma, en el sitio oficial de la compositora se pueden encontrar todos los elementos necesarios para realizar la electrónica de ésta y del resto de sus piezas (Saariaho, 2015). En el sitio pueden descargarse las aplicaciones *standalone* para el sistema operativo MacOs. Si se requieren los *patches* editables o las versiones para Windows pueden solicitarse vía correo electrónico. Además de lo anterior, en la página se proporcionan notas técnicas generales y un apartado con soluciones a problemas comunes con respecto a las aplicaciones y/o los archivos de audio que se requieren para la interpretación.

Barriere programó detalladamente todo lo necesario para que el procesamiento de la señal acústica se logre mediante el dispositivo digital en concordancia con lo descrito en la hoja de implementación de la obra (Figura 15). Además de esto, añadió, de manera eficaz, la programación de un sistema de espacialización y de un sistema de control. El trabajo de Barriere, no solo en esta obra sino también en el resto de las piezas del repertorio electroacústico de Saariaho, representa un encomiable ejemplo de migración tecnológica de un dispositivo análogo a uno digital.

Figura 15

Vista general del patch de Petals.



Nota. Recuperada de <http://www.petals.org/Saariaho/Electronics.html>

3.3.5 Caso 2 – *Anthèmes II*, de Pierre Boulez

Anthèmes 2 es una composición para violín y electrónica en tiempo real estrenada en 1997, corresponde a una reelaboración con procesamiento electrónico de señal de una pieza anterior de Boulez para violín solo: *Anthèmes*. La partitura de *Anthèmes 2* corresponde mayormente a lo escrito en *Anthèmes* con algunos añadidos: gestualidades, dobles notas, pasajes, entre otros. Por otro lado, una diferencia sustancial –además del evidente empleo de un dispositivo electrónico en la segunda obra–, es la duración: *Anthèmes* tiene una duración aproximada de diez minutos, en tanto que *Anthèmes 2* puede extenderse hasta veinticuatro¹⁴.

¹⁴ De acuerdo con lo especificado en el catálogo de obras de Boulez en la página web de *Universal Edition* <https://www.universaledition.com/pierre-boulez-88/works>

La partitura de *Anthèmes 2* fue publicada en 2005, consta de tres componentes, por un lado, la partitura para violín, acompañada de un *régie informatique*¹⁵ (Figura 16) y un manual técnico (Figura 17). En este último, se describe el dispositivo electrónico y se proporcionan los detalles para que éste pueda reproducirse a partir de la partitura. Como se mencionó anteriormente el encargado de la realización del dispositivo electrónico fue Andrew Gerzso, quien ya había colaborado en las realizaciones electroacústicas para *Répons* (1981), *Dialogue de l'ombre double* (1986) y *...explosante fixe...* (1991). Gerzso siguió de manera rigurosa las indicaciones de Boulez para lograr el resultado sonoro deseado por el compositor. “Esto se hizo con el objetivo de investigar si este enfoque puede servir como una alternativa para la práctica común de publicar una partitura junto con un programa de computadora, y teniendo en mente la interpretación de la música con *live-electronics* en el futuro lejano” (Van der Wee et al., 2016).

¹⁵ Gestor o administrador informático.

Figura 16

Anthèmes 2, partitura y administrador informático

The image displays a page from a musical score titled "Anthèmes 2 pour violon et dispositif électronique (1997)" by Pierre Boulez. The score is published by "Régie informatique". It features several staves: Violon (Violin), Violon Rev. (Violin Reverse), Sampil. IR (Sampled IR), Sampil. (Sampler), and FS (Frequency Shift). The Violon part includes dynamic markings such as *f*, *fff*, *mf*, and *ff*, along with tempo markings like *Libre*, *(♩ = 92)*, *rall.*, and *(♩ = 66)*. The electronic parts include various parameters and settings, such as "F -11-18-182.0" and "ML -4-12-242.0". The score is published by Universal Edition in 1997.

Nota: Tomada de Boulez, (2005, p. 1).

La primera versión de la pieza se implementó usando una computadora NeXT empleando una variante del lenguaje de programación *Max* (*Max 0.26*). La versión de 2005, para la cual se escribió el manual técnico supervisado por Gerszo, se realizó con una versión más reciente de *Max* (4.5). Sin embargo, el mismo Gerzso indica en la sección del manual titulada “Filosofía de este manual” que éste “no contiene referencia a ninguna tecnología específica para la realización electroacústica de la obra” (Gerzso, 2005, p. 2).

Como parte de los estudios de casos propuestos en la metodología de este proyecto de investigación se ha planteado una revisión minuciosa de los distintos componentes de la partitura de esta obra en relación con el componente tecnológico, del mismo modo debe estudiarse “si el enfoque seguido por Andrew Gerzso en *Anthèmes 2* es aplicable a otras obras. [Y de ser así,] (...) identificar los procesos electrónicos en los que este enfoque podría aplicarse, y cómo podría integrarse en la partitura, y qué tipo de notación debería desarrollarse” (Guercio, et al., 2007, p. 229).

Figura 17

Anthèmes 2, manual técnico (fragmento)

1. Introduction

Overview

Anthèmes 2 is a composition for violin and live electronics. The violin is equipped with a microphone used both for amplification and sound pickup for processing by the computer. The amplified violin sound is sent to two speakers to the left and right of the violinist and is also projected in the concert hall – together with the processed sounds – using a sound spatialization system which serves to create a virtual sound space surrounding the audience. The computer processing involves the transformation of the live sound of the violin – using the various techniques described below – as well as sample sequencing. The processed sound is always sent to the spatialization system. The three elements – amplification, processing and spatialization – constitute the electronic part of the piece.

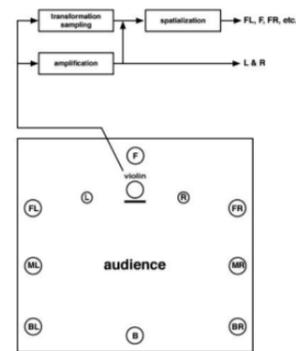


Figure 1 - Overview

In the performance hall, the violinist may be placed either on a stage facing the audience or in the middle of the audience.

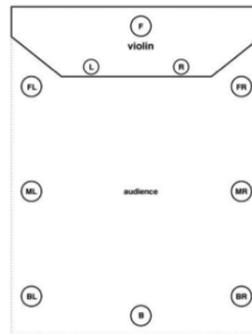


Figure 2 - Frontal Disposition

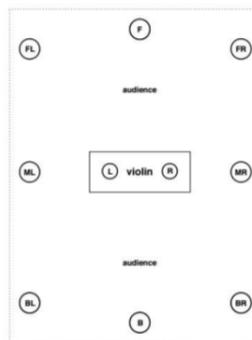


Figure 3 - Central Disposition

Nota. Tomada de Gerszo, (2005, p. 1).

Documentación de la obra

Descripción general del manual técnico. Como se mencionó con anterioridad, la partitura de la obra está acompañada de un manual técnico elaborado por Andrew Gerszo en el que se describen de manera pormenorizada los componentes electrónicos y su implementación en la pieza. Para este estudio es necesario examinar el manual y realizar una descripción de cada una de sus secciones para, posteriormente, analizar cómo se implementan en la partitura los procesos electrónicos especificados en él y en qué medida éste favorece la reconstrucción y/o migración de la obra a una plataforma electrónica distinta a aquella para la cual fue concebida.

El manual consta de cinco secciones principales que se describen de manera sintética a continuación:

1. Introducción – En esta sección se refieren esencialmente tres aspectos: las generalidades de la pieza, la filosofía del manual y la manera en que éste debe utilizarse.

En primer lugar, en la vista general (*Overview*) se especifican la dotación de la obra –violín y electrónica–, los elementos involucrados en el componente electrónico – la amplificación, el procesamiento y la espacialización del sonido– y aspectos referentes al funcionamiento de éstos en la pieza. Al final de este apartado, se muestra un diagrama general de la conceptualización técnica de la obra, así como dos diagramas en los que se indican las distintas posibilidades de disposición del espacio de interpretación, ya sea frontal (el instrumentista al frente del escenario y el sistema de difusión rodeando a la audiencia) o central (el instrumentista al centro de la audiencia y del sistema de difusión).

En segundo lugar, se enuncia el principio fundamental del manual en la sección “Filosofía de este manual” (*Philosophy of this manual*), en la cual se manifiesta que para la realización electroacústica de la pieza el manual está escrito sin referencia a ninguna tecnología en específico. Como el mismo Gerszo (2005) apunta, “cualquier manual que haga referencia a una tecnología en específico quedaría obsoleto en poco tiempo” (p. 2). Por esta razón, el manual se enfoca más en la descripción detallada de los procesos y principios necesarios para la realización electroacústica de la obra que en los medios específicos (hardware y software) para su implementación.

En tercer lugar, se presenta el apartado “Cómo usar este manual”, en el que se detalla la manera en que deben interconectarse los módulos de procesamiento de señal y la forma en la que el sonido resultante debe ser enviado al sistema de espacialización.

Como cierre de esta introducción se precisan las tres secciones principales –concernientes a la implementación tecnológica– con las que cuenta el manual: Tecnología requerida, Procesos y datos, Pautas de interpretación.

2. Tecnología requerida – La descripción de los dispositivos tecnológicos empleados en la obra –como son la amplificación, las transformaciones del sonido del violín y *samples*, y la espacialización– se puntualiza en esta sección.

Amplificación. En este apartado se define el papel del sistema de amplificación y el objetivo que se persigue mediante su empleo, a saber, lograr un balance entre el sonido del instrumento y la señal procesada. Asimismo, se establece el tipo de microfonía que debe utilizarse con el propósito de garantizar una óptima captación del sonido y brindarle al instrumentista libertad de movimiento durante la interpretación.

Transformaciones del sonido del violín y *samples*. El procesamiento de señal en tiempo real se logra a partir de módulos DSP (*Digital Signal Processor*). En este apartado se detallan los módulos requeridos para el procesamiento de señal, así como los parámetros de cada uno y el número de módulos que se necesitan.

Los módulos (DSP)¹⁶ empleados en la pieza son los siguientes:

- *Frequency shifter + Delay* (6 módulos)
- *Ring modulation + Comb filter* (1 módulo)
- *Infinite Reverberation* (2 módulos)
- *Harmonizer + Delay* (4 módulos)
- *Sampler*

En algunas secciones de la pieza “varios módulos del mismo tipo se usan juntos para producir una salida (para la cual hay un control de nivel global) que se enviará a otro módulo o al sistema de espacialización” (Gerzso, 2005, p. 3), por lo que los módulos DSP mencionados más arriba se emplean en la pieza de manera individual, o bien se combinan de distintas maneras para potenciar las capacidades de procesamiento electrónico. Es posible ejecutar un máximo de seis procesos de manera simultánea y enviarlos al sistema de espacialización.

Por otro lado, se propone una nomenclatura (Tabla 14) para cada módulo o conjunto de módulos que facilita su identificación en la partitura electroacústica y en la descripción de los *patches* de procesamiento digital. Además de lo anterior, cada módulo cuenta con un diagrama de flujo que muestra, por medio de una representación algorítmica, tanto sus

¹⁶ Cada uno de los procesos y sus respectivos diagramas se revisarán con mayor detalle en la siguiente sección de este estudio: Implementación en la partitura.

componentes (procesos involucrados), como los parámetros principales y el flujo de la señal (Figura 18).

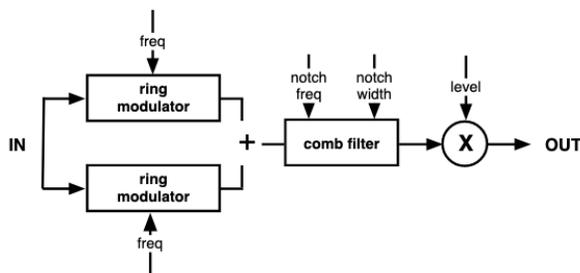
Tabla 14

Nomenclatura para los procesos electrónicos

Módulo/Proceso	Nomenclatura
Frequency shifter	FS
Frequency shifter con delay	FSD
Ring Modulator y Comb filter	RMC
Infinite reverberation	IR
Harmonizer	HR
Harmonizer con Delay	HRD
Sampler	S
Sampler con Infinite Reverb	S-IR

Figura 18

Representación algorítmica de un módulo DSP (Ring modulator+Comb filter)



Nota. Tomada de Gerszo, A. (2005, p. 2).

Especialización. En esta sección se especifica la manera en que el timbre del violín y su sonido procesado se proyectan en el espacio que rodea a la audiencia mediante el empleo de un sistema de espacialización. Gerzso advierte ser consciente de que posteriormente a la fecha de diseño del manual de la obra (2005), sería muy probable que los altavoces evolucionaran a sistemas de difusión mucho más complejos, los cuales estarían equipados,

tal vez, de paneles capaces de simular la posición de los altavoces; como ejemplo menciona la tecnología *Wave field synthesis* (WFS)¹⁷. Por esta razón el manual “hace referencia a posiciones perceptuales en el espacio y no a la localización física de los altavoces individuales” (Gerzso, 2005, p. 3). Por otro lado, se indica que el sistema de espacialización debe ser capaz de procesar hasta seis fuentes sonoras independientes.

Para cada una de las fuentes sonoras se establecen tres parámetros concernientes a la espacialización del sonido que deben permitir ser manipulados de manera dinámica y precisa¹⁸:

- a) La dirección de la fuente (el punto de donde proviene el sonido).
- b) La presencia de la fuente (si se percibe como cercana o lejana).
- c) La presencia del espacio virtual en el que la fuente es proyectada.

Sincronización del violín y la electrónica. Para lograr la sincronización entre los procesos electrónicos y el sonido del violín se insertan en la partitura indicaciones (*cues*) de los momentos precisos en que uno o más de los procesos deben ser activados o detenidos y cuándo deben ajustarse los parámetros de los distintos procesos. En general, la sincronización puede lograrse de manera manual, mediante un botón, una tecla de la computadora o un click del mouse, sin embargo, algunos momentos de la obra deben automatizarse mediante un sistema que sea capaz de seguir al intérprete en tiempo real (Gerzso, 2005).

¹⁷ *Wave field synthesis* “es una técnica de reproducción espacial de un campo sonoro. Tiene el objetivo de crear una percepción auditiva allí donde la imagen sonora se produce originalmente. A diferencia de los sistemas de escucha colectiva envolventes (es decir, excluyendo la escucha individual binaural con auriculares) como los sistemas 5.1, 7.1, Dolby Atmos o Ambisonic, WFS tiene la particularidad de no requerir un punto de escucha central ideal (*Sweet Spot*); el espectador podrá percibir el sentido de espacialidad sonora moviéndose libremente en el espacio” (Failla, 2008).

¹⁸ Cada uno de los procesos y sus respectivos diagramas se revisarán con mayor detalle en la siguiente sección de este estudio: Implementación en la partitura.

3. Procesos y datos – En esta sección se muestra el “*patch*”¹⁹ de procesamiento de señal digital (DSP) correspondiente a cada una de las secciones de la obra. En ellos se muestran mediante diagramas de flujo los procesos electrónicos empleados y la ruta de espacialización por la que es enviada la fuente sonora (Figura 18). Todos los valores para cada módulo DSP, el sampler y el sistema de espacialización se encuentran pormenorizados en la partitura de la obra. En los casos en que las secuencias de *samples* o los patrones de espacialización se generan de manera algorítmica en tiempo real, éstos se especifican en la partitura empleando pseudocódigo²⁰ o (verbalizadas/expresadas) escritas en inglés llano (*plain English*). Lo anterior se hace esperando que las indicaciones sean entendidas de manera clara sin la necesidad de conocer un código de programación específico.

Figura 19

Diagrama de flujo de la sección “Libre” de *Anthèmes 2*

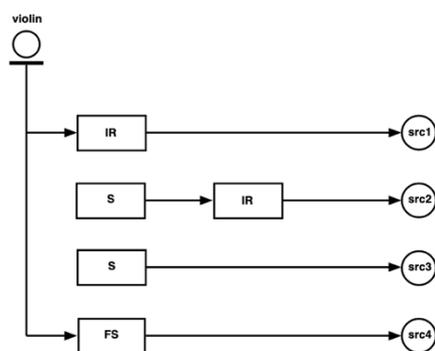


Figure 9
Libre

Nota. Tomada de Gerszo, (2005, p. 5).

¹⁹ Las comillas son usadas por Gerzso en el manual (2015, 5).

²⁰ El pseudocódigo es una representación algorítmica que “se construye con instrucciones que no son específicas de un lenguaje de programación pero que reflejan un comportamiento similar; al tener un programa en pseudocódigo se puede convertir éste con mayor facilidad a un lenguaje de programación” (Duque, D. F., et al., 2017, p. 38).

4. Pautas de interpretación

Con base en la experiencia adquirida a lo largo de aproximadamente cincuenta interpretaciones de la obra en distintas salas de concierto, hasta la publicación del manual en 2005, se establecen algunos comentarios con la intención de que éstos sirvan de guía para futuras interpretaciones. En primer lugar, se dan algunas recomendaciones generales principalmente en lo que concierne a los niveles de amplificación del violín y a la manera en que se puede lograr una mejor mezcla de éste con el sonido procesado. Después de esto, se realizan comentarios para cada una de las secciones de la pieza, los cuales se relacionan con eventos y momentos específicos en términos de niveles y balance, eventos puntuales en la interpretación e indicaciones sobre la espacialización y el procesamiento de la señal acústica. La mayoría de estas recomendaciones están dirigidas al técnico o técnicos encargados de la mezcla de la pieza en vivo y de la interpretación de los procesos en tiempo real.

5. Notas históricas

Posteriormente, el manual contiene un apartado en el cual se hace un recuento sobre distintos aspectos relacionados con la obra: su génesis, su relación con composiciones anteriores dentro del *corpus* de Boulez, algunas de las prácticas y técnicas musicales empleadas de manera recurrente en la música de Boulez y datos respecto al proceso creativo y la vinculación entre el instrumento y la electrónica²¹.

²¹ Con respecto a este último aspecto –la vinculación entre el instrumento y la electrónica– se hablará detalladamente en la siguiente sección de este estudio: Implementación en la partitura.

6. Notas de implementación

Finalmente, se integran en esta sección –a manera de apéndice– algunas notas relacionadas con la implementación de la electrónica en las primeras versiones de la obra (entre 1997 y 2005), en las que se empleó tecnología del IRCAM. Este es el único lugar en el manual donde se hace referencia a elementos tecnológicos específicos. La información provista en este apartado es de utilidad en distintos niveles. En primer lugar, sirve como registro de las distintas versiones de la obra y los dispositivos (*hardware* y *software*) utilizados en distintas interpretaciones. En segundo lugar, provee información técnica específica que puede ser de ayuda para comprender mejor los procesos y dispositivos necesarios para la interpretación de la obra. En tercer lugar, permite conocer la evolución de la tecnología empleada en la pieza, lo que puede resultar útil para implementaciones posteriores con otros dispositivos.

Implementación de la electrónica en la partitura

Tras describir de manera general las distintas secciones del manual técnico, es preciso revisar la manera en que las indicaciones técnicas se implementan en la partitura de la obra. Como señalan Guercio, et al. (2007) “las especificidades de los procesos electrónicos pueden ser registradas, o no registradas, en la partitura” (p. 228). En el caso de esta obra, sin embargo, se realiza una representación bastante cuidadosa de los procesos electrónicos con un énfasis en los parámetros de cada uno de ellos sin referencia a ninguna tecnología específica. En este sentido, la composición impresa cuenta, como se mencionó con anterioridad, con la partitura propiamente dicha y con una suerte de partitura electroacústica a la que se le da el nombre de *Régie informatique* (gestor o administrador informático). Al respecto, Cont (2013) señala que

esta partitura muestra la sección instrumental (violín) en paralelo a una notación aproximada para la electrónica en tiempo real que acompaña al sistema. Cada sistema corresponde a un proceso electrónico específico, ya sea en tiempo real o con *samplers*, por sí mismo acompañado de parámetros de espacialización. La secuenciación de la electrónica en esta partitura se anota en relación con el tempo de ejecución o con valores absolutos fijos si es necesario. Los números en círculo de la partitura corresponden a los puntos de sincronización entre las partituras instrumentales y las electrónicas (p. 24).

Con respecto a los módulos electrónicos empleados en la pieza se distinguen los siguientes tipos:

Módulos de procesamiento de sonido: se emplean módulos de procesamiento de señal ampliamente conocidos, estandarizados (a menos que se describa lo contrario), para los cuales se establecen parámetros también considerados comunes (Gerzso, 2005).

Módulo de espacialización: “con la ayuda de Olivier Warusfel (Investigador Jefe del Equipo de Acústica de Salas del IRCAM), Andrew Gerzso ha identificado descriptores bastante universales, cuyos valores pueden ser inducidos a partir de *patches* actuales. Por ejemplo: dirección de la fuente, nivel de la fuente directa, nivel de la primera reflexión.” (Guercio, et al., 2007, p. 228).

Módulo de seguimiento de partitura: este es el único módulo para el cual Gerzso no realiza una descripción de sus componentes, únicamente se menciona lo que se espera que el módulo debería ser capaz de hacer, es decir, “un sistema capaz de seguir al intérprete en tiempo real” (Gerzso, 2005, p. 5).

Procesos electrónicos

El pensamiento de Boulez en lo que respecta a la relación entre los instrumentos musicales y los dispositivos electrónicos, era que éstos últimos servían como expansión del universo acústico de los primeros. En una entrevista con Mawhinney (2001) señala lo siguiente: “No pienso diferente para la electrónica y los instrumentos. Los métodos son obviamente diferentes, pero la forma de concebir el espacio musical es exactamente la misma. La electrónica es realmente una expansión del mundo instrumental” (p. 3).

Por otro lado, en lo que concierne a la generación de la electrónica, en *Anthèmes 2* se adopta un enfoque en el que “todo el material electrónico es generado en tiempo real, durante la interpretación (en otras palabras, no hay material pregrabado, que sea simplemente reproducido durante el concierto)” (Gerzso 2005, p. 10).

Desde esta perspectiva, Gerzso (2005) describe el dispositivo electrónico como sigue:

Anthèmes 2 es una composición para violín y electrónica en vivo. El violín está equipado con un micrófono utilizado tanto para la amplificación como para la captura de sonido para su procesamiento por la computadora. El sonido amplificado del violín se envía a dos altavoces a la izquierda y a la derecha del violinista y también se proyecta en la sala de conciertos –junto con los sonidos procesados - usando un sistema de espacialización de sonido que sirve para crear un espacio virtual de sonido que rodea a la audiencia. El procesamiento de la computadora implica la transformación del sonido en vivo del violín, ... así como secuencias de *samples*. El sonido procesado siempre se envía al sistema de espacialización. Los tres elementos – amplificación, procesamiento y espacialización – constituyen la parte electrónica de la pieza (p. 1).

De esta manera, la electrónica cumple con tres roles principales que pueden diferenciarse en la obra:

- 1) Modificar y expandir la gama de sonoridades del violín.
- 2) Modificar y extender las estructuras de composición²² que conforman la pieza.
- 3) Proyectar los materiales musicales en el entorno acústico por medio de un sistema de espacialización. (Gerzso, 2005, Van der Wee, et al., p. 2016).

En lo subsecuente se revisarán los módulos de procesamiento de señal más importantes empleados en la composición en relación con su representación en la partitura.

Representación de los procesos en la partitura. En primer lugar, es importante señalar que a cada uno de los procesos empleados en la obra le corresponde un sistema en la partitura, como si cada uno de ellos fuese un instrumento más. Esto permite, por un lado, distinguir entre sí con claridad los procesos involucrados, así como las especificaciones proporcionadas para cada uno en particular y, al mismo tiempo, diferenciar esta información de las indicaciones musicales proporcionadas para el violín. Por otro lado, facilita la interpretación de los procesos electrónicos en vivo y hace posible seguir su desarrollo en el tiempo de manera sincrónica con la partitura instrumental. Es necesario, recalcar el grado de detalle en el que se especifican los parámetros de cada uno de los procesos, prácticamente con la misma precisión con la que se especifican los eventos musicales en la parte para violín (Figura 20). En tercer lugar, esta representación tan específica puede favorecer la eventual

²² Gerzso menciona el hábito de Boulez de emplear lo que el llama “familias de escritura musical” como punto de partida para la creación de algunas de sus obras, esta técnica es empleada en *Anthèmes 2*. “Una familia musical estará basada típicamente en una clase de escritura (fundamentada en reglas, algún método de proliferación, o un principio de generación) que garantiza la identidad y cohesión de la familia musical” (Gerzso, 2005, p. 9).

recreación de los procesos electrónicos con alguna tecnología específica a partir de la información proporcionada.

En segundo lugar, es necesario precisar que para cada sistema se proveen indicaciones individuales de espacialización, situación que incrementa el nivel de especificidad de la información proporcionada en la partitura.

Figura 20

Primera página de la partitura de Anthèmes 2

The image shows the first page of the musical score for "Anthèmes 2" by Pierre Boulez, published by Régie informatique. The score is for violin and electronic device (1997). It includes the following elements:

- Title:** Anthèmes 2 pour violon et dispositif électronique (1997)
- Composer:** Pierre Boulez (*1925)
- Tempo/Style:** Libre brusque (♩ = 92), followed by rall. (♩ = 92) and then (♩ = 66).
- Violon (Violin):** Features dynamic markings *f*, *fff*, *mf*, and *ff*. Includes a section marked "batt. (archet normal)".
- Inf. Rev. (Informational Reverb):** Includes a "reverb time: 60" instruction.
- Sampl. IR (Sampled Impulse Response):** Includes a "reverb time: 60" instruction and MIDI data: 93 90 85 84 82 80 79 77 74 75 74.
- Sampler:** Includes "pizz." (pizzicato) markings with a duration of "93 msec" and MIDI data: [472] 70 89 88 87 84 83.
- Freq. Shift (Frequency Shift):** Includes MIDI data: [472] [47170] [89 70 73 74] [74 73 72 89 88] [87 88 71 72 73 74] [83 84 87 88 89 70 71 74] [74 73 72 71 70 87 88].
- Spatialization:** Multiple staves for spatialization with instructions like "F -11/-18/-18/2.0" and "MR -4/-12/-24/2.0".
- Other:** A box labeled "Régie informatique" is in the top right. A circled number "1" is at the start of the Violon staff, and circled numbers "2" through "9" are placed below the spatialization staves.

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 1).

Frequency shifter + Delay. Este es un módulo que consta de la combinación de dos procesos: un *frequency shifter* (modificador de frecuencia) y un *delay* (retraso). Se encuentra indicado en la nomenclatura del manual como FSD. En algunas secciones de la obra pueden emplearse hasta seis módulos de manera simultánea, ya sea con o sin *delay*. En los casos en los que se usa únicamente el *frequency shifter*, se indica con la nomenclatura FS. De tal manera que los módulos posibles resultan como sigue:

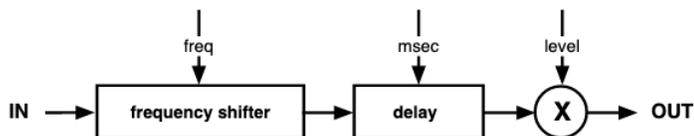
Frequency shifter con o sin delay

- FS: un *frequency shifter* sin *delay*
- FSD: un *frequency shifter* con *delay*
- 6 FS: seis *frequency shifter* sin *delay*
- 6 FSD: seis *frequency shifter* con *delay*

En la representación algorítmica correspondiente a este módulo pueden apreciarse claramente la manera en que opera –la señal del violín es enviada a un *frequency shifter* y posteriormente a un *delay*–, así como sus parámetros principales: frecuencia en hertz (Hz) y retraso de la señal en milisegundos (ms) –indicados en la partitura como *Freq Shift* y *Delay*, respectivamente– (Figura 21). Al final del diagrama puede observarse el control de nivel de salida de la señal acústica –señalado en la partitura como *Level*– en decibeles (dB).

Figura 21

Representación algorítmica del módulo FSD



Nota. Gerzso, (2005, p. 2).

A continuación, puede verse el módulo FS representado en la partitura (Figura 22), así como cada uno de los ajustes especificados para una sección de la pieza en particular (*Libre*, compás 3). Como se mencionó anteriormente, todos los puntos de sincronización entre la partitura instrumental y los procesos electrónicos se señalan con un número encerrado en un círculo y una flecha, que indican para cada caso el momento exacto en que debe activarse o desactivarse el módulo involucrado.

En este módulo (FS), a diferencia de lo que ocurre con el módulo FSD, no se indican en la partitura los ajustes para el nivel de salida en dB. En cambio, se utilizan reguladores convencionales para señalar los cambios dinámicos. En este caso, se entiende que el volumen general de salida del proceso depende de los cambios dinámicos mostrados en la partitura del violín.

Figura 22

Representación en la partitura del módulo FS, sección Libre, compás 3

The image shows a musical score for the FS module in the 'Libre' section, measure 3. It consists of four staves: Vln (Violin), IR (Impulse Response), S-IR (Synchronous Impulse Response), and FS (Formal Structure). The Vln staff has a tempo marking 'ricochet ad lib' and a measure number '3'. The dynamics are marked as *mf*, *gliss*, *pp*, and *PPP*. The FS staff has a 'Shift. Freq. -347 Hz' marking and a '240 Hz' marking. The IR and S-IR staves have 'Spat.' markings. The FS staff has a 'Spat.' marking and a 'ML -4/-12/-24/2.0' marking. There are two synchronization points marked with circled numbers 10 and 11, with arrows pointing to the FS staff. The Vln staff has a 'c.l. batt.' marking and a triangle symbol at the end of the measure.

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 1).

Por otro lado, en esta sección de la obra puede observarse que, de manera paralela al sistema de violín, se propone una notación aproximada del resultado sonoro de este proceso en específico. Las dos alturas escritas (D₄ y Bb₄) corresponden al cambio de frecuencia aplicado a las notas interpretadas por el violín (B₅ y D₆), indicado como un ajuste de -347 Hz. Las alturas del violín corresponden a 493.88 Hz y 587.33 Hz respectivamente, por lo que al aplicárseles el *pitch shifter* resultan las frecuencias 240.33 Hz y 146.88 Hz, como se señala –de manera aproximada– en la partitura. Al final del gesto musical puede advertirse la notación 240 Hz para los dos sonidos resultantes del FS, que corresponden a la frecuencia de la nota D₆–tocada en dos cuerdas distintas del el violín– menos 347 Hz.

En las secciones de la composición en las que el módulo aparece combinado (FSD), los parámetros de los procesos involucrados se especifican con el mismo nivel de detalle. En ocasiones con configuraciones más complejas, como es en los casos en los que se emplean seis módulos simultáneamente (Figura 23). En este caso puede observarse que para cada uno de los módulos FSD –mediante la notación *on each note*– se indica el cambio de frecuencia deseado en números positivos o negativos y, adicionalmente, se muestran los ajustes para los procesos de *delay* y para el volumen de salida. En lo que concierne al *delay*, cada nota tiene un tiempo de retardo distinto, que va de los 525 ms hasta los 2100 ms. De la misma manera, los módulos individuales tienen indicado de manera similar un volumen de salida independiente, de 0 dB hasta -25 dB, teniendo en cuenta que 0 dB corresponde al nivel de salida máximo. Por último, por medio de la indicación musical *sempre*, se deja claro que tales valores se mantienen hasta que aparezcan nuevos ajustes en la partitura²³.

²³ En esta sección del estudio continuaré describiendo la manera en que se representan algunos otros procesos en la partitura, actualmente me encuentro trabajando en esto. Posteriormente, en el apartado 3 del estudio haré un análisis sobre la efectividad del manual y la representación de los procesos y la posible implementación en un eventual modelo.

Figura 23

Representación en la partitura del módulo FSD, sección II, compás 1-6

II

Rapide, dynamique ♩ = 172, très rythmique, rigide

Violon

1 pizz. *mf* 2 *ff* sempre

4 Harm. + Delay

Use each note				
Delay (msec.)	0	173	350	525
Transp.	0	+2	+10	+6
Level (dB)	0	0	0	0

Spatialization

FL -7/-15/-17/2.0

Sampler

pizz. ♩ = 175 msec.

MIDI 76

Spatialization

follow the choice of 6 FSD voice one position late -1/-9/-17/2.0

6 Freq. Shift. + Delay

Use each note						
Delay (msec.)	525	350	175	100	1375	2100
Filter Freq (Hz)	500	160	320	480	120	480
Level (dB)	0	-5	-10	-15	-20	-25 sempre

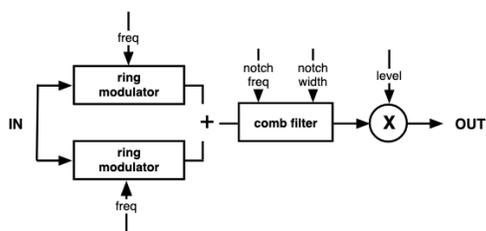
R every 525 msec. -1/-9/-17/2.0

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 5).

Ring modulator + Comb filter. Este módulo consta de la combinación de dos procesos: un *ring modulator* (modulador en anillo) y un *comb filter* (filtro de peine). En la nomenclatura del manual se encuentra indicado como RM/C. Por un lado, la representación algorítmica de este módulo muestra su lógica de operación: el sonido del violín es enviado a dos *ring modulator* distintos y, posteriormente, ambas señales se destinan a un *comb filter* (Figura 23). Por otro lado, se precisan los parámetros principales de cada proceso: las dos frecuencias de modulación en Hz –indicadas en la partitura como RM freq1 y RM freq2, respectivamente– y la frecuencia central del filtro (en Hz) y el ancho de banda del filtro, que se indican en la partitura como *Notch freq* y *Notch Width*, respectivamente. Al igual que en los demás módulos, se cuenta con un control de los niveles de volumen.

Figura 24

Representación algorítmica del módulo RM/C



Nota. Tomada de Gerzso, (2005, p. 2).

A continuación, puede verse el módulo RM/C representado en la partitura (Figura 25), así como cada uno de los ajustes especificados para una sección de la pieza en particular: *III*, compases 1-3.

Figura 25

Representación en la partitura del módulo RM/C, sección *III*, compás 1-3

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 12).

En la partitura, el parámetro correspondiente al ancho de banda del filtro (*notch width*) se establece dentro de una escala de 0 a 1, y usualmente, se mantiene lo más estrecha posible

para evitar que el resultado sonoro sea demasiado resonante. Las notas escritas corresponden no al resultado sonoro producido por el proceso, sino a las frecuencias empleadas para cada uno de los parámetros del módulo:

RM freq 1: 739.99 Hz (corresponde a la nota Fa#₆)

RM freq 2: 830.61 Hz (corresponde a la nota Sol#₆)

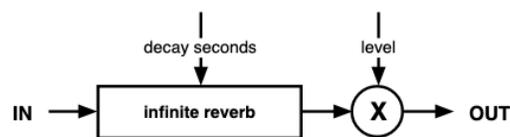
Notch freq: 246.94 Hz (corresponde a la nota Si₅)²⁴

Infinite reverb. Este módulo produce una reverberación con un decaimiento muy largo para generar la sensación de un sonido muy sostenido. En el manual se indica que no debe existir resonancia ni modulación en el resultado sonoro. Se encuentra indicado en la nomenclatura del manual como IR.

En la representación algorítmica correspondiente a este módulo se indica con precisión el modo de operación del proceso, así como su parámetro principal: tiempo de decaimiento de la señal en segundos (s) –el cual se indica en la partitura como *Reverb time*– (Figura 26). Al final del diagrama puede observarse el control de nivel de salida de la señal acústica – señalado en la partitura como *Level* – en decibeles (dB).

Figura 26

Representación algorítmica del módulo IR



Nota. Tomada de Gerzso, (2005, p. 2).

²⁴ Aunque en la partitura se anota la altura Sol₆. Cotejando con otras secciones de la pieza en las que ocurren las mismas frecuencias, puede notarse que esta discrepancia obedece a un posible error de transcripción de la frecuencia en cuestión a su nota correspondiente.

A continuación, puede verse el módulo IR representado en la partitura (Figura 27), así como cada uno de los ajustes especificados para una sección de la pieza en particular: *Libre*, compás 1. En el sistema correspondiente a la reverberación infinita se observa la escritura de las alturas (únicamente los neumas, sin especificación rítmica) que son afectadas por el proceso, éstas corresponden a las notas interpretadas por el violinista. Como puede verse cada uno de los neumas cuenta con una ligadura de prolongación para expresar que el sonido se prolonga indefinidamente. El único ajuste que se observa es el tiempo de reverberación (*reverb time*), en este caso correspondiente a 60 segundos.

Figura 27.

Representación en la partitura del módulo IR, sección Libre, compás 1

The image shows a musical score for two parts: Violon and Inf. Rev. (Infinite Reverb). The Violon part is in 4/4 time, marked 'Libre brusque' with a tempo of 92. It features a melodic line with slurs and dynamic markings of *f* and *fff*. The Inf. Rev. part is a single staff with neumes and a 'reverb time: 60"' annotation. Both parts have 'Spatialization' settings of 'F -11/-18/-18/2.0'. Two circled numbers, 1 and 2, are placed below the staves, with arrows pointing to specific measures in the Violon part.

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 5).

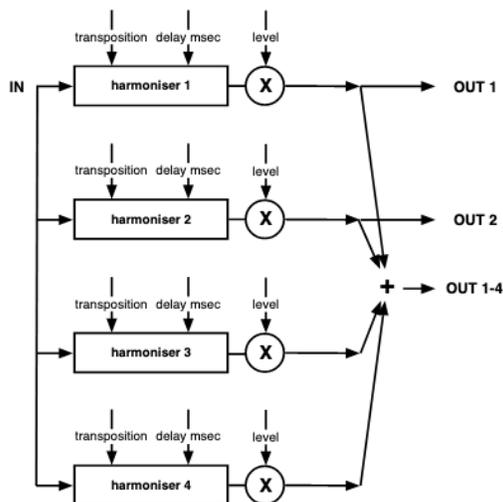
Harmonizer + Delay. Este es un módulo en el que se combinan dos procesos: un *harmonizer* (armonizador) y un *delay* (retraso de la señal). Se encuentra indicado en la nomenclatura del manual como HRD. En algunas secciones de la obra pueden emplearse hasta cuatro módulos de manera simultánea, ya sea con o sin *delay*. En los casos en los que se usa únicamente el *harmonizer*, se indica con la nomenclatura HR. Así, los módulos empleados en la partitura pueden enumerarse de la siguiente manera:

- *Harmonizer* con o sin *delay*
- HR: un *harmonizer* sin *delay*
- 4HR: cuatro *harmonizers* sin *delay*
- HRD: un *harmonizer* con *delay*
- 4HSD: cuatro *harmonizers* con *delay*

En la representación algorítmica correspondiente a este módulo (Figura 28) pueden apreciarse claramente la manera en que opera –la señal del violín es enviada a cada uno de los módulos *harmonizer*–, así como sus parámetros principales: transposición en semitonos y retraso de la señal en milisegundos (ms) –indicados en la partitura como *Transp* y *Delay*, respectivamente–. Al igual que como ocurre con los otros módulos, al final del diagrama puede observarse el control de nivel de salida de la señal acústica –señalado en la partitura como *Level*– en decibeles (dB). Como puede observarse en el diagrama, las señales de los armonizadores 1 y 2 pueden enviarse de manera separada a una salida individual (OUT 1 y OUT 2). Por otro lado, las señales de los cuatro armonizadores pueden sumarse para ser enviadas por una salida combinada (OUT 1-4).

Figura 28

Representación algorítmica del módulo 4HRD



Nota. Tomada de Gerzso, (2005, p. 3).

En seguida, puede verse el módulo HR representado en la partitura (Figura 29), así como cada uno de los ajustes especificados para una sección de la pieza en particular (II, compases 1-3). En las secciones de la composición en las que el módulo aparece combinado (HRD), los parámetros de los procesos involucrados se especifican con el mismo nivel de detalle.

En este caso, puede observarse que para cada uno de los módulos HR –mediante la notación *on each note*– se indica la transposición deseada para cada nota en números positivos o negativos y, adicionalmente, se muestran los ajustes para los procesos de *delay* y para el volumen de salida – éstos también por notas individuales–. Para esta sección, en lo que concierne al *delay*, cada nota tiene un tiempo de retardo distinto, que va de los 0 ms –es decir, la señal sin retraso– hasta los 525 ms. De la misma manera, los módulos individuales tienen indicado un volumen de salida independiente, establecido en 0 dB. Además, mediante una línea de prolongación se indica la duración del proceso. Por último, empleando un regulador convencional, se indica un *fade out* general para el módulo combinado.

Figura 29

Representación en la partitura del módulo 4HRD

II

Rapide, dynamique ♩ = 172, très rythmique, rigide

Violon

1 pizz. 2 *sf* 3

mf *ff sempre*

① ②

4 Harm. + Delay

on each note:					
Delay	(max):	0	175	350	525
Transp.		0	+2	+10	+6
Level (dB)		0	0	0	0

Spatialization

FL -7/-15/-17/2.0

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 5).

Sampler. Este módulo es empleado en la obra para reproducir secuencias de sonidos pregrabados. Tanto en el manual técnico como en la partitura, este módulo es representado con la nomenclatura S, y como S-IR en caso de combinarse con un módulo de reverberación infinita (Figura 30). Según las especificaciones, el *sampler* debe contener las siguientes muestras de sonidos:

- Pizzicatti con ataque fuerte, tocado en *forte* (llamado “*pizz*”).
- Pizzicatti con ataque fuerte, tocado en *forte* (llamado “*pizz doux*”). En este caso el ataque de la muestra debe suavizarse en la sección *attack* de la envolvente de amplitud del *sampler*.
- Notas largas tocadas mezzo-forte (llamadas “*long*”).
- Notas largas tocadas piano con sordina de plomo (llamadas “*long lead mute*”).
- Notas cortas tocadas con arco en fortissimo (llamadas “*arco*”).
- Notas largas generadas mediante ondas senoidales simples (llamadas “*sinus*”).

Figura 30

Representación en la partitura del módulo Sampler

The image shows a musical score for a Violin (Vln) and several Sampler modules. The Vln part is in 2/8 time with a tempo of 112. It features dynamic markings such as *ff*, *p*, and *sim. sempre*. Below the Vln part, there are four Sampler modules: S1, S2, S-IR, and another S-IR. Each module has a MIDI data box with notes and durations. The S-IR modules also have a Spot parameter set to *B sim.*

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 13).

El módulo sampler presenta distintos comportamientos en diferentes secciones de la obra, los cuales responden a procesos previamente programados que tienen la finalidad de generar material musical en tiempo real²⁵. En la sección del manual titulada *Process and Data* se detalla en qué consisten cada uno de los procesos, la manera como deben programarse, los elementos musicales involucrados en cada uno de ellos (alturas, silencios, duraciones, dinámicas, etc.), y las secciones específicas de la pieza en las que se emplean.

En la partitura, este módulo se representa en uno o más sistemas pudiendo emplearse hasta tres, dependiendo de los procesos involucrados en la sección. En seguida, puede verse el módulo S y el módulo combinado (S-IR) tal como se presentan en la partitura (Figura 29), así como los ajustes específicos para una sección en particular de la obra: *III*, compases 15-18. Como puede verse, para cada sistema se muestran la colección de notas involucradas en la sección, así como los números midi correspondientes a cada una. Únicamente se omiten tanto el tipo de proceso por el cual opera el sampler, como las muestras de sonido involucradas; ya que éstos se especifican, como se mencionó antes, en la sección correspondiente del manual técnico de la obra.

En otras secciones, los elementos del módulo S-IR se representa de manera distinta en la partitura. Por ejemplo, en la sección IV de la obra (*Agité, instable*, compases 1-12, véase Figura 31), se especifican la secuencia de notas que deben ejecutarse –tanto de forma escrita como con número midi–, así como la duración de cada nota en milisegundos (ms). Para esta sección, la duración es regular (960 ms por nota). Cada uno de los neumas correspondientes a las alturas representadas en la partitura posee una ligadura de prolongación, la cual indica que el sonido se mantiene resonando de manera indefinida mediante la aplicación del proceso de reverberación infinita. Por otro lado, en esta sección en particular se indican el tipo de

²⁵ Por ejemplo, en la sección III *Lent*, donde se emplean dos procedimientos para la generación de material musical: proceso *chaotic* y proceso *cloud*.

muestras específicas que deben reproducirse con el sampler: *pizz* y *arco*. Finalmente, mediante el uso de reguladores convencionales se señalan los cambios dinámicos.

Figura 31

Representación en la partitura del módulo S-IR

The figure shows a musical score for a section labeled 'IV' with the tempo marking 'Agité, instable' and a metronome marking of 112/132. The score is divided into three systems. The first system is for the Violon, showing a complex rhythmic pattern with dynamic markings of *ff*, *mf*, and *ff*. The second system is for Spatialization, featuring a box with the text 'urbs: 7 2 1 4 6 5 3 4 1 7 1 2' and 'pos: eqq. BR FR FL FR BL ML FL MR BR MR ML BL' and a parameter '0/-7/-12/1.0'. The third system is for Sampl. IR, showing a series of notes with dynamic markings of *mf* and *p*. Below the Sampl. IR track, there is a MIDI track with notes numbered 71, 81, 72, 80, 88, and 77. A parameter 'in 18° -14/-22/-15/1.0 sempre' is indicated at the bottom.

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 18).

Espacialización

Un aspecto de suma importancia, no solo en esta obra sino en la música electroacústica en general, es el concerniente a la distribución del sonido en el espacio acústico. El uso de la espacialización en esta pieza va más allá del empleo realizado por Boulez en sus obras anteriores. Para *Anthèmes 2* “utiliza un sistema basado en un enfoque perceptivo de la audición espacial, que permite al oyente oír los sonidos claramente en tal o cual posición en el espacio, independientemente de la posición y el número de altavoces utilizados” (Gerzso, 2005 p. 10).

El sistema plantea la posición del solista en la sala de conciertos de dos maneras posibles: frontal –frente al público– (Figura 32) y central –en medio de la audiencia– (Figura 33). En ambas posiciones las fuentes musicales, es decir, el sonido amplificado del violín, el sonido procesado y las secuencias de muestras de violín, se proyectan “en el espacio que rodea al público mediante un sistema de espacialización de sonido” (Gerzso, 2005 p. 3). Para ello,

la versión original utiliza una configuración de seis altavoces, además de altavoces adicionales para la amplificación del sonido del violín. Esta configuración de seis altavoces es básicamente una configuración de ocho altavoces de sonido envolvente distribuidos equitativamente, sin los altavoces delanteros y traseros. Las dos últimas posiciones también se mencionan en la partitura y el sonido en movimiento pasará por estas posiciones” (van der Wee, p. 467).

Por otro lado, este sistema de espacialización debe ser capaz de procesar hasta seis fuentes de sonido independientes (Figura 34).

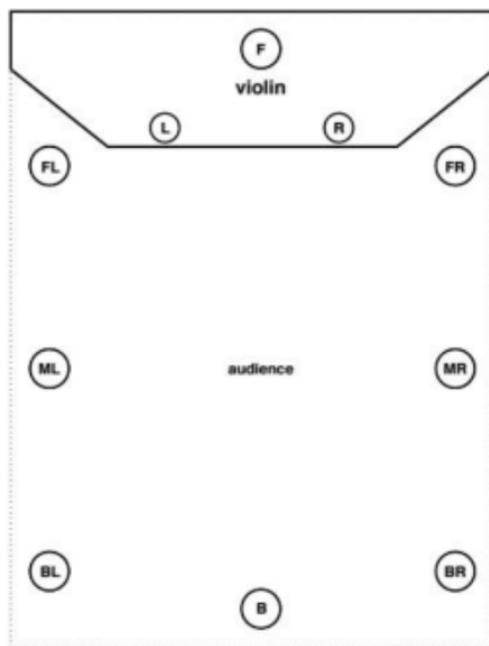
Como se mencionó con anterioridad, la descripción de la espacialización no se realiza en función de un sistema de difusión en específico ni respecto a la localización física de altavoces individuales, sino que, como indican Guercio, et al. (2007), “con la ayuda de Olivier Warusfel (Investigador Jefe del Equipo de Acústica de Salas del IRCAM), Andrew Gerzso ha identificado descriptores bastante universales, cuyos valores pueden ser inducidos a partir de *patches* actuales. Por ejemplo: dirección de la fuente, nivel de la fuente directa, nivel de la primera reflexión” (p. 228). Lo anterior, con la finalidad de que el módulo de espacialización pueda replicarse posteriormente independientemente de la tecnología que se cuente y/o los avances en términos de difusión del sonido.

Para cada una de las fuentes sonoras empleadas en la pieza, se establecen tres parámetros concernientes a la espacialización del sonido que deben permitir ser manipulados de manera dinámica y precisa:

- d) La dirección de la fuente.
- e) La presencia de la fuente.
- f) La presencia del espacio virtual en el que la fuente es proyectada.

Figura 32

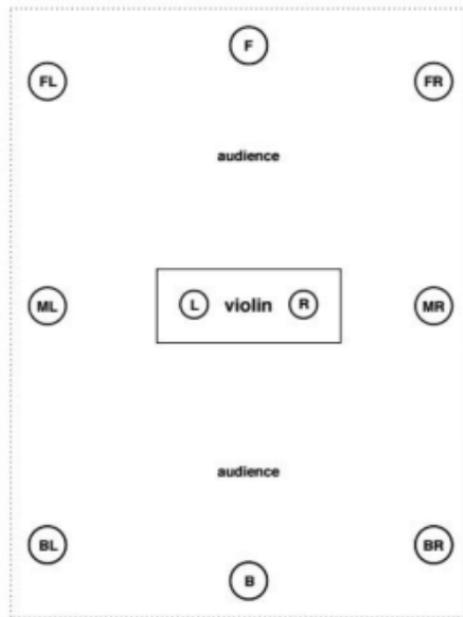
Disposición frontal del solista



Nota. Tomada de Gerzso, (2005, p. 1).

Figura 33

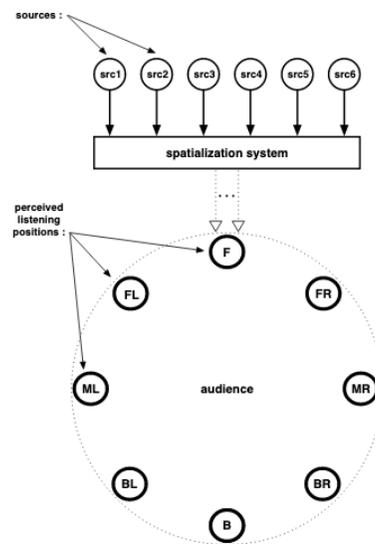
Disposición central del solista



Nota. Tomada de Gerzso, (2005, p. 1).

Figura 34

Diagrama del sistema de espacialización



Nota. Tomada de Gerzso, (2005, p. 1).

Dirección. Este parámetro hace referencia al punto específico de donde proviene el sonido. Con respecto a éste, en el manual se establece que el sistema de espacialización “debería ser capaz de situar cualquier fuente en cualquier lugar en los 360 grados de un círculo imaginario rodeando a la audiencia” (Gerzso, 2005, p. 3), es decir, un sistema envolvente. Para lograr esto, se emplea un sistema de difusión de ocho altavoces en el que es posible establecer seis posiciones diferentes desde donde puede difundirse el sonido, así como una nomenclatura específica para cada una de ellas (Tabla 15).

Tabla 15

Nomenclatura para las espacialización

Posición	Nomenclatura
- <i>Front Left</i> (Frente izquierda)	FL
- <i>Front Right</i> (Frente derecha)	FR
- <i>Midle Left</i> (Central izquierda)	ML
- <i>Midle Right</i> (Central derecha)	MR
- <i>Back Left</i> (Atrás izquierda)	BL
- <i>Back Right</i> (Atrás derecha)	BR

Además de las posiciones mencionadas, que son las principales, se utilizan otras dos: *Front*/Frente (F), y *Back*/Atrás (B).

Fuente y Presencia Virtual en la Sala. Los siguientes dos parámetros están relacionados entre sí. Por un lado, la fuente especifica si el sonido es percibido como cercano o lejano. En tanto que, la presencia virtual en la sala implica el nivel de reverberación y el tiempo de decaimiento de la señal.

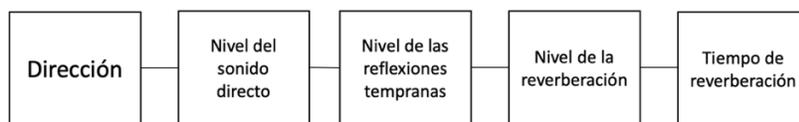
Representación de la espacialización en la partitura. Para cada uno de los pentagramas involucrados en la partitura (tanto de la parte instrumental como de los procesos electrónicos), se proporcionan ajustes de espacialización específicos, los cuales se describen con cuatro parámetros principales:

- *Direct sound level* (Nivel del sonido directo).
- *Early reflections level* (Nivel de las reflexiones tempranas).
- *Reverberation level* (Nivel de la reverberación).
- *Reverberation time* (Tiempo de reverberación).

En la partitura, los valores específicos de espacialización se representan siguiendo una estructura determinada (Figura 35), de la siguiente manera: dirección (la cual puede ser dinámica o estática), nivel del sonido directo, nivel de las reverberaciones tempranas, nivel de reverberación y tiempo de reverberación.

Figura 35

Estructura de los valores de espacialización.



Nota: Adaptada de Gerzso, (2005, p. 1)

Los niveles mencionados están asociados al valor de tiempo (ms) de la respuesta de impulso (*impulse response*) de la sala (Gerzso, 2005); para cada uno de éstos se establecen rangos específicos, como se muestra a continuación:

1. Sonido directo: 0-20 ms.
2. Reflexiones tempranas: 20-40 ms.
3. Reverberación: de 40 ms hasta el fin de la respuesta.

De esta manera, un sonido proveniente de la posición frontal, con un nivel de sonido directo de -11 dB, un nivel de reflexiones tempranas de -18 dB, un nivel de reverberación de -18 dB, y un tiempo de reverberación de 2.0 s, se indica en la partitura de la siguiente manera: **F -11/-18/-18/2.0** (Figura 36).

Figura 36

Indicaciones de espacialización

The image shows a musical score for a Violon. The tempo is marked 'Libre brusque' with a metronome marking of 92. The score consists of several measures of music. Below the staff, there are dynamic markings: 'f' (forte) for the first section, 'fff' (fortissimo) for the second, and 'mf' (mezzo-forte) for the third. A 'Spatialization' line at the bottom indicates the instruction 'F -11/-18/-18/2.0'.

Nota. Tomada de Boulez, (2005, p. 1).

El único valor que se omite en las indicaciones proporcionadas en la partitura corresponde a lo que Gerzso llama “escaladores”, que hace referencia a los diferentes tiempos de reverberación en los distintos rangos de frecuencia (graves, medios y agudos). Estos valores son constantes durante toda la pieza (graves 1.0, medios 1.0, agudos 0.5) por lo que pueden ser deducidos multiplicando el valor del tiempo de reverberación por los valores de cada escalador. Teniendo en cuenta esto, en el ejemplo mostrado en la Figura 20, donde el tiempo de reverberación es de 2.0 s, los valores de tiempo para graves, medios y agudos serían 2.0, 2.0 y 1.0.

Además de lo anterior, pueden encontrarse en la partitura indicaciones de espacialización continua, las cuales proponen una mayor elaboración en los movimientos realizados dentro del sistema de difusión. En la partitura pueden encontrarse distintas indicaciones de movimientos específicos dentro de los siguientes grupos:

- Aleatorios: Asociados con la dirección, es decir, con la posición desde la que proviene el sonido (F, B, FR, FL, etcétera). Se elige de manera aleatoria una posición o una ruta (grupo de posiciones) por la cual transita el sonido.
- Dirección dinámica: Este tipo de movimientos están relacionados con un cambio dinámico continuo en el nivel del sonido directo, en un tiempo determinado.
- Movimientos rotativos: Indican que la fuente sonora realiza un movimiento de rotación de 360°, iniciando en una posición específica, siguiendo una dirección determinada (con respecto a las manecillas del reloj o a la inversa) y en un tiempo señalado.
- Movimientos de ida y vuelta: Este tipo de movimientos se realizan entre dos posiciones establecidas, empiezan en un punto específico (a) y se dirigen a otro punto indicado (b) para regresar a la posición inicial, en un tiempo determinado.

Para cada una de estos movimientos de espacialización continua se establecen, mediante diagramas específicos, indicaciones pormenorizadas con respecto al movimiento que se desea que realice la fuente sonora.

Sincronización entre el instrumento y la electrónica

Gerzso (2005) menciona que el punto de partida para la elaboración de la versión con electrónica de *Anthèmes* –es decir, *Anthèmes 2*– fue la versión de 1992 de la partitura. La pregunta principal en torno a ella fue cómo coordinar la interpretación del solista con la del dispositivo electrónico, la computadora en este caso. Para lo cual se realizaron, según lo indica, un buen número de pruebas. Como resultado de este proceso, la obra fue reescrita en varias ocasiones con el fin de sacar ventaja de los nuevos alcances que se iban teniendo en términos de innovación tecnológica.

En colaboraciones anteriores con Boulez, particularmente en *Répons* y *...explosant-fixé...*, Gerzso había explorado cierto tipo de interacción entre el elemento musical y el componente tecnológico desde perspectivas distintas. En el primer caso, *Répons*, la interacción se lograba de forma manual: el operador del dispositivo electrónico (computadora) debía seguir tanto la partitura como las indicaciones del director y activar los procesos correspondientes en el momento especificado.

En el segundo caso, *...exposante fixé...*, la coordinación se lograba de manera automática mediante el empleo de una tecnología conocida como *score follower* (seguidor de partitura). Este sistema consiste en “una interfaz de mapeo en tiempo real desde abstracciones de audio hacia símbolos musicales, y desde la ejecución [*performance*] de un intérprete [*performer*] en vivo hacia la partitura en cuestión” (Cont, 2004, 3). De acuerdo con Orio, Lemouton y Schwarz (2003), “la meta es simular el comportamiento de un músico tocando con otro, un ‘intérprete sintético’ para crear un acompañamiento virtual que seguirá la partitura del músico humano. El seguimiento de partitura a menudo se entiende como ‘acompañamiento automático en tiempo real’” (36).

Para la interpretación de esta pieza, es necesario el empleo de un sistema de seguimiento de partitura para las secciones que Gerzso señala como críticas. Para establecer los diferentes parámetros del violín (tono, dinámica, tiempo, etc.) que podrían ser detectados para su uso en el seguidor de partitura, se realizaron una serie de experimentos durante el trabajo preparatorio de la composición (Gerzso, 2005).

A diferencia de lo que ocurre con el resto de los procesos, en la documentación de la obra no se presenta una descripción detallada del módulo de seguimiento de partitura, a excepción de las características de lo que el módulo debe ser capaz de hacer (Guercio, et al. 2007). En este sentido, se señala que mediante el *score follower*

la computadora ‘escucha’ al solista y compara lo que el solista está tocando con la partitura (la cual ha sido cargada previamente en su memoria) con el fin de establecer el momento preciso para disparar las modificaciones del sonido, usando módulos que afectan la altura, el timbre, el tiempo y la localización espacial de lo que es tocado por el solista” (Gerzso, 2005, p. 10).

En lo que concierne a este módulo, Boulez comenta que se ha vinculado “al instrumentista y a la partitura con un tercer aspecto, denominado ‘partitura artificial’. Aquí, la computadora lee los datos de la ejecución del intérprete para modificar la partitura artificial y tener una interacción entre el intérprete y la máquina” (Boulez, 2001, como se citó en Yamamoto, 2013).

Para lograr la interacción entre el violín y la electrónica, en la versión de 2005 se empleó un programa desarrollado en el IRCAM, sin embargo, en el manual no se indica el nombre del programa ni ninguna información técnica sobre sus características específicas.

Migración tecnológica

En esta sección del estudio, se ha revisado en qué manera ha sido posible la reconstrucción del dispositivo electrónico y/o la migración tecnológica de la obra a partir de lo establecido en el manual técnico y en la partitura de 2005. Es decir, si desde su publicación, y después de las primeras versiones, ha habido adaptaciones de la obra a nuevas plataformas tecnológicas.

Cabe mencionar, que la primera versión de la obra se interpretó en 1997 para el Festival de Donaueschingen, en Alemania; en ella se empleó una computadora NeXT, ejecutando Max 0.26 y conectada a un sampler AKAI. Para la espacialización del sonido se utilizó una versión de *Spatialisateur*, una librería del IRCAM para Max.

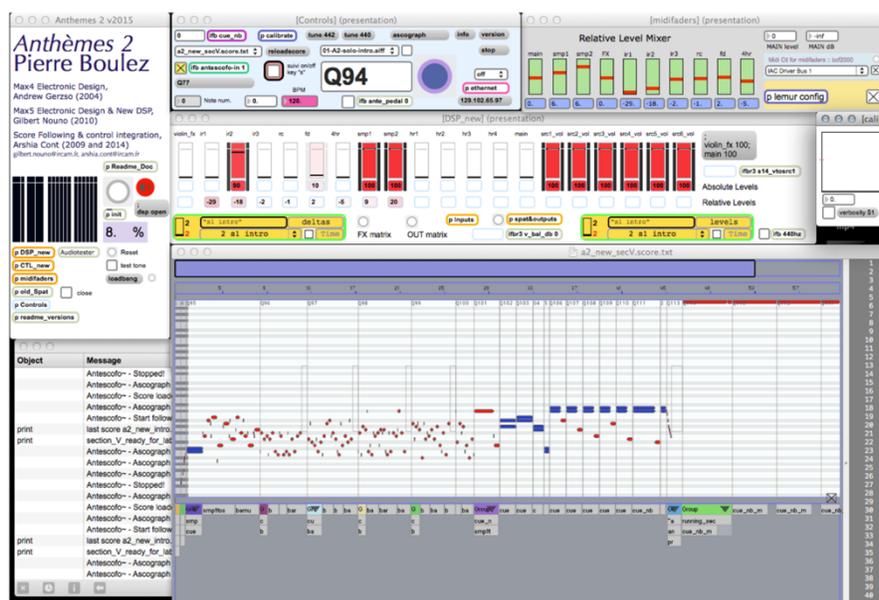
Poco después, se realizó una nueva versión usando otra variante de Max (jMax) en dos computadoras –la primera ejecutando los procesos electrónicos y el sampler, la segunda, el sistema de espacialización–, interconectadas vía MIDI. Esta versión no consistió únicamente en la migración tecnológica de la primera versión, sino en una reescritura completa. En 2005 se publica la versión que se emplea para este estudio, supervisada por Gerzso. Esta elaboración puede considerarse como la versión definitiva, en la que se establecen todos los elementos involucrados, así como la plataforma (software) desde la cual se procesa la señal de audio y a partir de la cual se han realizado las actualizaciones posteriores. Con respecto a tales actualizaciones (realizadas en el IRCAM) merecen la pena mencionarse las realizadas por Gilbert Nouno (en 2010 y 2014) y Arshia Cont (en 2009 y 2014).

Nouno se enfocó principalmente en la actualización del patch para Max 5, particularmente en el diseño electrónico del dispositivo y la reelaboración del procesador de

la señal digital (DSP) (Figura 37). En el *patch* se integran todos los procesos requeridos en la pieza, así como los sistemas de espacialización, seguimiento de partituras y control. Por su parte, Cont se encargó de desarrollar el sistema de seguimiento de partituras proponiendo un módulo –integrado en Max– llamado Antescofo²⁶ (Figura 38). Además de esto, desarrolló un sistema de control de los niveles –tanto de la señal de salida como de los procesos electrónicos individuales–, mediante el empleo de un controlador midi, o bien, utilizando un iPad como controlador táctil. Si bien, estos trabajos representan actualizaciones necesarias para el dispositivo electrónico empleado en la obra, no constituyen adaptaciones o migraciones tecnológicas en el sentido estricto (Coffy et al, 2014).

Figura 37

Vista general del patch para Max 5



Nota:

Tomado

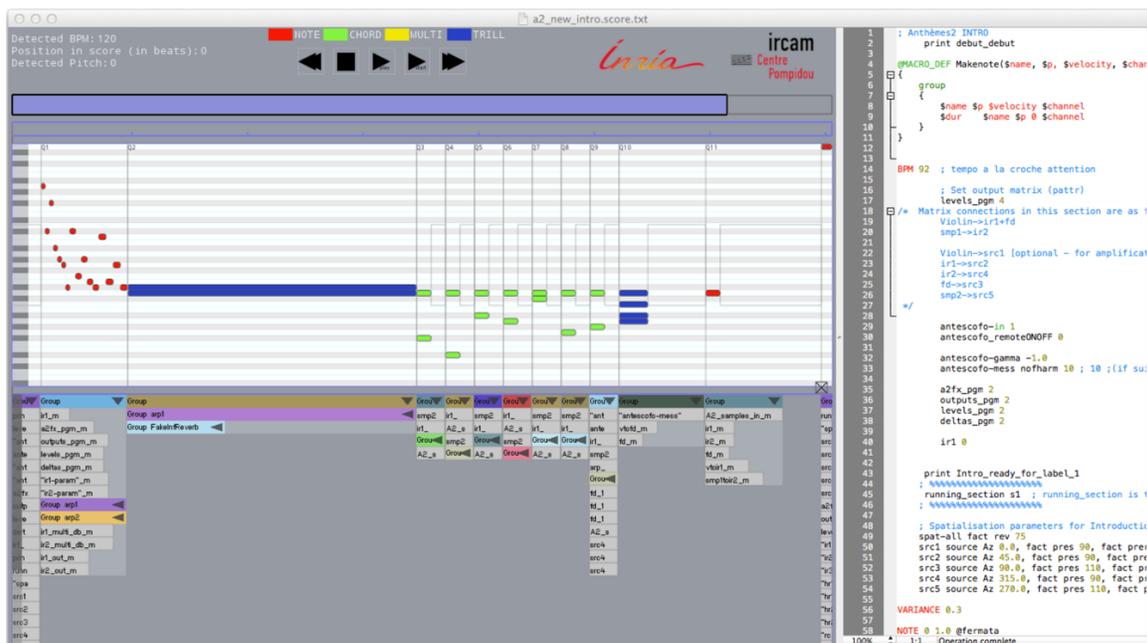
de

http://brahms.ircam.fr/media/uploads/2014/12/30/anthemes2_doc/anthemes2_doc.html

²⁶ “Antescofo es un sistema modular de seguimiento anticipado de partituras que mantiene unidas tanto las partituras instrumentales como las electrónicas y es capaz de ejecutar partituras electrónicas en sincronización con una interpretación en vivo y utilizando varios controles en el tiempo. En su uso más básico, se trata de un sistema clásico de seguimiento de partituras, pero en su uso avanzado permite la representación y el reconocimiento simultáneos de diferentes descriptores de audio (además del tono), el control de varias escalas de tiempo utilizadas en la escritura musical, y permite la interacción temporal entre la interpretación y la partitura electrónica” (Cont, A. 2013, p. 1).

Figura 38

Módulo de seguimiento de partituras Antescofo



Nota: Tomado de http://brahms.ircam.fr/media/uploads/2014/12/30/anthemes2_doc/anthemes2_doc.html

Fuera de las actualizaciones realizadas en el IRCAM el único trabajo exitoso y documentado de reelaboración de la electrónica a partir de la documentación de 2005 (por Gerzso), es el trabajo realizado por Laurens Van der Wee, Roel van Doorn y Jos Zwaanenburg en 2007. Al menos hasta la publicación de su artículo en 2016 esta versión “es la primera, y hasta ahora única, versión alternativa del software para *Anthèmes 2*.” (Van der Wee et al. 2016, p. 468).

Este trabajo se inició en noviembre de 2007, en el Conservatorio de Ámsterdam. Como resultado, la obra se interpretó en al menos tres ocasiones durante 2008 empleando el software desarrollado por ellos. Posteriormente, el proyecto culminó y cada uno de los involucrados se enfocó en otros trabajos. Sin embargo, en 2015 el equipo se reunió de nuevo para investigar las versiones existentes en ese momento, así como su desempeño en la interpretación de la obra, revisar su trabajo de 2008 y, finalmente, “empezar a trabajar en una

nueva versión, abordando cuestiones como la capacidad de rendimiento, el *software* propio, el flujo de trabajo y el diseño del sistema” (Van der Wee, 2016, 468)

Esta aproximación a la obra pretendió recrear el *software* desde cero, tomando como punto de partida las indicaciones expresadas en el manual técnico y en la partitura. Los autores realizaron la reconstrucción de cada uno de los módulos empleados en la pieza, del mismo modo propusieron su propio sistema de seguimiento de partituras. Aunque la reconstrucción se realizó sin referencia a los sistemas ya existentes sino basada únicamente en la información proporcionada en la documentación de la obra, es importante señalar que no se adaptó a una nueva plataforma tecnológica, sino que se siguió utilizando el software Max como entorno para programar esta versión.

No obstante, este esfuerzo sirvió para poner a prueba la documentación de la obra y determinar si a partir de ella se podían reconstruir los procesos necesarios para la interpretación de la obra, desde esa perspectiva el proyecto tuvo un éxito rotundo. Al final de este proyecto, sus autores realizaron un ejercicio de comparación de su versión del dispositivo electrónico con el desarrollado por el IRCAM y concluyeron que era competitivo con éste último. Sin embargo, el éxito de su aproximación la atribuyeron a la claridad de las indicaciones y a la calidad de la partitura. Finalmente, vale la pena mencionar que la meta a futuro de los investigadores involucrados en esta reconstrucción es “hacer una nueva versión del software de *Anthèmes 2*, utilizando un verdadero lenguaje de programación musical de código abierto” (Van der Wee, et al. 2016, p. 470).

3.3.6 Resultados

Como se estableció al principio de este capítulo, los estudios de casos tienen como propósito en esta investigación la revisión de obras específicas de música electroacústica con procesamiento de señal en tiempo real (*live electronics*) con la intención de obtener datos útiles en lo referente a los elementos que las conforman.

Una vez revisadas las obras propuestas es necesario responder, de acuerdo con lo observado, a las preguntas establecidas en la etapa inicial. En primer lugar, para establecer una comparación entre las piezas y encontrar los elementos en común en ambas para analizar si esa coincidencia pudiera determinar su relevancia por encima de otros componentes. En segundo lugar, determinar si la aproximación realizada por los compositores (Saariaho y Boulez) en estas obras podría ser aplicable a otras composiciones de la misma clase. En tercer lugar, hacer un planteamiento inicial sobre la manera en que este enfoque podría integrarse a la documentación de las obras de este tipo.

Finalmente, en un capítulo posterior de este trabajo, los datos obtenidos a partir de estos estudios se comparan y contrastan entre sí, a la vez que con la información obtenida en los estudios previos de la investigación. Para encontrar elementos comunes en las obras y proyectos de documentación analizados y así evaluar si los tales pueden considerarse como útiles para favorecer la preservación, reconstrucción y migración de las obras en cuestión.

De esta manera, se presentan a continuación las respuestas a las preguntas guía para los estudios de casos realizados:

Pregunta 1. ¿La documentación de las obras presentan todos los elementos necesarios para su interpretación?

En términos generales se ha observado que ambas obras presentan información suficiente para su interpretación. Ambas piezas presentan las especificaciones de los elementos técnicos que se requieren para llevarlas a cabo. Del mismo modo, enuncian y describen los procesos de señal involucrados y la manera en que se comportan a lo largo de las obras. Asimismo, las dos composiciones cuentan con una representación gráfica de los

procesos electrónicos que permite comprender la interacción del dispositivo tecnológico con el instrumentista.

Es notorio que *Anthèmes 2* presenta una documentación más exhaustiva y detallada que se presta menos a conjeturas. No obstante, pueden identificarse algunas cuestiones que no resultan del todo claras, particularmente en lo que respecta al sampler. En primer lugar, el registro de las muestras que se solicitan no está especificado. Se entiende que sean en el registro del violín, sin embargo, no se menciona cuál es la altura más alta a la que deben llegar. Probablemente se deban revisar de manera exhaustiva las alturas en el sistema correspondiente en la partitura –y probablemente también los números midi) para saber cuántas muestras se necesitan y en qué registro. En segundo lugar, la duración de las notas largas no se determina, cabría especular que tendrían que ser de duración indefinida. Por último, no se menciona si los samples se proporcionan por el compositor o el editor o si es necesario que se graben. Si este fuera el caso, harían falta indicaciones más específicas respecto a las características de los sonidos deseados. Por otro lado, van der Wee (2016) encuentra una problemática en la implementación de la espacialización pues, desde su perspectiva, el sistema no es tan independiente de la configuración del sistema WFS (que se empleó en la primera interpretación de la pieza) como se sugiere en el manual.

En lo que respecta a *Petals*, a pesar de proporcionar información detallada sobre la mayoría de los elementos involucrados en la obra, deja algunos elementos a la especulación. Particularmente algunos ajustes de los procesos en vivo –principalmente algunos parámetros de la reverberación–. Por otro lado, no se especifica el mecanismo de interacción entre el intérprete y la electrónica –al menos en la versión original de la obra–, aunque esto puede deberse a que, en una etapa inicial de la obra, la interacción pudo haber sido realizada por un técnico y no por el intérprete como resulta en las versiones actuales.

Pregunta 2. ¿La obra puede ser interpretada sin la presencia del compositor?

En el caso de ambas obras la respuesta es sí, incluso pueden interpretarse sin la necesidad de consultar al técnico que se encargó de la realización de los dispositivos electrónicos. Sin embargo, para ambas obras es necesaria la intervención de un técnico especializado, sobre todo en el caso de *Anthèmes 2*. Para esta pieza se requiere un técnico que esté familiarizado principalmente con el software de seguimiento de partitura, que es quizá el componente más complejo del dispositivo tecnológico de la obra.

En cualquier caso, con la información proporcionada en la documentación de ambas obras es posible que se logre la interpretación sin la intervención de los actores involucrados en la concepción de la música y/o en su implementación técnica.

Pregunta 3. ¿Es completamente necesario que la obra se ejecute con el dispositivo electrónico para el cuál fue escrita o podría emplearse alguno alternativo?

En lo que respecta a *Petals* es posible el empleo de un dispositivo alternativo. De hecho, en la hoja de implementación de la obra se establecen alternativas al equipo original con el cual se implementó la primera versión de la obra. En cuanto a *Anthèmes 2*, es sabido que parte del espíritu de la obra fue crear una composición en la que el componente electrónico no estuviera vinculado a una tecnología en específico, sino que, mediante la descripción detallada de los elementos del dispositivo, éste pudiera recrearse independientemente del tipo de tecnología que se eligiese (Gerszo, 2005).

Para ambas piezas se han realizado reelaboraciones o adaptaciones –por Barrier para *Petals*, por Cont, Nouno y van der Wee y otros para *Anthèmes*–, que han demostrado de

manera exitosa que las obras cuentan con la documentación suficiente para ser consideradas sustentables, asegurando su preservación.

Pregunta 4. ¿Los procesos electrónicos empleados en la obra podrían lograrse con la misma efectividad empleando otra plataforma tecnológica?

Siempre que la plataforma tecnológica elegida no presente limitaciones técnicas para reproducir y reprogramar los procesos electrónicos de las obras, la respuesta es afirmativa. Evidentemente, si se elige una tecnología que no permita realizar cierto tipo de procesos o presente dificultades para realizar la espacialización del sonido o no permita la interacción entre el dispositivo electrónico y el intérprete, la respuesta será negativa.

En el caso particular de *Petals*, aunque la obra fue concebida para interpretarse empleando un equipo tecnológico (*hardware*) específico, en la partitura y en su documentación se proporciona la información pormenorizada referente a los ajustes de los procesos, así como su comportamiento a lo largo de la composición que permite que el procesamiento de señal pueda realizarse empleando otra tecnología, ya sea análoga o digital.

En lo que respecta a *Anthèmes 2*, “Gerzso ha completado una importante labor encaminada a encontrar representaciones lo más independientes posibles de la implementación técnica para los módulos de procesamiento de señales ... para el violín y la electrónica en vivo. Los efectos utilizados en la pieza han sido añadidos a la partitura como si fueran partes instrumentales” (Ciavarella et al, 209, p. 160). Aún más, Gerszo (2005) menciona en el manual técnico de la obra que cualquier referencia hecha a una tecnología en específico resultaría, eventualmente, obsoleta. De esta manera, su planteamiento, al proporcionar la mayor cantidad de información posible para la eventual reconstrucción de los procesos, resulta acertado y eficaz.

Pregunta 5. ¿Cuáles elementos de las obras podrían ser considerados como inherentes a una pieza de estas características y por tanto podrían considerarse como fundamentales?

Para responder esta pregunta es necesario, en primera instancia, revisar cuáles elementos están presentes en cada una de las obras revisadas. Para ello, se ha realizado una tabla comparativa (Tabla 16).

Tabla 16.

Tabla comparativa de estudios de casos

<i>Petals</i>	<i>Anthèmes II</i>
Hoja de implementación	Manual técnico
Especificaciones del equipo de audio	Especificaciones del equipo de audio
Especificaciones de hardware	Especificaciones de hardware
Sistema de difusión	Sistema de difusión
Microfonía	Microfonía
Descripción de los procesos	Descripción de los procesos
Comportamiento de los procesos	Comportamiento de los procesos
Representación gráfica	Administrador informático
Diagrama de flujo de señal	Diagramas de flujo de señal
Alternativas de dispositivo	–
–	Descripción abstracta de los procesos
–	Especificaciones de software
–	Sistema de sincronización
–	Sistema de espacialización
–	Documentación adicional

Como puede observarse, algunos de los elementos de documentación son comunes a ambas obras, aunque sean llamados por nombres distintos en cada uno de los casos. En tanto que otros únicamente aparecen en una u otra columna de la tabla. Visto lo anterior, podría especularse que aquellos elementos que aparecen repetidos constituyen el grupo de los inherentes a una pieza electroacústica con *live electronics*, en tanto que los que aparecen una sola vez no lo son. Por supuesto, esto no es así, o al menos no hay elementos suficientes para afirmarlo. Más bien, parece que la presencia o ausencia de alguno de los elementos obedece a características específicas de la obra en cuestión que no comparte con la pieza con la que se está comparando. No obstante, el hecho de que ambas composiciones coincidan en el empleo de ciertos elementos de documentación puede ser indicio de que algunos de ellos sí podrían ser componentes fundamentales para una obra de este tipo.

Ahora bien, tomando en cuenta lo observado en los estudios de casos, sí sería posible mencionar la importancia de algunos elementos por encima de otros, en tanto que son más necesarios para la reconstrucción de los componentes tecnológicos de las obras estudiadas. Por ejemplo, los ajustes y la descripción de los procesos electrónicos, así como su representación gráfica; sin estos elementos sería virtualmente imposible lograrse el procesamiento en tiempo real de la señal acústica. En cambio, si se cuenta con esta información, podría prescindirse de especificar un hardware o software determinados, pues lo importante serían los principios por los que se logran los procesos y no el medio que los produce. Este mismo enfoque puede aplicarse a otros componentes de las obras, por ejemplo, a la espacialización, al medio de interacción entre la electrónica en tiempo real y el intérprete, etc., lo que permitiría establecer grados de importancia para los distintos elementos. Lo anterior es válido únicamente si las obras son concebidas como independientes de una tecnología en específico –como es el caso de *Anthèmes 2* y, en cierta medida, de *Petals*–. De esta manera, podría establecerse, por el momento, una categorización de los elementos de

una obra electroacústica de acuerdo con su relevancia para la reconstrucción o adaptabilidad de la obra, en el contexto ya mencionado (Tabla 17).

Tabla 17

Categorización de elementos

Elementos fundamentales (principios)	Representación gráfica	Procesamiento de señal	Amplificación y difusión	Espacialización	Interacción
Elementos secundarios (medios)		Hardware Software	Altavoces Mezcladora Conexiones Micrófonos	Altavoces	Controladores Seguidor de partitura

Sin embargo, en esta etapa de la investigación resulta prematuro determinar a ciencia cierta si unos u otros elementos debieran ser considerados como esenciales o fundamentales. Al respecto, es importante considerar lo descrito por van der Wee, et al. En referencia a la reconstrucción que realizaron de *Anthèmes 2*:

En cuanto a la prevención de la obsolescencia de los programas informáticos de música electrónica en vivo, apenas es posible hacer generalizaciones sobre la validez del enfoque descrito, simplemente porque este trabajo sólo describe un intento exitoso de una composición. Por lo tanto, este trabajo no puede servir como prueba de que el enfoque sugerido con la publicación de la partitura de *Anthèmes 2* sea factible per se. Sin embargo, creemos que merece más atención por parte de los editores y promotores, así como de los compositores y desarrolladores, para permitir una apreciación informada de este enfoque (2016, p. 469).

Pregunta 6. De los elementos que podrían considerarse como fundamentales para favorecer la adaptabilidad tecnológica ¿cuáles son comunes a los casos analizados?

Si se toma como referencia la Tabla 17, puede observarse que en ambas obras se encuentran los elementos considerados como fundamentales, es decir los principios esenciales, aunque los medios que se utilizan para lograrlos varíen. Ambas piezas cuentan con una representación gráfica de la electrónica que permite visualizar su comportamiento a lo largo de la composición, así como su interacción con el componente instrumental independientemente de la manera en que se represente de manera visual.

Asimismo, las dos piezas presentan una descripción de los procesos electrónicos empleados, sus ajustes generales y comportamiento, independientemente de si éstos se generan empleando equipo específico, hardware o software, y de que este equipo cumpla con características específicas –marca, modelo, tipo de software, versión, etc.–.

Lo anterior podría corroborarse con cada uno de los elementos propuestos en la tabla. De esta manera, puede establecerse que los componentes considerados hasta ahora como fundamentales para favorecer la adaptabilidad tecnológica son comunes a ambas obras. Si bien, no es posible realizar una generalización partiendo del análisis de un par de obras, sí puede decirse/vislumbrarse que estos elementos “fundamentales” –o mejor aún, los principios esenciales en que operan– están presentes y constituyen una pieza clave en un buen número de obras electroacústicas con *live electronics*.

Conclusiones

Tanto *Petals* como *Anthèmes 2* proporcionan elementos de documentación suficientes para favorecer no solo su interpretación sino también su actualización, adaptación o migración tecnológica. Las especificaciones técnicas en *Anthèmes 2* son más precisas y específicas, situación que permite tener más información para la reelaboración de los procesos involucrados en la obra, sin embargo, esto hace necesario contar con un grupo de especialistas para lograrlo de manera eficiente. En cambio, *Petals* hace una propuesta más sencilla, sin proporcionar detalles demasiado técnicos por lo que resulta un sistema muy funcional y práctico.

Por otro lado, ambas obras coinciden en el empleo de ciertos elementos –la representación gráfica, el procesamiento de señal, el sistema de interacción, etc.–, que si bien, tienen un planteamiento, una aplicación y especificaciones distintas en cada pieza, constituyen componentes que pueden considerarse inherentes a las composiciones de este tipo. Puede establecerse, que el enfoque realizado por Saariaho y Boulez –o, mejor dicho, por Gerszo– en estas obras se podría aplicar a otras composiciones de música electroacústica con *live electronics*. Es decir, empleando los elementos fundamentales de estas piezas –pero sobre todo los principios detrás de éstos– se podría abordar la problemática de la obsolescencia tecnológica y lograr obras musicales sustentables. Por esta razón, se puede concluir preliminarmente que los componentes considerados como fundamentales en los casos estudiados podrían integrarse a una propuesta de modelo de configuración de los elementos de una obra de este tipo.

Capítulo 4

Hacia un modelo compositivo para la preservación y reinterpretación de la música electroacústica

4.1 Sistematización de los resultados obtenidos mediante la metodología empleada

Si bien existe una literatura emergente y creciente sobre el tema de la preservación de documentos digitales desde principios de este siglo (ver, por ejemplo, Berweck, 2012; Canazza y Vidolin 2001; Chadabe, 2001; Zattra, Poli y Vidolin, 2001; Zattra, 2007; Teruggi, 2001, 2004, 2004b; Lee, 2006; Wetzel, 2006; Bonardi et al. 2008, 2008b, 2008c, 2008d;; Boutard, 2013, 2016, 2016b; Bosma, 2017; Lemouton, 2018), hasta donde se tiene conocimiento, el estudio de la estandarización de los documentos que acompañan a una partitura de música electroacústica aún no parece haber sido abordado (Lemouton, et al., 2019, p. 42). Más aún, la mayoría de los trabajos de investigación alrededor de este tema se han enfocado en la preservación de los archivos de obras ya escritas, pero en casi ningún caso se ha hecho una propuesta que se centre en esta cuestión desde el punto de vista del compositor, es decir, enfocada en su integración al proceso creativo (Boutard, 2013).

El presente trabajo ha indagado en distintas fuentes y entidades para determinar si es posible encaminarse hacia la configuración de un modelo estandarizado – o al menos, evaluar la posibilidad de su eventual elaboración–, que permita la adaptabilidad de los componentes tecnológicos involucrados en una obra electroacústica para favorecer su reinterpretación y preservación.

Antes de realizar un planteamiento de los elementos que podrían integrar el modelo propuesto, ha sido necesario organizar y evaluar de qué manera los resultados obtenidos

mediante la metodología empleada en esta investigación son pertinentes para la elaboración de dicho modelo. Para realizar esta tarea, se han tomado algunos conceptos y procedimientos provenientes de otras disciplinas, particularmente los siguientes: la triangulación de métodos y la sistematización y categorización de la información.

4.1.1 Triangulación de métodos

Como se mencionó con anterioridad, en la metodología de esta investigación se empleó un enfoque mayormente cualitativo. Se realizaron tres estudios distintos, tanto en lo que concierne a los objetos particulares que se analizaron como a la metodología empleada, y se obtuvieron resultados diferentes para cada uno. Posteriormente, ha sido necesario comparar y contrastar los resultados obtenidos entre sí para encontrar sus puntos de convergencia y divergencia y determinar qué información es la más relevante para esta investigación.

Para lograr este fin, se ha elegido la triangulación de métodos que “se refiere al uso de varios métodos (tanto cuantitativos como cualitativos), de fuentes de datos, de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno” (Okuda y Gómez Restrepo, 2005, p. 119). La triangulación de métodos

se realiza usando una gama diversa de instrumentos o métodos. En este procedimiento subyace un principio básico que consiste en recoger observaciones acerca de una situación o algún aspecto de ella, desde una variedad de perspectivas para después compararlas y contrastarlas” (Hidalgo, 2016, p. 11).

El objetivo principal de emplear este procedimiento ha sido el de buscar patrones de convergencia que permitan desarrollar una interpretación general del fenómeno que se ha investigado. Una de las ventajas de este aproximamiento es que, al comparar dos (o más)

estudios que arrojan resultados similares, se puede hablar de que se validan entre sí, corroborándose. En tanto que, si se obtienen resultados disímiles “la triangulación ofrece una oportunidad para que se elabore una perspectiva más amplia en cuanto a la interpretación del fenómeno en cuestión, porque señala su complejidad y esto a su vez enriquece el estudio y brinda la oportunidad de que se realicen nuevos planteamientos” (Okuda et al., 2005, p. 120).

De esta manera, se ha realizado la triangulación de los resultados obtenidos en los tres estudios –descriptores, documentación y estudios de casos– como punto de partida hacia la determinación de los elementos que podrían ser parte del modelo que se desea elaborar.

En primer lugar, se ha elaborado una tabla en la que se han colocado lado a lado los elementos de documentación de una obra electroacústica –resultados de cada uno de los estudios–, para posteriormente comparar cuáles de ellos son comunes a los tres estudios, y cuáles, por el contrario, aparecen como resultados individuales de un estudio en particular, sin coincidir con los otros (Tabla 18)²⁷.

Tabla 18
Tabla comparativa

Elemento de documentación	Estudio 1. Descriptores	Estudio 2. Documentación	Estudio 3. Estudios de casos	Recurrencia
Interfaz gráfica	√	√		2
Especificaciones de audio	√	√	√	3
Hardware	√	√	√	3
Controladores	√	√		2
Sistema de difusión	√	√	√	3
Micrófonos	√	√	√	3
Procesos	√	√	√	3
Software	√	√	√	3
Diagrama de flujo de señal	√		√	2
Diagrama de interconexión	√	√	√	3

²⁷ Las tablas pormenorizadas de cada uno de los estudios se proporcionan al final del documento.

Representación gráfica	√	√	√	3
<i>Patches</i>	√	√	√	3
Ajustes y comportamiento de los procesos	√	√	√	3
Opciones de dispositivos	√		√	2
Indicaciones de accionamiento de procesos	√		√	2
Periféricos		√		1
Presentación general		√	√	2
Sistemas midi		√		1
Instrumentos electrónicos	√			1
Descripción abstracta de los <i>patches</i>			√	1
Grabación de referencia de la obra		√		1
Glosario multimedia		√		1
Lista de archivos de audio y <i>samples</i>		√	√	2
Notas al programa		√		1
Archivos de audio y <i>samples</i>	√		√	2
Otros soportes (fotografías, dibujos, etc.)		√		1
Procedimientos de instalación (<i>software</i>)		√		1
Lista de archivos digitales		√		1
Instrucciones			√	1
Apéndices		√		1
Partitura de escucha descriptiva		√		1
Manual técnico			√	1
Alternativas de dispositivo			√	1
Documentación adicional			√	1

En la primera columna de la tabla anterior se han colocado cada una de las variables (elementos de documentación) resultantes en los estudios realizados en la investigación. En las columnas subsecuentes, se indica si están presentes –de acuerdo con el grado de recurrencia presentado– en los estudios individuales. Así, se puede reparar en que algunos de los elementos observados aparecen con mayor frecuencia en los estudios.

En segundo lugar, la información obtenida y plasmada en la tabla ha permitido establecer dos cuestiones. Por un lado, que los elementos que aparecen repetidos en los tres estudios representan, a priori, los componentes de documentación más comunes en la configuración de una obra electroacústica con *live electronics*. Sin embargo, por el momento, el hecho de que algunos elementos aparezcan una sola vez, o ninguna, en la tabla general no indica que deban descartarse, sino únicamente que, en el universo de obras y proyectos revisados no son elementos que se hayan empleado con una recurrencia significativa.

Por otro lado, esta tabla proporciona información de gran utilidad que, en la etapa de sistematización de resultados, ha sido empleada para establecer una primera categorización de los componentes resultantes de los estudios de acuerdo con sus características en común y a su recurrencia en las obras y proyectos de documentación revisados.

4.1.2 Sistematización y categorización de los resultados

Una vez que se han triangulado los resultados obtenidos mediante la metodología empleada, es necesario ordenarlos para entender cómo se relacionan entre sí y, posteriormente, categorizarlos para, eventualmente, determinar cuáles de los elementos resultantes contribuyen de manera más significativa a la configuración del modelo que se desea proponer.

Para este fin, se ha propuesto el método de sistematización, que es un procedimiento empleado mayormente en las investigaciones sociales y en los entornos pedagógicos (entre otras disciplinas) y puede definirse como el procedimiento mediante el cual se pretende poner en orden una serie de elementos, datos, etapas, etc., con la finalidad de clasificar o categorizar

la información obtenida mediante una metodología propuesta. De acuerdo con Ramos et al. (2016)

uno de los propósitos principales de la sistematización es “la conceptualización de la práctica (...), para poner en orden todos los elementos que intervienen en ella, no un orden cualquiera, sino aquel que organice el quehacer, que le dé cuerpo, que lo articule en un todo, en la que cada una de sus partes ubique su razón de ser, sus potencialidades y sus limitaciones (...), una puesta en sistema del quehacer, en la búsqueda de coherencia” (p. 20).

Este tipo de aproximación a un fenómeno –también conocido como enfoque de sistema o enfoque sistémico–, permite “abordar los objetos y fenómenos de forma integradora, es decir, no como la suma de componentes, sino como un conjunto de elementos en interacción, que producen nuevas cualidades” (Ramos, et al. 2016, p. 10). El proceso de sistematización se vincula con realizar un registro de información y ordenarla para que sea accesible, comprensible y útil para otros (DIPECHO, 2012).

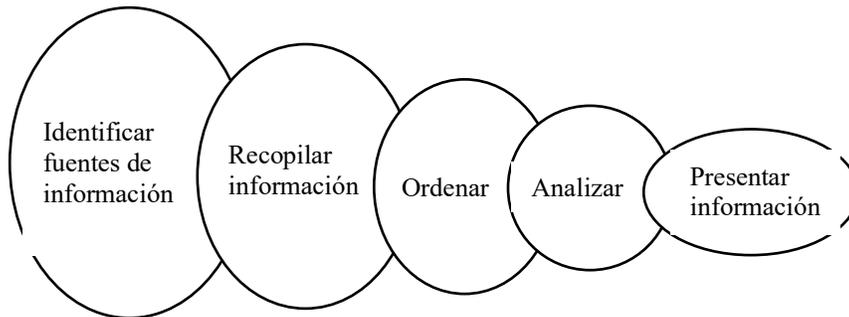
Este proceso implica la organización de los elementos en sistemas, entendiendo un sistema como un “conjunto de elementos que tienen relaciones y conexiones entre sí y que forman una determinada integridad, unidad” (Ramos, et al. 2016, p. 10). A su vez, los sistemas se dividen en subsistemas y estos, a su vez, pueden componerse de otros. Lo anterior depende de la naturaleza de lo que se pretende sistematizar. Un proceso de sistematización suele contar con las siguientes etapas (Figura 39):

- Identificación de las fuentes
- Recopilación de información
- Ordenamiento de la información
- Análisis de la información

- Presentación de la información

Figura 39

Etapas del proceso de sistematización



Nota. Adaptado de DIPECHO (2011).

Identificación y recopilación de la información.

En este proyecto de investigación, las primeras dos etapas del proceso de sistematización corresponden a los estudios planteados en la metodología por la cual se obtuvieron los datos que permitirán realizar la sistematización: estudio de descriptores, estudio de proyectos de documentación y estudios de casos (Saariaho y Boulez). La información recopilada, principalmente los resultados obtenidos, se emplearon como base para las etapas posteriores de sistematización.

Ordenamiento y análisis de la información.

Posteriormente, se ha procedido a la tercera y cuarta etapas, es decir, a ordenar los elementos resultantes de los estudios propuestos en la metodología y su análisis para su posterior organización en sistemas y subsistemas. Para ello se ha considerado lo establecido

por Álvarez (citado por Ramos et al., 2016) como las propiedades características de un sistema, las cuales se enumeran a continuación:

- Componentes: son el total de los elementos que constituyen el sistema.
- Jerarquía: Corresponde a la integración de los componentes en grados de importancia.
- Estructura: Organización estable entre los componentes del sistema y subsistemas.

Componentes del sistema. Los componentes del sistema están representados por cada uno de los elementos de documentación observados en la investigación, independientemente de su recurrencia, es decir, es una lista exhaustiva de los resultados obtenidos. Estos componentes constituyen el grupo de elementos que deben clasificarse tanto jerárquica como estructuralmente (Tabla 19).

Tabla 19

Componentes del sistema

Componentes del sistema
Interfaz gráfica
Especificaciones de audio
Hardware
Controladores
Sistema de difusión
Micrófonos
Tipo de procesos
Software
Diagrama de flujo de señal
Diagrama de interconexión
Representación gráfica
<i>Patches</i>
Ajustes y comportamiento de los procesos
Opciones de dispositivos
Indicaciones de accionamiento de procesos
Periféricos
Presentación general
Sistemas midi
Instrumentos electrónicos
Grabación de referencia de la obra
Glosario multimedia
Lista de archivos de audio y <i>samples</i>
Notas al programa
Archivos de audio y samples

Otros soportes (fotografías, dibujos, etc.)
 Procedimientos de instalación (*software*)
 Lista de archivos digitales
 Instrucciones
 Apéndices
 Partitura de escucha descriptiva
 Manual técnico
 Alternativas de dispositivo
 Documentación adicional

Jerarquía. Una vez establecidos los componentes del sistema, se ha procedido a organizarlos de manera jerárquica. Para esto se ha utilizado como punto de referencia la tabla comparativa de los estudios (véase Tabla 15), particularmente la columna de recurrencia. Así, los elementos de mayor recurrencia tienen la posición jerárquica más alta, en tanto que los de menor recurrencia, la posición más baja (Tabla 20).

Tabla 20

Jerarquización de los componentes

Componentes de mayor importancia (recurrencia 3)	Componentes de importancia alta (recurrencia 2)	Componentes de importancia media (recurrencia 1)	Componentes de importancia baja (recurrencia 0)
Especificaciones de audio Hardware Sistema de difusión Micrófonos Procesos Software Diagrama de interconexión Representación gráfica <i>Patches</i>	Interfaz gráfica Controladores Diagrama de flujo de señal Opciones de dispositivos Indicaciones de accionamiento de los procesos	Sistemas midi Instrumentos electrónicos Descripción abstracta de los <i>patches</i> Grabación de referencia de la obra Notas al programa Instrucciones Manual técnico Alternativas de dispositivo	Periféricos Glosario multimedia Otros soportes (fotografías, dibujos, etc.) Procedimientos de instalación (<i>software</i>) Lista de archivos digitales Apéndices

Ajustes y comportamiento de los procesos	Presentación general Lista de archivos de audio y <i>samples</i> Archivos de audio y <i>samples</i>	Documentación adicional	Partitura de escucha descriptiva
--	---	-------------------------	----------------------------------

Por el momento, tomando en cuenta la información anterior, se consideran los elementos de mayor recurrencia (grados 3 y 2 respectivamente) como aquellos que pudieran establecerse como categorías principales para estructurar los sistemas del modelo. Sin embargo, será necesario comparar estos datos con los resultantes en la siguiente etapa de ordenación de la información para establecer los sistemas y subsistemas del modelo que se pretende proponer.

Estructura. Para definir esta etapa de la sistematización de los resultados, se ha procedido a organizar los componentes del sistema proponiendo una estructura que permita entender las relaciones entre los distintos elementos que lo conforman. Para establecer una organización congruente se ha propuesto una división por categorías y subcategorías.

De esta manera, se han empleado dos procesos opuestos y complementarios para elaborar el sistema de categorías como sugiere Espín (2002):

- **Categorías a priori:** Para la elaboración de estas categorías se parte del análisis de los resultados tomando como referencia un sistema de categorías ya establecido, que han sido elaboradas en otros estudios y obtenidas a partir de un marco teórico.

- Categorías a posteriori: Se realiza sin una referencia previa, se obtiene a partir de la clasificación progresiva de los elementos resultantes del análisis del objeto que se estudia.

Para determinar las primeras categorías (categorías a priori) se han tomado como referencia las propuestas realizadas en algunos de los proyectos de documentación revisados en el Estudio 2 de esta investigación (sobre proyectos de documentación). En tanto que para las segundas (categorías a posteriori) se han tomado como punto de partida las tablas obtenidas en los Estudios 1 y 3 (estudios de descriptores y de casos).

Categorías a priori. De acuerdo con lo recopilado en la Tabla 18 con respecto a los componentes del sistema puede verse que el universo de los elementos observados en el estudio 2 es de 24. Aunque en su mayoría cada uno de ellos hace referencia a componentes distintos, es de notarse que algunos se refieren a elementos semejantes, equivalentes o que bien podrían agruparse bajo una misma categoría, de acuerdo con la similitud de sus características o la función que desempeñan en la composición y/o interpretación de las obras musicales. Dada esta circunstancia, se ha procedido a agruparlos siguiendo dicho criterio, proponiendo categorías más amplias que los abarquen y organicen en función de sus semejanzas (Tabla 21):

Tabla 21

Organización de los componentes del sistema de acuerdo con sus similitudes

Proyecto de documentación	Categorías				
Battier/Gerzso	Representación de la electrónica	Presentación general de Lista de sonidos	Efectos Patches	Equipo de difusión Diagrama de difusión	Controladores Sistemas midi

		Notas al programa			
Lemouton	Partitura electroacústica		Mapa de procesos digitales		
Bosma	Partitura extendida		Diagrama de procesamiento de señal		
Antony	Partitura	Partitura			
Compilado de autores	Representación gráfica	Configuración Indicaciones	Ajustes y comportamiento		Controladores

De esta manera, se ha observado que es posible organizar los componentes derivados del estudio 2, sobre proyectos de documentación, en cinco categorías generales, es decir, cinco categorías a priori.

Categorías a posteriori. Para definir estas categorías se partió de los componentes encontrados en los estudios de casos. En los resultados de tales estudios se establecieron cinco categorías (véase la Tabla 17) en la que se distinguía entre elementos fundamentales y elementos secundarios. Éstas representan las categorías a posteriori –resultado de la observación e investigación– y se enuncian a continuación: representación gráfica, documentación, procesamiento de señal, difusión e interacción (Tabla 22).

Tabla 22

Estudio	Categorías				
Casos	Representación gráfica	Documentación	Procesamiento de señal	Difusión	Interacción

Una vez identificadas las categorías, se ha procedido a compararlas con los componentes de mayor recurrencia obtenidos en la etapa de jerarquización (Tabla 20), para posteriormente reagrupar los componentes de acuerdo con sus similitudes y, de esta manera, se ha observado que todos los componentes pueden resumirse a cinco sistemas principales, los cuales se presentan a continuación:

- Sistema de representación gráfica
- Sistema de documentación
- Sistema de procesamiento de señal
- Sistema de sonorización
- Sistema de interacción

Los sistemas mencionados representan la estructura principal del modelo propuesto en este trabajo y, desde el enfoque de esta propuesta, constituyen los sistemas mínimos con que puede contar una obra electroacústica con procesamiento de señal en vivo para favorecer su reinterpretación, preservación y adaptabilidad o migración tecnológica.

Cabe señalar que una vez que se han establecido los sistemas generales ha sido necesario, en algunos casos, descomponerlos en divisiones más pequeñas a las que se les ha denominado subsistemas. Estos subsistemas corresponden a categorías que cumplen una función específica al interior del sistema del cual se derivan y, a su vez, pueden dividirse en componentes particulares²⁸.

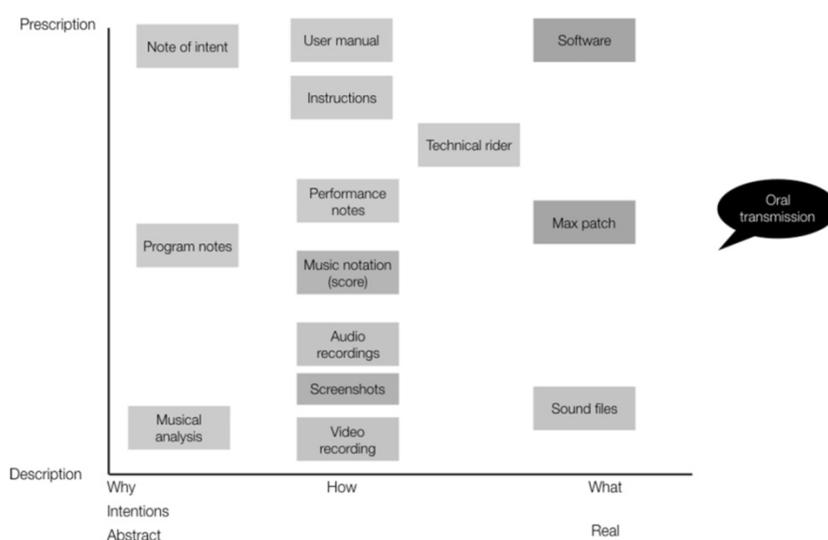
Elementos prescriptivos y descriptivos. Lemouton et al. (2018) plantean una clasificación de los elementos de una obra electroacústica de acuerdo con si éstos son de carácter

²⁸ Se presentan más detalles en el siguiente capítulo.

prescriptivo o descriptivo. Con respecto al carácter descriptivo, se plantean niveles de descripción: el por qué (las intenciones por las que se realizó la obra), el cómo (la descripción propiamente dicha) y el qué (los materiales específicos) (Figura 39). Esta categorización es la que sirve como base para el sistema que se está proponiendo pues se aproxima más a lo observado en los estudios, a saber, que la documentación de la obra debe hacerse apegada a la descripción de los principios en los que opera la pieza (en términos del dispositivo tecnológico).

Figura 39

Categorías de prescripción y descripción



Nota. Tomado de Lemouton et al. 2019.

Así, puede distinguirse entre documentos prescriptivos, documentos descriptivos y documentos reemplazables. Los primeros son aquellos que proporcionan información sobre los aspectos de la obra que son obligatorios, no negociables (partitura, procesos empleados, espacialización, etc.); en tanto que los descriptivos, proporcionan información sobre la manera en que se puede conseguir lo que se prescribe. Esto apunta a una tercera categoría, la de los elementos reemplazables, aquellos que pueden sustituirse.

Con esto en mente, puede proponerse el siguiente ejemplo: en una obra en específico, un elemento prescriptivo podría ser un proceso en particular (reverb, delay, etc.), este no puede cambiar, pues es inherente a la concepción musical. Mientras que el elemento descriptivo, sería la descripción técnica sobre cómo procesar la señal (parámetros, ajustes, indicaciones de evolución en el tiempo, etc.). El elemento reemplazable sería la tecnología en específico que se utiliza en la obra (hardware, software, etc.), ya que, si se cuenta con los otros dos elementos –prescriptivo y descriptivo–, es posible recrear el proceso independientemente de las herramientas que se usen.

Por lo anterior, será importante que, en la aplicación del modelo propuesto, se distinga claramente entre los elementos prescriptivos, descriptivos y los reemplazables.

4.2 Elementos del modelo a partir de la sistematización de los resultados

Una vez que se ha realizado el proceso de sistematización de los componentes es posible realizar una propuesta de los elementos que integran el modelo. En este punto, es importante definir qué es un modelo y cuál es la aplicación que tiene en esta investigación. Un modelo es una representación simplificada y abstracta de un sistema, proceso, objeto o fenómeno que se utiliza para analizar, entender o explicar cómo funciona con su entorno. Un modelo pretende “articular de manera sistemática el conocimiento que se obtiene de la experiencia mediante el proceso de investigación” (Carvajal, 2002, p. 1). En general, un modelo es una construcción teórica que se utiliza para simular o representar una situación real de una manera más manejable y comprensible. Los modelos pueden ser útiles para predecir el comportamiento de un sistema o fenómeno, para optimizar procesos, para analizar diferentes escenarios y para hacer predicciones sobre el futuro .

En lo que respecta a esta investigación el modelo que se propone intenta representar y establecer de manera sistemática cuáles son los elementos de documentación mínimos necesarios en la configuración de una obra electroacústica con procesamiento de señal en tiempo real. Y, como modelo, funcionar para ser aplicado y replicado en el proceso creativo de obras de este tipo de tal manera que su aplicación favorezca la reinterpretación y/o adaptabilidad tecnológica. El modelo, como se mencionó anteriormente, diferencia entre componentes descriptivos, prescriptivos y reemplazables dando mayor importancia a los primeros.

Cabe señalar que el modelo pretende presentar de manera general los elementos de configuración de una obra electroacústica, no de manera particular. Es decir, se proponen los principios generales que pueden aplicarse en cada uno de los sistemas y subsistemas, sin embargo, no intenta prescribir la manera en que se representan y/o desarrollan. En ese sentido, es un modelo adaptable, que depende de las particularidades y necesidades de cada obra y autor, ya que un modelo “no intenta representar la realidad como tal, sino solo aquellos aspectos o variables más importantes y significativos” del sistema, proceso u objeto que representa (Carvajal, 2002, p. 8). Tampoco es un modelo exhaustivo, se circunscribe a las obras con procesamiento de señal en vivo, pero no pretende representar de manera absoluta las posibilidades de creación y/o documentación de este tipo de obras ni abarcar todos los componentes tecnológicos y de documentación posibles en obras de este tipo, sino servir como punto de partida hacia una posible estandarización futura. Cabe hacer la aclaración de que, en la replicación de esta propuesta de modelo, no todas las obras que llegaran a adoptarlo presentarían todos los sistemas aquí mencionados, sino únicamente aquellos que sean funcionales y necesarios para la propuesta creativa en cuestión. Dicho lo anterior, es momento de presentar los sistemas que comprenden el modelo propuesto, así como los subsistemas derivados y los componentes principales.

4.2.1 Sistema de representación gráfica

El sistema de representación hace referencia a la manera en que se pueden representar gráficamente tanto el componente acústico de la pieza como el componente electrónico. Por esta razón, se puede dividir en dos subsistemas: subsistema de representación acústica y subsistema de representación electrónica.

Subsistema de representación acústica. Este subsistema está comprendido, en primer lugar, por la partitura acústica²⁹ propiamente dicha. En términos generales, corresponde a una partitura convencional, en el sentido de ser un documento en el que se plasman de manera gráfica símbolos y convenciones musicales que representan a los instrumentos y/o al resultado sonoro deseado. Ésta puede ser una partitura tradicional, gráfica, visual, modular, textual, etc., dependiendo de la propuesta del compositor. Este componente, la partitura acústica, puede ser prescriptivo –principalmente si se acerca más a un formato tradicional–, descriptivo –si su enfoque es más flexible–, o bien, una combinación o punto intermedio entre ambas³⁰. Igualmente, es necesario mencionar que cabe la posibilidad de prescindir por completo de una partitura y/o representación gráfica de la composición si el acercamiento propuesto por el compositor así lo determina. No obstante, se menciona como uno de los posibles elementos que pueden integrar una obra electroacústica.

En segundo lugar, es recomendable que se cuente con un glosario u hoja de indicaciones con los símbolos y/o grafías de notación no convencionales que pudieran

²⁹ Partitura musical convencional, sin embargo, se emplea aquí la palabra acústica para diferenciarla de la partitura electrónica o representación gráfica del componente electrónico, teniendo en cuenta que ésta también es parte del entramado musical.

³⁰ No es la intención de este trabajo indicar o sugerir la naturaleza de la notación musical, ya que esto corresponde a los compositores de las obras, además de alejarse del objeto de estudio principal, sino simplemente enunciar la posibilidad del empleo de un elemento de representación gráfica de la música en el modelo propuesto.

integrarse en la partitura o equivalente y la descripción pormenorizada de cómo deben interpretarse.

Subsistema de representación electrónica. Este subsistema constituye una forma visual de representar y describir los eventos y parámetros relacionados con la manipulación, generación y procesamiento del sonido en una obra electroacústica, que incluya los procesos en vivo y la reproducción de secuencias pregrabadas. De manera general, consiste en el uso de gráficos, diagramas, símbolos y cualquier otro medio de representación visual que sea útil para describir los diferentes elementos, procesos, comportamientos y ajustes en la manipulación del sonido. La representación de la electrónica debe proponerse de tal manera que facilite la comprensión y el control de los procesos electrónicos y que permita, tanto a compositores como a intérpretes, visualizar y manipular los elementos y parámetros sonoros de una manera intuitiva y efectiva.

Es importante tener en cuenta que estas representaciones son aproximaciones que pueden variar según la intención del compositor o su acercamiento al fenómeno sonoro. Al no haber una manera única de representación, la creatividad y la comunicación clara serán piezas clave para lograr una representación eficaz de los eventos sonoros en la partitura. El enfoque propuesto para este modelo es el empleo de representaciones descriptivas tan precisas como sea posible, evitando hacer referencia a tecnologías específicas.

Sin tener la intención de ser exhaustivo, a continuación, se enumeran algunas posibilidades de representación y recomendaciones que pueden ser útiles para abordar este sistema.

1. Descripción de los ajustes y comportamiento de los procesos en vivo. Implica detallar cómo se configuran y controlan los procesos electrónicos durante la interpretación

de la obra. Esto abarca aspectos técnicos y creativos relacionados con la manipulación y transformación de la señal de audio en vivo. Al describir los ajustes y comportamiento de los procesos en vivo, se pueden incluir los siguientes aspectos:

- a) **Parámetros de procesamiento:** Implica las especificaciones de los parámetros principales de los procesos electrónicos utilizados en la obra. Es necesario describir de la manera más precisa posible los ajustes y valores utilizados para cada parámetro, así como la manera en la que influyen en el sonido.
- b) **Comportamiento y evolución sonora.** Se refiere principalmente a la descripción del comportamiento en el tiempo de los procesos en vivo, cómo se desarrolla y evoluciona el sonido en la obra. Se sugiere incluir indicaciones sobre los cambios graduales en la configuración de los procesos, los momentos en que se activan o desactivan los efectos sonoros o cualquier otro elemento que defina la evolución del sonido a lo largo de la interpretación.
- c) **Control en tiempo real:** Incluye los detalles sobre la manera en que se realiza el control de los procesos en tiempo real durante la interpretación. Puede incluir indicaciones aplicables a distintos dispositivos de control –físicos o virtuales–, para ajustar los parámetros de procesamiento en respuesta a la interpretación del músico.
- d) **Interacción entre músico y electrónica.** Descripción de la manera en que se establece la interacción entre el intérprete y los procesos electrónicos en vivo. Se pueden incluir indicaciones sobre momentos específicos en los que el músico interactúa directamente con los parámetros de procesamiento o con los eventos de procesamiento.
- e) **Instrucciones específicas.** Pueden proporcionarse instrucciones específicas sobre la manera de realizar ciertos comportamientos o ajustes durante la interpretación que no sean abarcadas en los puntos anteriores.

2. Notación aproximada del resultado sonoro deseado. Pueden incluirse, para algunos procesos, elementos de notación convencional que ayuden a la comprensión del resultado sonoro que se espera lograr. Del mismo modo, se pueden incluir representaciones de elementos musicales contenidos en archivos de audio pregrabados que sean reproducidos durante la interpretación de la obra, en caso de que se empleen *samples* o algún soporte fijo. Para ambos casos, la notación no necesariamente será del todo precisa, sino que contendrá elementos clave que sean de utilidad para la interpretación y/o adaptabilidad tecnológica de la obra.

3. Anotaciones gráficas. Implica el empleo de abstracciones gráficas y símbolos para indicar eventos sonoros en la partitura, ya sean referentes a los procesos en vivo o a las muestras o secuencias sonoras y/o musicales que pudieran ser empleadas en la obra. Estos símbolos y gráficos pueden representar características del sonido como cambios de timbre, intensidad, texturas o eventos específicos en la obra. Con respecto a la representación gráfica de secuencias de audio pregrabadas, se pueden incluir los siguientes aspectos:

- a) Formas de onda. Pueden resultar de utilidad para representar visualmente el contenido sonoro en la partitura, permitiendo identificar cambios de intensidad, silencios, ataques y otros eventos relevantes.
- b) Representaciones espectrales. Se pueden emplear para mostrar la distribución de frecuencias en momentos clave de la obra, proporcionando una idea de la estructura y los cambios tímbricos a lo largo de la pieza.

4.2.2 Sistema de documentación

El sistema de documentación tiene como finalidad registrar y preservar la información más relevante sobre la composición y producción de la obra para que pueda emplearse posteriormente para su reinterpretación, así como para la eventual adaptabilidad y/o migración tecnológica. Además, permite tener una idea más clara sobre el proceso creativo y técnico involucrado en la obra.

Como indica Battier (2004) es pertinente archivar grandes cantidades de información de texto precisa junto con las piezas para electrónica en vivo para permitir el trabajo posterior con una tecnología completamente diferente. Dentro del enfoque adoptado en este modelo, la documentación debe hacer referencia, en primera instancia, a la idea musical detrás de los procesos utilizados (van Ransbeek, Perrota, y Sousa Dias, 2012) y, en caso necesario, a la tecnología empleada en la primera implementación de la obra.

Entre los documentos generales que pueden sugerirse para este sistema están los siguientes: Diagramas de configuración de los componentes de audio de la primera implementación (Battier, 2004), descripción abstracta de los *patches* (Bonardi et al, 2008), descripción detallada de los procesos electrónicos empleados. Adicionalmente, pueden integrarse escritos tales como notas al programa (Battier, 2004), glosarios en los que se incluyan todos los términos y definiciones técnicas que se emplean en la partitura (Bernardini et al, 2005), entre otros documentos que aporten información relevante³¹ con respecto a la obra.

³¹ Bernardini y Vidolin (2005) señalan, por ejemplo, cómo Stockhausen, en su obra *Oktophonie*, proporciona 32 páginas de documentación en las que hace referencia a discos *Notator* sin especificar cuál es el contenido exacto de tales discos, lo que hace que dicha documentación resulte inservible.

El sistema de documentación puede dividirse en dos subsistemas: subsistema de documentos y subsistema de archivos.

Subsistema de documentos. Este subsistema incluye todos aquellos elementos físicos o digitales que contengan información detallada sobre los aspectos de configuración, producción e interpretación de la obra, particularmente a aquellos relacionados con el componente electrónico, encaminados a la preservación, reinterpretación y adaptabilidad tecnológica. Dentro del enfoque adoptado por este modelo, se propone que dicha documentación privilegie la información descriptiva por sobre la prescriptiva.

Al igual que con el sistema anterior –de representación gráfica–, los componentes involucrados en este subsistema dependerán de la obra en particular y de sus características sonoras y de interpretación. Sin embargo, es posible enumerar algunos de los elementos que podrían resultar más comunes y sugerir algunas directrices para cada uno de ellos.

1. Descripción general. Se sugiere incluir un apartado en el cual se realice una descripción general de la obra, en la que se incluya información básica –título, compositor, fecha de creación, formato, entre otras–, y se abarquen aspectos relacionados con los conceptos detrás de la composición, la intención del autor al crear la pieza, los objetivos técnicos y estéticos de la composición, así como cualquier otra información que pueda resultar útil para la interpretación, preservación y posible adaptación tecnológica.

2. Especificaciones técnicas. La documentación debe incluir información sobre los aspectos técnicos necesarios para la interpretación de la obra, sin referencia a una tecnología en concreto, sino priorizando la descripción detallada de los principios en los que opera el componente tecnológico. Al tratarse de describir qué aspectos se recomienda abarcar en las especificaciones técnicas, es posible mencionar los siguientes:

Especificaciones de audio. Proporcionan información detallada y características específicas del equipo de audio recomendado para la interpretación de la obra, con el fin de alcanzar el mejor resultado sonoro posible. Dado el enfoque del modelo propuesto, las especificaciones del equipo de audio deben describir las características fundamentales que se sugiere éste tenga en lugar de prescribir tecnologías, marcas o modelos específicos. Entre las especificaciones de audio que se pueden incluir en una obra de este tipo, se mencionan las siguientes:

- a) **Altavoces.** Pueden indicarse como referencia las características mínimas con las que deben contar los altavoces en una configuración simple, tales como la respuesta de frecuencia (en Hz), la potencia nominal (en W) y la sensibilidad (en dB), entre otras que se consideren necesarias; teniendo en cuenta que estas indicaciones pueden variar dependiendo del tamaño del recinto donde se interprete la obra. Igualmente, puede indicarse el número de altavoces necesarios dependiendo de la configuración espacial proyectada para la interpretación.
- b) **Amplificación.** Hace referencia al sistema de amplificación necesario para proporcionar la potencia necesaria a los altavoces –en caso de que éstos lo requieran–, y sus características básicas, entre las que se pueden mencionar la potencia de salida y la respuesta de frecuencia. Puede incluirse información sobre el número de salidas del amplificador, dependiendo si la configuración es estéreo, multicanal o de otro tipo.
- c) **Mezcladora.** Entre otra información que se puede proveer en lo que respecta a las mezcladoras pueden incluirse el número de canales de entrada, procesamientos internos –particularmente ecualización y compresión–, necesidades de enrutamiento –asignaciones, subgrupos, etc.–, número de salidas y auxiliares, entre otros datos que resulten relevantes para la obra.

- d) Microfonía. Implica la descripción de los micrófonos que se requieren en la obra para la captura del sonido, es recomendable que proporcione información sobre el tipo de micrófono sugerido –dinámico, condensador, listón, etc.–; el patrón de captación –cardioide, supercardioide, bidireccional, etc.–; rango de frecuencia y sensibilidad, número de micrófonos requeridos, entre otra información que pueda resultar importante para la elección de la microfonía.
- e) Especificaciones de referencia. Puede proporcionarse información prescriptiva sobre el equipo empleado en la primera implementación de la obra, si ya se ha realizado. En tal caso, se incluiría el equipo específico utilizado con referencia a las marcas y modelos concretos y sus características principales.

Si bien las especificaciones anteriores no son del todo necesarias para la adaptabilidad del dispositivo electrónico, ni inciden directamente en la preservación de la obra, proporcionan información valiosa para la interpretación y configuración del componente tecnológico.

Procesamiento de señal. Implica la enumeración y descripción pormenorizada de cada una de las técnicas de procesamiento de señal empleadas en la composición, así como sus parámetros, ajustes, y comportamiento en el tiempo. Al igual que con otros componentes se enfatizará la descripción de los principios de operación en lugar de las referencias a tecnologías específicas. Del mismo modo, pueden incluirse representaciones visuales de los diferentes procesos y conexiones entre los componentes electrónicos y las señales de audio –diagramas de flujo, representaciones algorítmicas–, para mostrar cómo se encadenan los procesos, las rutas de señal, las entradas y salidas, entre otros aspectos.³²

³² Se presentan más detalles sobre el procesamiento de señal más adelante, en el apartado correspondiente al Sistema de procesamiento de señal.

Sincronización. La sincronización o interacción es un aspecto crucial para lograr una integración fluida y coherente entre la interpretación musical y la manipulación en tiempo real del sonido. Incluye la descripción de los mecanismos mediante los cuales se establece la sincronización y comunicación entre el sistema de procesamiento de señal y los intérpretes³³.

Documentación de configuración. Esta documentación tiene como finalidad proveer información detallada sobre la configuración del equipo utilizado en la interpretación de la obra. A continuación, se describen algunos elementos que pueden incluirse:

- a) Esquema de conexión. Es recomendable proporcionar un esquema claro de las conexiones entre los diferentes componentes de audio empleados en la obra. Incluye la interconexión de instrumentos, micrófonos, altavoces y otros equipos. El esquema debe ser lo suficientemente detallado y comprensible para que los técnicos puedan realizar correctamente la configuración del equipo.
- b) Diagrama de escenario. Si la obra requiere una configuración espacial específica, se debe proporcionar un diagrama de escenario que indique la ubicación precisa de los distintos componentes sonoros en el espacio –instrumentos, micrófonos, equipo de sonido, etc.–, para asegurar una disposición adecuada y una reproducción espacial coherente durante la interpretación.

3. Procesos de producción. Es posible que en la documentación se incluya información sobre el proceso creativo y técnico de la obra –detalles sobre las técnicas de grabación, edición y procesamiento empleado, entre otras–, siempre que puedan ser de utilidad para clarificar la manera de conseguir el resultado sonoro deseado, la posible recreación del dispositivo electrónico y su eventual adaptabilidad tecnológica. Para documentar el proceso

³³ Se proporciona información adicional sobre la sincronización más adelante, en el apartado correspondiente al Sistema de interacción.

de producción de la obra podrían incluirse capturas de pantalla, fotografías, diagramas o cualquier otro material que ilustre la realización técnica de la obra.

4. Listado de archivos sonoros. Consiste en un registro detallado de todos los archivos de sonido utilizados en la obra, si se emplean. Proporciona información sobre cada archivo sonoro, la cual puede incluir lo siguiente:

- a) Nombre. Implica el registro único del archivo, que ayude a identificarlo y localizarlo fácilmente cuando así se requiera.
- b) Descripción. Puede proporcionarse una descripción breve o etiqueta que especifique el contenido o naturaleza del archivo sonoro, incluyendo detalles sobre el tipo de sonido, instrumento, fuente original o cualquier otro aspecto relevante. Esta información puede ser útil para reemplazar o recrear los archivos en caso de pérdida. Para archivos sonoros que incluyan fragmentos musicales puede proporcionarse la partitura o representación gráfica que pueda facilitar su reproducción.
- c) Duración. Es recomendable registrar la duración de cada archivo en código de tiempo (minutos y segundos), lo que aporta información útil sobre el tiempo total de reproducción de cada archivo.
- d) Formato. Se sugiere registrar el formato de audio del archivo (.WAV, .AIFF, .MP3, etc.), las características técnicas como la frecuencia de muestreo, la resolución de bits, entre otras, para garantizar la compatibilidad y el correcto procesamiento de los archivos sonoros durante la interpretación.
- e) Ubicación. Se proporciona la ubicación física o digital de los archivos, es decir, la carpeta en la que se almacena en el sistema o en la web, o bien, la ruta de acceso en un dispositivo de almacenamiento. De ser el caso, puede incluir los datos de la editorial o casa productora que tenga los derechos de distribución de los materiales.

f) Notas adicionales. Se pueden incluir notas o comentarios adicionales que brinden información relevante sobre los archivos, como instrucciones específicas de reproducción, efectos o procesamientos aplicados, o cualquier otra observación que ayude a la comprensión e interpretación de la obra.

5. Documentos adicionales. De ser necesario, se pueden incluir documentos adicionales que proporcionen información de utilidad para la interpretación y adaptabilidad de la pieza musical, como notas al programa, registro histórico de versiones de la obra (de haberlas), directrices de interpretación, entre otras.

Subsistema de archivos. Este subsistema consiste en un repositorio de archivos, principalmente digitales, en el cual se almacenan y organizan los distintos elementos y recursos necesarios para la ejecución de la pieza musical. Algunos de los componentes que puede contener el subsistema son las grabaciones de sonidos (*samples*), secuencias musicales pregrabadas, archivos midi, partituras, ejemplos de procesos de sonido, sonidos sintetizados, entre otros tipos de archivos y soportes que puedan ser de utilidad para la interpretación, preservación y adaptabilidad tecnológica de la obra.

El subsistema de archivos puede estar resguardado en algún formato físico –como un CD, disco duro, etc.–, o bien, alojado en un algún servidor en línea y organizado en carpetas y subcarpetas ordenadas y categorizadas. Este repositorio bien estructurado puede facilitar la accesibilidad y el manejo de los archivos relacionados con la composición musical y servir como herramienta de documentación de las distintas iteraciones de la obra, permitiendo a los compositores, intérpretes, técnicos y demás actores relacionados con su interpretación e implementación a mantener un registro de los componentes utilizados, las configuraciones, entre otras posibilidades. Adicionalmente, una vez que la obra se haya interpretado podría incluirse una grabación que sirva como una referencia confiable del

resultado sonoro deseado, preferentemente esta grabación deberá ser supervisada por el compositor (Gerzso, 2015).

4.2.3 Sistema de procesamiento de señal

El propósito del sistema de procesamiento de señal es registrar y describir los procesos involucrados en la obra de la manera más detallada posible, de tal manera que a partir de esta información se consiga, en primera instancia, producir el dispositivo electrónico que se requiere para la interpretación de la obra –independientemente de la tecnología con que se cuente– y, en segundo lugar, preservar la información más relevante para que la obra, eventualmente, se reinterprete, se adapte o migre a otra tecnología.

El procesamiento de señal en vivo puede implicar una amplia gama de técnicas y herramientas –como efectos de sonido, síntesis, muestreo, grabación de sonido en tiempo real, etc.–, así como distintos tipos de dispositivos de control e interacción, por lo que en la descripción de este sistema se proponen y recomiendan elementos que puedan aplicarse de manera general a distintos escenarios, sin la intención de abordar exhaustivamente cada caso particular.

De manera general, se propone la descripción, tanto en la documentación de la obra como en la partitura, de los principios generadores de cada proceso, sus parámetros principales, sus ajustes y comportamiento en el tiempo. Así como recomendaciones para la representación algorítmica de los procesos. De esta manera, al describir el sistema de procesamiento de señal se sugiere abarcar, como mínimo, los siguientes aspectos:

Descripción de los procesos. Implica el registro y descripción de cada uno de los procesos de señal acústica que componen la interpretación en tiempo real de la obra. Supone definir con claridad cada uno de los procesos involucrados y describir en qué consisten y/o cuál es el resultado sonoro que se espera lograr. Se sugiere que la descripción se realice empleando lenguaje técnico, tratando en todo momento de aclarar los aspectos que pudieran resultar demasiado especializados. Además de lo anterior, se debe indicar el número de módulos específicos de cada proceso que se emplean en la obra (por ejemplo, 2 módulos de *delay*, 1 módulo de *reverb*, etc.), así como los posibles encadenamientos que resulten en módulos de procesamiento más complejos (por ejemplo, 1 módulo de *reverb* más *delay*, etc.).

Parámetros de procesamiento. Este aspecto hace referencia a la descripción de las variables ajustables que permiten controlar y modificar diferentes características del sonido procesado en la obra electroacústica. Estos parámetros determinan de qué manera se afecta la señal acústica, alterando su timbre, amplitud, duración, entre otros aspectos.

Por lo anterior, se recomienda, en primer lugar, determinar los parámetros principales involucrados en cada proceso empleado en la obra, tratando de proporcionar una lista completa de acuerdo con el resultado sonoro que se desea lograr. En segundo lugar, determinar las unidades de medida o magnitudes relacionadas con cada parámetro (por ejemplo, Hz, ms, midi cents, etc.), así como los valores mínimos y máximos de cada una de ellas. En tercer lugar, especificar los ajustes generales de cada parámetro (ajustes iniciales, ajustes fijos, ajustes variables, etc.), teniendo en cuenta que éstos podrían establecerse a lo largo de la obra o modificarse, dependiendo de las preferencias y objetivos del compositor o intérpretes.

Comportamiento y evolución sonora. Se enfoca principalmente en la descripción del progreso temporal de los procesos durante la interpretación de la obra. Implica examinar la

manera en que el sonido se desarrolla y transforma a lo largo de la pieza. Se sugiere que estas indicaciones se realicen en la partitura –en caso de que la haya–, o bien, en algún documento que sirva de guía para la interpretación acústica y técnica.

Para este aspecto, se recomienda incluir detalles sobre los cambios temporales y progresivos en la configuración de los procesos mediante indicaciones escritas o representaciones gráficas que funcionen para ello desde el enfoque propio de la obra y del compositor. De igual manera, se sugiere incluir indicaciones específicas sobre los momentos precisos en que se activan o desactivan los procesos de sonido y su duración.

Adicionalmente, pueden proporcionarse en la documentación, particularmente en las especificaciones técnicas de la pieza, descripciones textuales detalladas que expliquen los parámetros y ajustes utilizados, en las que se pormenore cada etapa de procesamiento, las técnicas utilizadas, los efectos aplicados y la manera en que se controlan los parámetros en tiempo real.

Notación aproximada del resultado sonoro deseado. Para algunos procesos en particular, es posible utilizar elementos de notación convencional para mejorar la comprensión del sonido deseado. De esta manera, se puede incluir el uso de símbolos musicales estandarizados que ayuden a transmitir el carácter y la intención del resultado sonoro esperado. Asimismo, si en la obra se emplean archivos de audio pregrabados, como *samples* u otros soportes fijos, es posible incluir representaciones de elementos musicales contenidos en tales archivos. Estas representaciones pueden ayudar a guiar la interpretación de la obra cuando se reproduzcan los archivos durante la interpretación.

El objetivo es proporcionar a los intérpretes y técnicos una guía clara y comprensible que les permita alcanzar el resultado sonoro deseado por el compositor. Igualmente, el uso

de elementos de notación convencional y representaciones gráficas de elementos musicales puede facilitar la comunicación y garantizar una interpretación coherente de la obra. Es importante tener en cuenta que esta notación busca capturar las características esenciales del resultado sonoro de los procesos electrónicos, pero no necesariamente proporciona una representación precisa de cada aspecto. La notación debe ser clara y comprensible para los técnicos e intérpretes y puede combinar diferentes enfoques, como descripciones verbales, gráficos, símbolos, entre otras opciones.

Representación algorítmica. Este componente hace referencia a la representación gráfica de un algoritmo, es decir, del conjunto de instrucciones lógicas y procedimientos que indican la manera en que se debe realizar el procesamiento de sonido. Tal representación puede lograrse a partir de diagramas de flujo, que consisten en una representación gráfica que muestra la secuencia de pasos y procesos que se deben llevar a cabo para manipular y transformar las señales de audio. Describe el flujo de señal desde su entrada inicial hasta su salida final, pasando por diferentes etapas de procesamiento. Cada etapa representa una acción específica que se realiza sobre la señal de audio.

El empleo de diagramas de flujo es útil pues permite, en primer lugar, comprender y seguir el flujo de señal asegurando que los procesamientos se apliquen correctamente y en el momento adecuado en la interpretación de la obra. Y, en segundo lugar, son útiles para la implementación de los procesos específicos en una plataforma tecnológica y ayudan a favorecer la adaptabilidad y migración.

Desde el enfoque de este modelo, se recomienda integrar diagramas de flujo de cada uno de los procesos involucrados en la composición y, si se considera necesario, un diagrama general de toda la pieza. Se sugiere, asimismo, utilizar para su elaboración nomenclatura y

simbología estandarizada (óvalos, rectángulos, flechas, conectores, etc.) para indicar las entradas y salidas, procedimientos, sumas de señal, parámetros, entre otros aspectos.

4.2.4 Sistema de sonorización

La finalidad del sistema de sonorización en una obra electroacústica es proporcionar una difusión precisa y de alta calidad del sonido involucrado en la interpretación, propiciando una distribución equilibrada y coherente del sonido en todo el espacio acústico que permita que el público pueda experimentar la obra de manera óptima. Además, puede facilitar la integración de los elementos acústicos con los componentes electroacústicos generados en tiempo real o pregrabados. Para lograr esto, se requiere de diversos aspectos como la ubicación estratégica de los altavoces, técnicas de mezcla y ecualización decuadas, y un control preciso de la intensidad, dirección y calidad del sonido. Se propone dividir este sistema en un subsistema de difusión y un subsistema de espacialización.

Subsistema de difusión. Implica la distribución del sonido en el espacio destinado para la interpretación de la obra, particularmente, la manera en que éste se propaga a través de un sistema de altavoces. Más allá de las especificaciones técnicas de los distintos componentes involucrados en el subsistema –como altavoces, amplificadores, superficies de control, etc.–, comprende el posicionamiento de los altavoces en el espacio acústico para garantizar que el sonido se distribuya uniformemente. Por esta razón, uno de los aspectos más importantes será definir, e indicar en la documentación de la pieza, el número de altavoces que se requieren en la interpretación, así como su posición en el recinto –principalmente si esta configuración tiene alguna implicación directa en la espacialización del sonido–.

Además de lo anterior, es recomendable que se incluyan indicaciones, en la partitura o en el documento que sirva de guía para la interpretación, de los niveles de salida de cada una de las fuentes sonoras involucradas en la obra (instrumentos, secuencias, procesos, etc.), así como indicaciones sobre los cambios de amplitud graduales que se realicen en el tiempo. Para tales anotaciones, se sugiere emplear la escala dBFS (*decibels full scale*) en la que 0 dB corresponden al nivel de amplitud máxima posible, en tanto que los valores inferiores se señalan en números negativos hasta el infinito.

Subsistema de espacialización. Este subsistema se refiere a la creación de una sensación de espacio tridimensional en la difusión del sonido. Trata de acercarse a recrear la experiencia auditiva natural y permitir que el oyente perciba la ubicación y la dirección de las fuentes sonoras en relación con su posición en el espacio.

La descripción de la espacialización no se limita únicamente a la especificación de un sistema de difusión específico o a la ubicación física de los altavoces en el espacio acústico, aunque sí está relacionada con estos aspectos. Sino, mediante el empleo de descriptores y parámetros específicos. Por ejemplo, se considera la dirección de las fuentes de sonido y el nivel de salida de cada una. Esto se hace con el propósito de permitir que el módulo de espacialización pueda ser replicado posteriormente, independientemente de la tecnología disponible o los avances en la difusión del sonido.

Para cada una de las fuentes sonoras empleadas en la pieza, se recomienda emplear, al menos, dos parámetros concernientes a la espacialización del sonido que deben permitir ser manipulados de manera dinámica y precisa: la dirección de la fuente y la amplitud de la fuente.

La dirección de la fuente se refiere al punto específico de donde proviene el sonido. Dependiendo del tipo de sistema de espacialización que se emplee en la obra (estéreo, multicanal, envolvente, etc.) se pueden proponer los valores específicos de cada parámetro. Por ejemplo, para un sistema estéreo, se tendrán al menos dos posiciones específicas de procedencia del sonido, izquierda y derecha; para sistemas más complejos se tendrán más posibilidades, como posiciones provenientes del frente, detrás, posiciones intermedias, etc.

La amplitud de la fuente especifica el nivel de salida que tendrá cada una de las fuentes sonoras, es decir, si el sonido se percibe como cercano o lejano al escucha. Está directamente relacionado con el volumen de salida de audio y, por tanto, es recomendable indicar los ajustes de amplitud empleando la escala dBFS (*decibels full scale*).

La sugerencia de este modelo es que, para ambos parámetros, se planteen nomenclaturas claras y específicas que ayuden a identificar la posición y direccionalidad del sonido.

Además de lo anterior, se recomienda integrar, tanto en la partitura como en las especificaciones técnicas, indicaciones de espacialización continua, las cuales propogan una mayor elaboración en los movimientos realizados dentro del sistema de espacialización. Se mencionan, de manera no limitativa, algunos tipos de movimientos continuos relacionados con la espacialización:

- Movimientos de panoramización. Consisten en desplazar el sonido entre dos posiciones establecidas. Comienzan un un punto específico (a) y se dirigen a otra posición designada (b), en un tiempo determinado. Estos movimientos pueden llevarse a cabo tanto en un entorno estéreo como en multicanal.

- Movimientos aleatorios: En este tipo de movimientos se determina una posición o una ruta (un grupo de posiciones) por la cual el sonido se desplaza. No sigue un patrón predeterminado, sino que varía de forma imprevisible.

- Movimientos rotativos: Estos movimientos indican que la fuente sonora realiza una rotación completa de 360 grados. Comienza en una posición específica y sigue una dirección determinada, ya sea en sentido horario o antihorario, en un tiempo establecido.

Para cada uno de estos movimientos de espacialización continua, se recomienda proporcionar instrucciones detalladas sobre el movimiento deseado de la fuente sonora. Lo anterior se puede lograr mediante el empleo de diagramas específicos que utilicen una nomenclatura clara y precisa, así como símbolos que representen de manera coherente los movimientos propuestos.

4.2.5 Sistema de interacción

Este sistema implica la descripción de los mecanismos mediante los cuales se establece la interacción y sincronización entre los intérpretes y el procesamiento en tiempo real del sonido. El sistema desempeña un papel esencial para lograr la integración fluida del componente acústico con el electrónico.

La sincronización puede lograrse de manera manual, si los dispositivos de interacción requieren de un componente externo que los accione –el intérprete, un operador, compositor, etc.–, o automática, cuando se establece un sistema que actúe de manera autónoma, sin la intervención directa del intérprete u otro individuo.

Desde el enfoque de esta propuesta, no se considera del todo necesario que se proporcionen las indicaciones para programar y/o elaborar el dispositivo de interacción, sino

la descripción de cómo se espera que funcione el sistema. De esta manera, será importante indicar en las especificaciones técnicas de la obra el tipo de mecanismo de interacción que se desea, si es manual o automatizado, si puede ser activado por el intérprete o requiere de un operador particular, por medio de qué tipo de interfaz se espera que se active (táctil, de presión, un sensor, etc.). Igualmente, pueden proporcionarse instrucciones que se apliquen a diversos dispositivos de interacción, ya sean físicos o virtuales, con el fin de ajustar los parámetros de procesamiento en respuesta a la interpretación del músico.

En el caso del empleo de dispositivos de interacción más complejos como sensores (de movimiento, de presencia, de proximidad, acelerómetros, etc.), dispositivos de captura de datos (captura de presión, captura de respiración, etc.) u otras interfaces personalizadas es recomendable indicar no solamente la descripción de la manera en que éstos operan, sino también proporcionar elementos que propicien la elaboración del dispositivo, como diagramas de flujo, información sobre los circuitos eléctricos, entre otra información útil para tal propósito.

Adicionalmente, si se emplea algún tipo de controlador de tipo más convencional (controlador midi, teclado, pedal, etc.) se sugiere que se proporcionen las características técnicas generales que sean útiles para que se pueda emplear algún dispositivo similar al propuesto en la primera implementación de la obra.

Capítulo 5

Evaluación del modelo propuesto

5.1 Implementación de los elementos del modelo propuesto en una obra musical

Una vez que se han determinado y descrito los sistemas que conforman el modelo propuesto ha sido necesario evaluar su pertinencia y funcionalidad. Para ello, se ha realizado, como primer paso, la implementación de los sistemas propuestos en una obra musical, considerando que “la preservación de obras musicales que involucran tecnologías electroacústicas debe basarse en una documentación exhaustiva de los procesos creativos” (Boutard, 2013, p. 68). Del mismo modo, la implementación de los componentes del modelo se hizo teniendo en cuenta el siguiente planteamiento: **los procesos electrónicos debieron señalarse y describirse sin referencia a ninguna tecnología en específico, sino en sus aspectos técnicos y sus principios de generación.** De esta manera, en esta etapa no se hizo una programación de los procesos empleando algún *software* o plataforma especializados, ni se determinó algún dispositivo específico en *hardware*³⁴.

5.1.1 Composición de la obra musical (elementos musicales)

Con el propósito de implementar los sistemas y componentes del modelo propuesto en una obra musical, se realizó la composición de una pieza para violín y electrónica (procesamiento de señal en tiempo real). Antes de revisar de qué manera se implementaron

³⁴ Sin embargo, en la etapa posterior (5.2) se realizó la adaptación tecnológica del componente electrónico por un tercero.

los componentes en la obra, se presentan los elementos estructurales –propriadamente musicales– que la conforman.

La pieza se titula *Analepsis* –palabra sinónima de retrospección, equivalente a la voz inglesa *flashback*–, el título hace referencia a un recurso narrativo que funciona como una interrupción de un relato para referir a un evento ocurrido en el pasado, esta interrupción puede ser breve o prolongada, de acuerdo con las intenciones del narrador. La elección del título está relacionada con la obra en dos sentidos. Primero, la composición emplea materiales de obras anteriores, además de materiales nuevos, esto establece una idea de retrospección, de regreso a material musical preexistente. Segundo, el recurso de analepsis (*flashback*) se emplea discursivamente en la obra: en distintos momentos de la pieza el discurso musical se ve interrumpido por la irrupción de materiales musicales que fueron presentados previamente, tal irrupción funciona como visión retrospectiva, como recuerdo de material musical ya escuchado.

Además de esto, el discurso musical de la obra está estructurado alrededor de dos ejes principales: el gestual y el tímbrico. Por un lado, en lugar de emplearse estructuras rítmicas, melódicas o armónicas como elemento generador de las ideas musicales, se parte de gestualidades musicales, motivos o figuras sonoras que se presentan de manera aislada y se van entretejiendo entre sí para formar líneas discursivas más amplias y complejas. Por otro lado, el timbre constituye un elemento estructural de la obra, más allá de la mera búsqueda de sonoridades colorísticas. El timbre es parte del gesto musical y, junto con éste, se va transformando a lo largo de la obra. Cada gestualidad posee un rasgo tímbrico característico que en combinación y contraposición con el resto de los elementos musicales conforman el desarrollo discursivo de la pieza.

Por esta razón, no hay una organización de alturas específicas. En general, las alturas definidas se evitan, al menos como elemento estructural. En su lugar se emplean alturas aproximadas, principalmente mediante el uso de armónicos lejanos y modos de generación del sonido del instrumento que resultan en timbres, en mayor o menor medida, inestables.

Aunado a lo anterior, el desarrollo tímbrico de la obra se refuerza por el empleo del procesamiento electrónico del sonido del violín. En ese sentido, la electrónica no es empleada con una función meramente efectista, sino como un elemento integrado al desarrollo tímbrico y discursivo de la obra. Así, los procesos electrónicos intensifican la transformación tímbrica que experimenta el instrumento.

La pieza tiene un total de 108 compases y una duración aproximada de 10 minutos. Consta de cuatro secciones, en cada una de las cuales se articula alrededor de la exploración de alguna de las gestualidades principales propuestas en la obra. La tabla X proporciona una descripción general de los materiales musicales en relación con las secciones formales.

Tabla 23

Secciones de la obra

Sección	Material musical
I. Compases 1-27	Presentación de las gestualidades que conforman la obra.
II. Compases 28-43	Material basado en armónicos superiores y microtonos.
III. Compases 44-85	Elaboración a partir del entretreído de las gestualidades generativas.
IV. Compases 86-108	Coda. Coral basado en armónicos superiores.

En los apartados siguientes se pormenorizan cada una de las secciones de la pieza y los elementos musicales empleados en ellas. Se comienza exponiendo los elementos estructurales de la obra, organizándolos según su orden de aparición, por secciones.

Asimismo, se analizan aspectos musicales específicos, como la organización rítmica, la disposición de las notas, los elementos tímbricos, la gestualidad y la estructura.

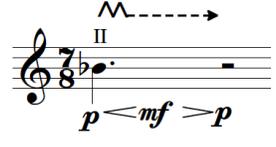
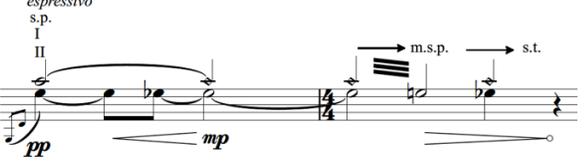
Sección I.

Como se mencionó anteriormente, en esta sección se presentan los gestos musicales que sirven como material para toda la pieza. La sección se extiende del compás 1 al 27 y se subdivide en dos subsecciones. En la primera de éstas, que abarca del compás 1 al 11, aparecen los gestos generativos de la obra. Éstos son principalmente 4, cada una de los cuales tiene un carácter distinto y está basado en una manera diferente de producir el sonido.

El primer gesto (Gesto a) consiste en un sonido *spazzolato*, es decir, moviendo el arco sobre la cuerda longitudinalmente –en dirección del puente al diapasón y viceversa–, “cepillando” la cuerda con la crin del arco. El resultado es un sonido casi carente de tono, con apenas un indicio de la altura escrita cuando el arco cambia de dirección. Este material aparece en la obra interpretado a velocidad muy lenta, o bien, tocado con mucha rapidez, casi como un trémolo. El segundo gesto (Gesto b), por su parte, corresponde a una figura de armónicos lejanos en treintaidosavos, el cual constituye una sonoridad volátil, inestable, fugaz. Esta es la figura principal alrededor de la cual se construye la mayor parte del material musical de la obra. Posteriormente, el Gesto c, consta de una pequeña línea polifónica –a dos voces–, que combina alturas reales con armónicos naturales y contrasta con el resto de los materiales. Es el gesto más delicado de la obra, el más expresivo. Finalmente, la cuarta gestualidad (Gesto d) corresponde a una línea “melódica” que emplea como elemento principal los *glissandi* con un movimiento ascendente, *in crescendo* y progresivamente más frenético. Cada uno de los gestos descritos pueden observarse en la Tabla 24.

Tabla 24

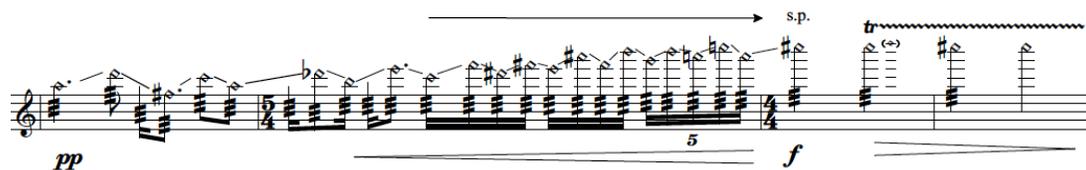
Gestualidades principales empleadas en la composición

Gesto a	
Gesto b	
Gesto c	
Gesto d	

A continuación, en la segunda subsección –del compás 13 al 22–, se presentan de nuevo los cuatro gestos principales en el mismo orden (a, b, c, d) con variantes de distinta índole. Particularmente, extendiéndolos en el tiempo, con un registro y dinámica más amplios. Posteriormente, del compás 23 al 27, se cierra la sección con un material derivado de la combinación de los gestos b y d (Figura 40). Se toman las figuraciones de armónicos lejanos y se mezclan con la gestualidad en *glisandi* para conducir la composición a un primer momento climático.

Figura 40

Combinación de los gestos b y d

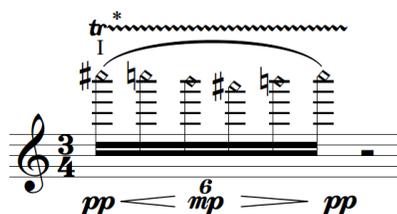


Sección II.

Es la sección más pequeña de la obra, comprende los compases del 28 al 41. Se encuentra escrita casi en su totalidad a partir del gesto b integrando dos ligeras variantes: se reescribe el motivo en seisillos –en lugar de dieciseisavos–, y se añade un trino a cada nota –trino de aproximadamente un cuarto de tono, siempre– (Figura 41). Se presenta con un discurso segmentado –en motivos más pequeños de dos o tres notas– que progresivamente va formando figuraciones de mayor continuidad que desembocan en la siguiente sección.

Figura 41

Gesto principal de la sección II.



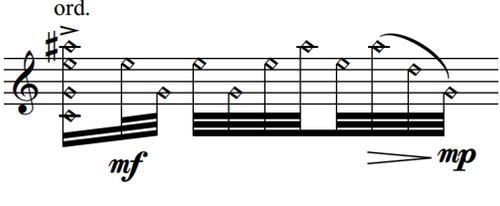
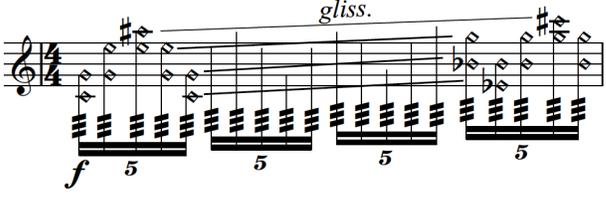
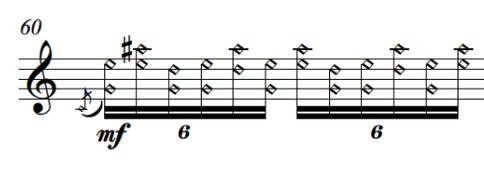
Sección III.

La siguiente sección, la de mayor dimensión de la pieza, comprende los compases del 42 al 85 y se divide en tres subsecciones. Nuevamente se toma como material principal

el gesto b y a partir de él se derivan cinco motivos que se entrelazan para formar el discurso musical (Tabla 25).

Tabla 25

Motivos derivados del gesto b

Gesto b1	
Gesto b2	
Gesto b3	
Gesto b4	
Gesto b5	

En la primera subsección –compases 42 al 51– se presentan los gestos b1, b2 y b3. El primer gesto (b1) está formado por un arpeggio que tiene como centro la nota Mi₆, alrededor de la cual aparecen intervalos de 4as, 5tas y 6tas. El gesto b2, por su parte, se articula en torno a la repetición de intervalos de 4as y 5tas en armónicos. Por otro lado, el gesto b3

emplea el contorno de b1, pero en un contexto de notas dobles y añadiendo un movimiento en *glissando*.

Los tres gestos aparecen de manera sucesiva y posteriormente se alternan entre sí, entretrejiéndose y fusionándose. La música comienza a tornarse más intensa, los armónicos empiezan a entremezclarse con sonidos de notas reales dando paso, por momentos, a sonoridades menos inestables. Después de un *ritardando* de casi tres compases, la dinámica crece hasta llegar a un acorde en *fortísimo*. A continuación, inicia la segunda subsección –compases 52 al 63–, que posee un carácter más tranquilo en relación con el fragmento anterior. Además de los gestos que ya han aparecido antes, se agrega uno más (b4) que está formado a partir de arpegios de cuerdas dobles en armónicos. La música se desenvuelve de manera muy similar a como lo hizo en la subsección anterior hasta desembocar, de nuevo, en un *ritardando* largo y un acorde bastante sonoro.

Finalmente, la tercera subsección –compases 64 al 85– aparece como una línea continua en la que se entrelazan las gestualidades anteriores siendo interrumpidas en distintos momentos por el gesto b5 –el cual alterna una sucesión de acordes con una nota fija en el registro grave–. Este último gesto comienza a tomar un papel cada vez más protagónico hasta que la sucesión de acordes se convierte en un largo *glissando* como punto clímax de la obra. La sección cierra, de nuevo, con un arpegio en *ritardando* prolongado y un acorde interpretado con la mayor fuerza posible.

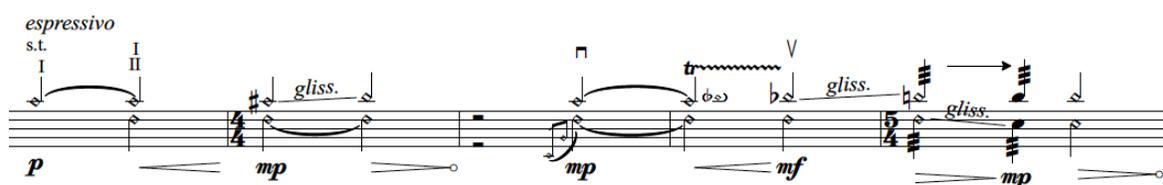
Sección IV.

Por último, la cuarta parte de la composición –compases 86 al 108– corresponde a una especie de coda en la que se propone un material polifónico (a dos voces) basado en el gesto c (Figura 42). El carácter es apacible, contrastante con el frenesí de la sección anterior.

El material musical es casi monotemático, presentándose en cuatro ocasiones con ligeras variantes, principalmente en cuanto al orden de las notas y a los modos de producir el sonido del violín. Cada aparición del gesto musical se ve interrumpido por reminiscencias de materiales empleados en momentos anteriores de la obra, interrumpiendo el discurso, evocando el pasado de la obra, dando lugar a la analepsis.

Figura 42

Material basado en el gesto c



5.1.2 Elementos del modelo en la obra musical

Una vez que se han señalado los elementos musicales generales que se emplearon en la composición de la obra, es momento de explicar de qué manera los componentes del modelo propuesto se implementaron en la pieza, principalmente con relación al dispositivo electrónico. En este punto, es importante recalcar que durante la implementación de los componentes del modelo se consideró el enfoque de describir y señalar los procesos electrónicos sin hacer referencia a una tecnología en particular, sino centrándose en los aspectos técnicos y sus principios de generación. De tal forma que el dispositivo electrónico pueda adaptarse a casi cualquier tecnología que cuente con lo requerido en la obra.

De esta manera, se señalan los sistemas principales involucrados en la obra, así como la forma en que se integran a la partitura y documentación de la pieza. Cabe señalar, que los

sistemas se interrelacionan entre ellos, por lo que algunos de los componentes tendrán repercusión en uno o más de los sistemas involucrados.

Sistema de representación gráfica.

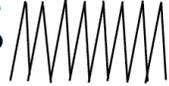
El sistema de representación hace referencia a la manera en que se pueden representar gráficamente tanto el componente acústico de la pieza como el componente electrónico. Por esta razón, se puede dividir en dos subsistemas: subsistema de representación acústica y subsistema de representación electrónica

Subsistema de representación acústica. Para esta obra en particular se ha empleado mayormente una notación musical convencional. En el apartado anterior (5.1.1) se han mencionado los elementos musicales estructurales, las secciones que conforman la composición, así como recursos discursivos. Tiene un enfoque principalmente prescriptivo, ya que casi la totalidad de las gestualidades están escritas de la manera más precisa posible para facilitar que el intérprete pueda recrear el sonido concebido por el compositor. No obstante, dada la naturaleza de la propuesta musical, el tipo de sonoridades propuestas y algunos medios de producción del sonido, hay ciertos factores impredecibles como ya se refirió anteriormente.

A pesar de lo convencional de la notación en esta partitura, es importante señalar que se incluye una hoja de indicaciones con algunas técnicas de ejecución no convencionales que ayudan a que el intérprete tenga mayor claridad sobre la manera en que debe ejecutar algunos pasajes (Tabla 26).

Tabla 26

Indicaciones para la interpretación musical

Simbología	Indicación para la ejecución
	Movimiento longitudinal rápido del arco sobre la cuerda en el área que se indique en la partitura (ord., sul pont., sul tasto).
	Movimiento longitudinal del arco sobre la cuerda de acuerdo con la gráfica (del <i>ponticello</i> al <i>tasto</i> , del <i>tasto</i> al <i>ponticello</i> , etc.).
	Movimiento rápido longitudinal a la cuerda entre el <i>tasto</i> y el <i>ponticello</i> , “cepillando” la cuerda con la crin del arco.
	Pasar gradualmente de un sonido o manera de tocar (etc.) a otro.

Subsistema de representación electrónica. Además de los componentes de una partitura convencional, la obra cuenta con una representación gráfica de la electroacústica en la que se indican los tipos de procesos empleados, así como los momentos precisos en que éstos se accionan y su comportamiento dentro del discurso musical. En la partitura electrónica se ha propuesto una representación detallada de los procesos electrónicos, poniendo énfasis en los parámetros de cada uno sin hacer referencia a ninguna tecnología en particular buscando que en la partitura se representen los procesos electrónicos tan específicamente como sea posible.

Con respecto a la notación de la electrónica es necesario señalar en primer lugar que, adicionalmente al sistema en el que se encuentra escrita la parte correspondiente al violín, aparecen otros sistemas concernientes cada uno a un proceso distinto utilizado en la obra, como si de un instrumento adicional se tratara. Esto permite una clara distinción y especificación de cada proceso, separándolo de las indicaciones musicales destinadas al

violín, al tiempo que pretende facilitar la interpretación en vivo de los procesos electrónicos y permite seguir su desarrollo en sincronía con la parte instrumental (Figura 43).

Figura 43

Representación del violín y los procesos electrónicos

Cada sistema incluye una descripción detallada de los parámetros principales del proceso involucrado, en la que se ha buscado un nivel de precisión similar al de la música escrita para el violín. A su vez, incluye indicaciones sobre el comportamiento de los procesos en el tiempo y su duración en relación con la parte instrumental señalando ésta última con líneas de prolongación. (Figura 44).

Figura 44

Parámetros e indicaciones sobre el comportamiento de los procesos

The image shows two musical staves. The top staff is labeled 'Reverb.' and the bottom staff is labeled 'Harm. 1'. Both staves are in 5/4 time and feature a single note with a flat (Bb) on the second line. A box next to the Reverb staff contains the following parameters: 'Decay time: 3 s', 'Room size: 70%', and 'Level: -3dB'. A box next to the Harm. 1 staff contains: 'Oscillation: -25/-125 cents', 'Level: -3dB', and 'Pan: L'. Dashed lines extend from the boxes to the right.

Por otro lado, para algunos de los procesos se indica en la partitura una notación aproximada del resultado sonoro que se espera, o al menos, las alturas de inicio y arribo de las secciones en notación musical, escritura de la frecuencia (Hz) y, para algunos procesos, escritura en midi cents (Figura 45).

Figura 45

Notación aproximada de las alturas (resultado sonoro deseado)

The image shows two musical staves. The top staff is labeled 'Harm. 1' and the bottom staff is labeled 'Delay 1'. Both staves are in 5/4 time and feature a single note with a flat (Bb) on the second line. A box next to the Harm. 1 staff contains the following parameters: 'Transp. A - Oscillation: -25/-125 cents', 'Transp. B - Oscillation: -100/-200 cents', 'Pan: L', and 'Level: -3dB'. A box next to the Delay 1 staff contains: 'Transp. C - Oscillation: 50/100 cents', 'Transp. D - Oscillation: 100/150 cents', 'Pan: R', and 'Level: -3dB'.

Asimismo, cada sistema (proceso) tiene indicaciones individuales tanto de espacialización (paneo) como de nivel de salida (volumen) con la finalidad de tener una idea precisa de la mezcla de niveles con relación al componente acústico (Figura 46).

Figura 46

Indicaciones de espacialización y nivel de salida

Harm. 1

Transp. A - Oscillation: -25/-125 cents
Transp. B - Oscillation: -100/-200 cents
Pan: L

Level: -3dB

Además de lo anterior, se incluyeron indicaciones de sincronización de los procesos electrónicos con la parte instrumental. Estas señales aparecen anotadas en la partitura como números consecutivos encerrados en un cuadro indicando, mediante flechas, el punto en que debe activarse el procesamiento de señal específico (Figura 47).

Figura 47

Indicaciones de sincronización de los procesos

Vln. *pp* *gliss.* *gl*

Reverb.

5

Decay time: 1.5 s
Level: -3dB
Room size: 70%

Sistema de documentación

En este sistema es donde se aloja toda la documentación relacionada con la pieza, en ella se describe la información necesaria para el funcionamiento de los otros sistemas y para que la realización de la obra sea posible. Se divide en un subsistema de documentos y un subsistema de archivos, ambos divididos en varios componentes que se presentan a continuación.

Subsistema de documentos. La obra cuenta con un documento tipo manual técnico en el cual se describen los elementos conceptuales y técnicos involucrados en la pieza, así como la manera en que operan en ella. Consta de tres secciones: presentación general, especificaciones técnicas y una lista de archivos digitales.

1. Presentación general – Esta es una sección muy breve en la que se aborda la descripción de la obra, es decir, una pequeña nota de programa que permite tener una idea general de la concepción de la pieza y la intención del autor al componerla.

2. Especificaciones técnicas – Esta sección se divide en tres partes: indicaciones generales, tecnología requerida y procesos y secciones.

Indicaciones generales. En este apartado se refiere la dotación de la obra –violín y electrónica–, y se mencionan de manera general los elementos necesarios para su ejecución, tales como la amplificación, el procesamiento de señal y la espacialización del sonido, así como aspectos relevantes del funcionamiento de éstos en la pieza. Posteriormente, se muestra una vista general de la configuración del componente electrónico en relación con el instrumentista y el público: el violinista ejecutando el instrumento en el centro del escenario, y el sistema de difusión a izquierda y derecha de él. Después, se describe la configuración de la partitura –parte instrumental en el sistema superior y sistemas inferiores para los procesos

electrónicos—, así como indicaciones generales respecto a la sincronización entre el componente electrónico y el instrumento musical.

Tecnología requerida. En esta sección se puntualizan los elementos tecnológicos utilizados en la obra: la amplificación, el procesamiento de la señal del instrumento, las secuencias sonoras, la espacialización y la sincronización del instrumento con la electrónica.

a) Amplificación³⁵. En este apartado se explica la función del sistema de amplificación y el propósito que se busca al utilizarlo, es decir, encontrar un balance entre el sonido original del instrumento y la señal procesada. También se indica el tipo de microfonía sugerida para asegurar una captación óptima del sonido y permitir al músico moverse libremente mientras toca.

b) Procesamiento de señal³⁶. El procesamiento de señal en tiempo real se logra mediante el uso de módulos de procesamiento de señal digital (DSP por sus siglas en inglés). En este apartado se proporciona una descripción detallada de los módulos necesarios para el procesamiento de señal, incluyendo los parámetros específicos de cada uno y la cantidad requerida de módulos.

Algunos de estos módulos DSP se emplean de manera combinada en la obra para aumentar las capacidades de procesamiento electrónico. Es posible ejecutar un máximo de cinco procesos simultáneamente y enviarlos al sistema de espacialización. Del mismo modo, se propone una nomenclatura para cada módulo con la intención de facilitar su identificación en la partitura electroacústica y en la descripción de los diagramas de procesamiento digital.

³⁵ Las especificaciones de la amplificación se detallan más adelante en el apartado correspondiente al “Sistema de difusión”.

³⁶ Las especificaciones de los procesos electrónicos se detallan más adelante en el apartado correspondiente al “Sistema de procesamiento de señal”.

Además, cada módulo cuenta con un diagrama de flujo que muestra tanto los componentes involucrados en los procesos como los principales parámetros y la dirección del flujo de la señal.

c) Reproductor de secuencias. La pieza requiere un módulo que permita la reproducción de secuencias pregrabadas en momentos específicos, en esta sección se proporcionan los detalles sobre el reproductor y el tipo de archivos de audio involucrados en la obra.

d) Espacialización³⁷. En esta sección se especifican de qué forma los sonidos del violín, el instrumento procesado y las secuencias pregrabadas se proyectan en el sistema de difusión para crear una imagen sonora, en estéreo, que simule la ubicación y movimiento de los diferentes elementos sonoros en el espacio acústico, así como una sensación de profundidad y separación entre ellos. Se reproducen las indicaciones de espacialización empleadas en la partitura con la intención de que puedan ser replicadas en la tecnología que se elija. Asimismo, se indica que el sistema debe ser capaz de gestionar hasta seis envíos individuales, correspondientes a los procesos empleados en la obra.

e) Sincronización. Se sugiere la manera de sincronizar los procesos electrónicos con el instrumento en vivo. Para conseguir esto, se incluyen en la partitura indicaciones precisas (cues) de cuándo activar o desactivar uno o más procesos y cuándo ajustar los diferentes parámetros. En general, esta sincronización puede realizarse manualmente, mediante el uso de un botón, una tecla de la computadora o un click del mouse, dependiendo de la herramienta tecnológica que se decida emplear para ello.

³⁷ Las especificaciones de espacialización se detallan más adelante en el apartado correspondiente al “Sistema de difusión”.

Procesos y secciones. En este apartado se muestra un mapa general en el cual se especifican los procesos empleados en cada uno de los 30 *cues* de la obra. Este mapa permite tener una idea general de los momentos de la obra en que se activan y desactivan los procesos electrónicos, así como cuántos y cuáles de ellos corren en paralelo en cada sección. Asimismo, tiene la intención de, junto con las especificaciones técnicas y la partitura, facilitar la programación de los procesos.

3. Lista de archivos digitales – Finalmente, en este apartado se presenta un listado con los archivos digitales necesarios para la interpretación de la obra. Estos archivos son particularmente secuencias pregrabadas que deben ser reproducidas en momentos específicos que se encuentran señalados en la partitura en un sistema especialmente diseñado para ello e indicado como *Player*. Del mismo modo, se proporciona un enlace en la web para la descarga de los archivos pregrabados así como los fragmentos musicales correspondientes a cada uno de ellos para facilitar su grabación, en caso de que no se cuente con los archivos originales.

Subsistema de archivos. Este subsistema corresponde a un repositorio en línea de los archivos digitales necesarios para la interpretación de la obra. Particularmente, cada una de las 5 secuencias de audio pregrabadas señaladas en el punto anterior.

Sistema de procesamiento de señal

El sistema de procesamiento de señal corresponde a los procesos electrónicos empleados en la obra. En la documentación de la pieza se describe el dispositivo electrónico y se proporcionan los detalles para que éste pueda reproducirse a partir de la partitura. A continuación se presentan los módulos de procesamiento de señal utilizados en la

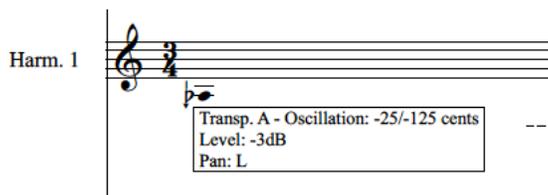
composición, en relación a cómo se presentan en la partitura y en las especificaciones técnicas.

Armonizador. Este módulo corresponde a un armonizador que emplea hasta cuatro transpositores, es decir, puede gestionar hasta cuatro alturas diferentes generando armonías de dos, tres o cuatro notas. Cada transpositor efectúa una oscilación continua –una rampa de ida y vuelta– entre dos valores extremos fijos (valor inicial y valor final), donde los valores positivos indican una transposición hacia arriba y los valores negativos una transposición hacia abajo. Estos valores variables se indican en la partitura como “Oscillation”.

En algunas secciones de la obra se pueden emplear hasta dos módulos de armonizador, los cuales se indican en la partitura como Harm. 1 y Harm. 2, respectivamente (Figura 48). Al mismo tiempo, para cada armonizador se indican los transpositores involucrados –señalados en la partitura como Transp. A, B, C o D, respectivamente). Finalmente, se indica un valor de velocidad de oscilación para cada transpositor, ésta indica el intervalo de tiempo que transcurre entre dos valores consecutivos de la rampa generada por el cada transpositor.

Figura 48

Representación en la partitura del armonizador

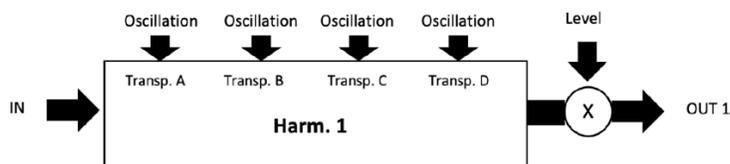


En el diagrama de flujo correspondiente a este módulo (Figura 49), se puede apreciar cómo opera –la señal del violín se envía al módulo–, así como cada uno de sus parámetros:

transpositores involucrados, oscilación en midi cents y tiempo de oscilación en ms. Al final del diagrama se muestra el control de nivel de salida de la señal acústica – señalado en la partitura como “Level”– en el que 0dB representa el nivel máximo de salida. Cada armonizador es enviado a una salida individual.

Figura 49

Diagrama de flujo del armonizador

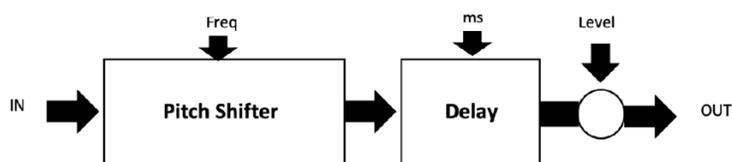


Pitch shifter+Delay. Este módulo es una combinación de dos procesos: un modificador de altura (*pitch shift*) y un retraso (*delay*). Se indica en la partitura como PSD y se requieren dos módulos como este en la obra.

En el diagrama de flujo correspondiente a este proceso, se puede observar claramente su manera de operar: se toma la señal del instrumento y se envía a un *pitch shifter* cuya salida es enviada, a su vez, a un módulo *de delay* (Figura 50). Además, pueden observarse los parámetros principales: la frecuencia en hertz (Hz) y el retraso de la señal en milisegundos (ms), que se identifican en la partitura como *Frec Shift* y *Delay*, respectivamente. Si el *delay* es igual a 0, entonces el módulo actúa únicamente como *pitch shifter*. Al final del diagrama, se muestra el control de nivel de salida de la señal acústica, señalado en la partitura como *Level*, expresado en decibeles (dB).

Figura 50

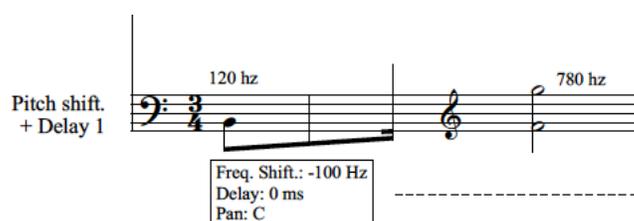
Diagrama de flujo del módulo Pitch Shifter



A continuación, se muestra la representación en la partitura del módulo (Figura 51), junto con todos los ajustes específicos para una sección en particular de la pieza. Del mismo modo, puede observarse que se utiliza una notación aproximada para representar el resultado sonoro específico de este proceso. En el primer tiempo del compás se escribe una altura (B3) que corresponde al cambio de frecuencia de la nota interpretada en el violín (A4), indicado como un ajuste de -100 Hz. La altura original del violín es 220 Hz, por lo tanto, al aplicar el pitch shifter, se obtiene aproximadamente la frecuencia de 120 Hz, como se indica en la partitura.

Figura 51

Representación en la partitura del módulo PSD.

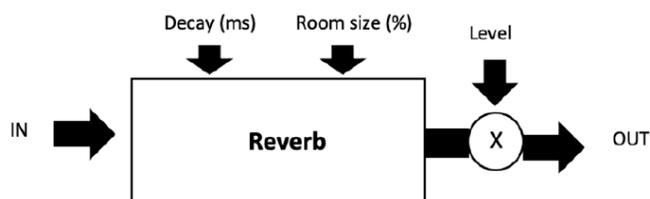


Reverberación. Este módulo genera una reverberación con un decaimiento prolongado para crear la sensación de un sonido sostenido. Se identifica en la partitura como Rev. En el diagrama de flujo correspondiente a este módulo se detalla el modo de operación del proceso, así como sus parámetros principales (Figura 52). Tiempo de reverberación, indicado en la partitura como *Decay time*, en milisegundos (ms). Tamaño del recinto,

señalado como *Room size* (en porcentaje de 0 a 100), este parámetro establece el tamaño del espacio simulado por la reverberación, donde 0% corresponde a un recinto acústico pequeño (por ejemplo, un clóset) y 100% a un recinto grande (una catedral).

Figura 52

Diagrama de flujo de la reverberación



Además, el módulo posee un *Low pass filter* con una *cut off frequency* inicial de 3.3 Khz. Asimismo, se recomienda que el nivel de difusión de la reverberación se establezca lo más alto posible. Al final del diagrama, se muestra el control del nivel de salida de la señal acústica, identificado en la partitura como *Level*, expresado en decibeles (dB).

A continuación, puede verse la representación en la partitura del módulo (Figura 53), así como cada uno de los ajustes especificados para una sección en particular de la pieza. En el sistema dedicado a la reverberación, se observa la escritura de las alturas (sólo los neumas, sin indicación rítmica) que son afectadas por el proceso, las cuales corresponden a las notas interpretadas por el instrumentista. Cada neuma está marcado con una ligadura de prolongación para indicar que el sonido se extiende indefinidamente. Igualmente, se indican los valores para los ajustes de los parámetros involucrados en el procesamiento de la señal.

Figura 53

Representación en la partitura del módulo de reverberación

72
s.t.

10

Vln. *pp* *gliss.* *gliss.* *p* *pp* *p* *pp*

Reverb.

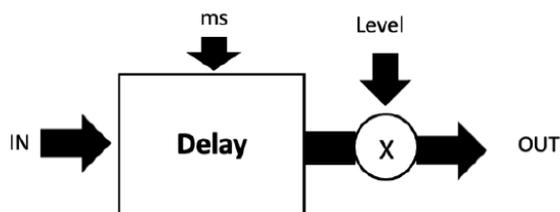
5

Decay time: 1.5 s
Level: -3dB
Room size: 70%

Delay. Este módulo toma la señal del instrumento y la envía a un *delay*, generando un retardo en el tiempo del sonido del instrumento. Su parámetro principal corresponde al tiempo de retardo, indicado en la partitura como *Delay time*, en milisegundos (ms). Para la obra se requieren dos módulos de delay, cada módulo debe ser capaz de gestionar dos delays independientes, correspondientes a las salidas izquierda (L) y derecha (R) del sistema de difusión. Al igual que el resto de los módulos, posee un control del nivel de salida de la señal acústica. El modo de operar del proceso puede observarse en el diagrama de flujo correspondiente (Figura 54).

Figura 54

Diagrama de flujo del módulo Delay.



A continuación, se muestra la representación en la partitura del módulo (Figura 55), junto con todos los ajustes específicos para una sección en particular de la pieza.

Figura 55

Representación en la partitura del módulo de delay

The image shows a musical score for a Violin (Vln.) and a Delay 1 module. The Violin part is in 3/4 time and starts at measure 28. It features a series of notes with a dynamic marking of *pp* (pianissimo) at the beginning, *mp* (mezzo-piano) in the middle, and *pp* at the end. A box labeled '12' is positioned above the first note. The Delay 1 module is shown below the Violin part, with a delay time of 125 ms for the left channel (L) and 300 ms for the right channel (R). The level for the left channel is -3dB and for the right channel is -6dB. The score also includes a tempo marking of 50 bpm and an order number 'ord.'.

Reproductor de secuencias. Este módulo se utiliza en la obra para reproducir secuencias de sonidos previamente grabados que deben ser reproducidas en momentos específicos de la pieza. Se identifica en la partitura en el sistema con la denominación *Player*. Este módulo debe ser capaz de reproducir archivos de audio en formato .WAV o .AIFF en estéreo y gestionar la reproducción de hasta tres archivos simultáneos.

Sistema de sonorización

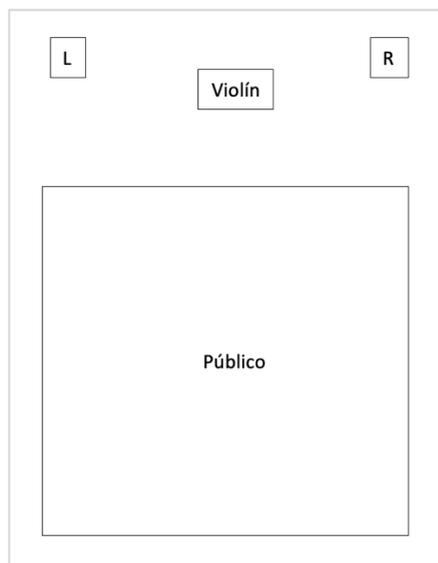
Este sistema permite que el sonido tanto del instrumento (violín) y los procesos electrónicos se perciba y reproduzca de manera adecuada en el recinto acústico destinado

para la interpretación de la obra. El sistema se divide en dos subsistemas, el de difusión y el de espacialización, respectivamente.

Subsistema de difusión. La obra emplea un sistema de difusión estéreo el cual se pormenoriza mediante un diagrama en el manual de especificaciones técnicas (Figura 56). El sistema consta de dos altavoces ubicados al frente del escenario y a izquierda y derecha del intérprete que sirven tanto para amplificar el sonido del violín como para proyectar el sonido procesado en el espacio acústico. Idealmente, estos altavoces principales podrán ser reforzados en distintos puntos del recinto acústico dependiendo del tamaño y necesidades del espacio. Adicionalmente, se propone un sistema de monitoreo para el instrumentista. Además de lo anterior, se sugieren algunas características básicas de los altavoces empleados que pueden servir de guía para su implementación.

Figura 56

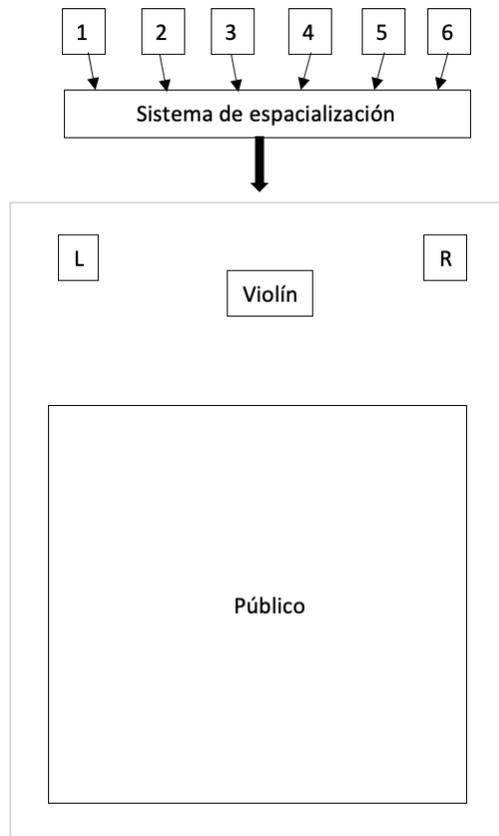
Diagrama de sistema de difusión



Subsistema de espacialización. El uso de la espacialización en esta pieza se enfoca en crear una experiencia auditiva que simule la ubicación espacial de las fuentes sonoras empleadas en la obra –sonido directo del violín, procesos electrónicos y secuencias pregrabadas–, dentro del espectro del sonido estereofónico. El sistema debe ser capaz de gestionar hasta seis fuentes sonoras simultáneas e independientes, que corresponden al sonido del violín, los procesos y las secuencias pregrabadas como puede observarse en el diagrama del sistema de espacialización (Figura 57).

Figura 57

Diagrama del subsistema de espacialización



Tanto en la partitura como en el manual de especificaciones técnicas de la pieza se detallan las posiciones de los sonidos involucrados y las indicaciones de sus movimientos

espaciales, mediante indicaciones que puedan ser reproducidas fácilmente independientemente del sistema que se desarrolle para ello. Se indican dos parámetros principales para la espacialización: la dirección de la señal y la presencia de la señal.

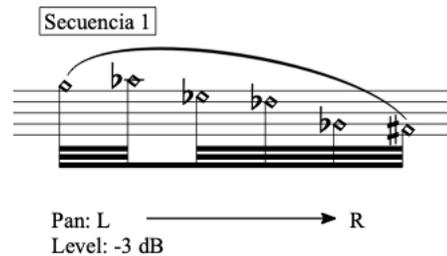
La dirección de la señal hace referencia a si el sonido se encuentra ubicado a la izquierda, derecha o centro del espectro estéreo, o bien, si realiza algún movimiento de cualquier posición a otra. Este parámetro se indica de manera general en la partitura como Pan. Con respecto a la dirección se establecen cinco posiciones espaciales: izquierda (L), centro izquierda (LC), centro (C), centro derecha (RC) y derecha (R). Así, por ejemplo, la indicación en la partitura *Pan: L* indicará que la fuente sonora en cuestión se encuentra ubicada a la izquierda de la imagen estéreo. Adicionalmente, para cada una de estas ubicaciones se proporciona una escala numérica –de 0 a 127 como la empleada en el midi³⁸– que ayuda a establecer la posición de manera más precisa.

La presencia de la señal, por su parte, se relaciona con el nivel de salida que presentará la señal acústica en un momento determinado, se indica en la partitura como Level. En la Figura 60 puede observarse la representación de la espacialización en un momento específico de la obra, en el cual se reproduce una secuencia pregrabada la cual realiza un movimiento de izquierda a derecha con un nivel de salida de -3 dB.

³⁸ Se emplea el rango de los números midi ya que convencionalmente se usa en un buen número de programas de producción y entornos de programación musicales.

Figura 58

Representación de la espacialización en la partitura



Sistema de interacción

Para este sistema se indica, en el manual de especificaciones técnicas de la obra, la manera en que se coordina la interpretación del solista con la del dispositivo electrónico, se establece no necesariamente la programación o indicaciones para programar el sistema de interacción, sino la descripción de cómo se espera que funcione. De esta manera, se prevé que la interacción entre el elemento musical y el componente tecnológico pueda realizarse mediante un sistema manual, ya sea controlado por el intérprete o por un operador externo, siguiendo las indicaciones de la partitura y activando los procesos correspondientes en el momento especificado. Es posible realizar esta sincronización utilizando diferentes elementos tecnológicos, como un botón, un sensor, una tecla de la computadora o un mouse, según la herramienta elegida para este propósito.

Adicionalmente, las indicaciones del comportamiento de los procesos en la partitura pueden servir para automatizar algunos comportamientos, a decisión del realizador del sistema de interacción. Para conseguir lo anterior, se incluyen en la partitura indicaciones precisas (*cues*) de cuándo activar o desactivar uno o más procesos y los ajustes y comportamientos

específicos de los diferentes parámetros (Figura 59). Estos *cues* se indican en la partitura mediante números consecutivos enmarcados y con pequeñas flechas que indican el gesto musical con el que debe sincronizarse el proceso. En el ejemplo gráfico pueden observarse la indicación específica de entrada del proceso número 3 –correspondiente a un cambio en la reverberación– y la gestualidad del violín con la que debe sincronizarse, así como los ajustes de cada uno de los parámetros involucrados y su comportamiento en el tiempo.

Figura 59

Representación en la partitura del sistema de interacción

The image shows a musical score for violin. The top staff is marked with 'arco', 's.p.', 'rit.', and 'I'. It contains a series of notes with dynamic markings 'mf' and 'p'. A large slur covers the first three measures, labeled 'II' and 'III'. The word 'ord.' is written above the fourth measure. The bottom staff continues the melody with dynamic markings 'fff' and 'sub.'. A box labeled '3' is positioned above the fourth measure of the bottom staff, with a vertical arrow pointing down to it. A dashed arrow points from the left towards this box. A small box at the bottom right contains the following text: 'Decay time: 2 s', 'Room size: 85%', and 'Level: -3dB'.

5.2 Evaluación a partir de la migración/adaptabilidad tecnológica

5.2.1 Elaboración del dispositivo electrónico en Max

El enfoque de preservación que se ha seguido en este trabajo es el de la adaptabilidad y/o migración tecnológica. Al ser esta la primera implementación de la obra no es posible hablar de migración tecnológica, pero sí de la capacidad de adaptabilidad de los sistemas involucrados en la composición a una tecnología en específico. De esta manera, se procedió

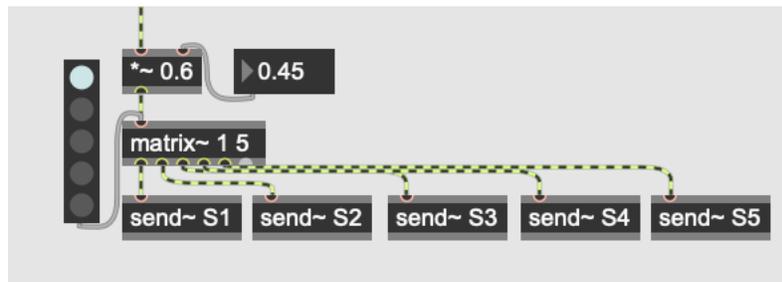
a entregar la documentación de la obra a un técnico especializado en una plataforma tecnológica (Max) para realizar una versión del dispositivo electrónico para, posteriormente, evaluar en qué medida los componentes descritos en la documentación y la partitura permitieron la realización funcional del dispositivo.

A continuación, se muestran los componentes principales del dispositivo electrónico programados en la plataforma tecnológica antes mencionada, derivados de las indicaciones señaladas en la partitura y en la documentación de la obra. Posteriormente, se mostrarán algunas consideraciones sobre la evaluación del modelo propuesto y su primera implementación en esta composición.

En primer lugar, es necesario señalar algunos elementos en la programación que no están descritos en la documentación de la obra, pero que se derivan de la lógica de ella. En la pieza se emplean cinco procesos de señal que no están activos durante toda la interpretación, sino que se activan y desactivan en momentos específicos de acuerdo con las indicaciones encontradas en la partitura. Con la intención de realizar esta acción en la pieza –activar y desactivar los procesos–, el programador propuso el empleo de un objeto denominado *matrix~* que, en conjunto con el objeto *matrixctrl*, permite el enrutamiento y mezcla de la señal del instrumento hacia los distintos módulos de procesamiento (Figura 60). Además de esto, esta sección de la programación posee un atenuador de la señal de audio, tampoco indicado en las especificaciones de la obra, pero necesario dada la suma de señales que requiere la obra.

Figura 60

Programación de enrutamiento y mezcla de los procesos



En segundo lugar, es pertinente señalar la programación realizada para gestionar los ajustes de cada uno de los parámetros de los procesos empleados en la obra. El diseñador del dispositivo decidió emplear una tabla de valores, en Excel, en el cual capturó todos los ajustes de los parámetros de cada proceso en los distintos *cues* de la pieza (Figura 61). Esta tabla alimenta uno de los objetos de *Max*, llamado *coll*—que permite guardar y editar una colección de datos—, y es enviada a cada proceso cuando así se requiere, de acuerdo con lo indicado en la partitura. Al recibir un *cue* específico, el objeto *coll* lee los valores provenientes del archivo de Excel y envía los ajustes a los procesos correspondientes (Figura 62).

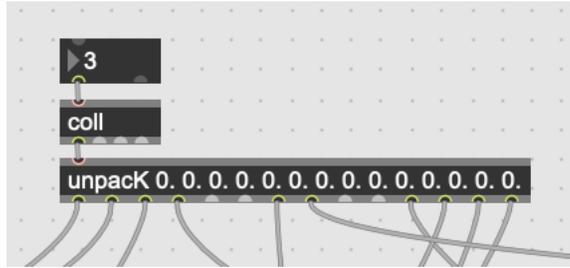
Figura 61

Tabla de valores en Excel (detalle)

# de cue	Reverb			Harmonizer 1				Harmonizer 2				Pitch Sifter + Delay		
	Decay	Room Size	dB	Osc 1	Osc2	Hz	dB	Osc 1	Osc2	Hz	dB	Freq Shift	Delay	dB
1,	3	70	-3	-25	-125	0	-100	50	100	0	-100	-12	200	-100
2,	3	70	-3	-25	-125	0	-3	50	100	0	-3	-12	200	-100
3,	2	85	-3	-25	-125	0	-3	50	100	0	-3	-12	200	-100
4,	3	90	-3	-100	-200	0	-3	100	150	0	-3	-12	200	-100
5,	1.5	70	-3	-100	-200	0	-3	100	150	0	-3	-12	200	-6

Figura 62

Programación de gestión de ajustes de los procesos



Una vez señalados los elementos anteriores, es importante mostrar la elaboración en el *software* de algunos de los procesos empleados en la pieza para proporcionar una idea general de la programación, su funcionamiento y la manera en que se implementó la información detallada en la documentación.

De manera general, para cada uno de los procesos se indicó en cajas numéricas de color naranja cada uno de los parámetros variables descritos tanto en la partitura como en las especificaciones técnicas. Esta indicación es de gran utilidad al momento de interpretar la obra, ya que permite visualizar los parámetros activos y sus valores en momentos específicos de la ejecución, lo que ayuda a corroborar que se esté procesando el sonido de acuerdo a lo establecido en la partitura, detectar posibles errores en la programación y corregirlos manualmente de ser necesario. En la Figura 63 puede verse el módulo de reverberación y observarse que los ajustes del tiempo de reverberación, el tamaño del recinto (*roomsize*) y el nivel de salida están activos, en tanto que otros parámetros como la difusión y la ecualización poseen valores constantes, tal como se indica en la documentación de la obra.

Figura 63

Módulo de reverberación



En términos generales, cada uno de los procesos está diseñado de manera similar, simplemente ajustándose a los parámetros, ajustes, valores y magnitudes específicas de su naturaleza propia, tal como puede observarse en la Figura 64, el módulo de armonizador está diseñado bajo esos mismos principios, pero empleando objetos específicos mediante los cuales se obtenga el resultado sonoro indicado en la documentación de la obra.

Finalmente, merece mención la programación de sincronización de los procesos en vivo con la interpretación acústica (Figura 65). Corresponde a una programación bastante sencilla, sin embargo, con cierto grado de versatilidad que resulta útil al momento de la interpretación. En primera instancia, permite controlar los cues por medio de una tecla de la computadora, enviando números consecutivos. Al mismo tiempo, permite conectar un controlador midi a la computadora y detectar el número de control que se activa para posteriormente asignarlo y usarlo para detonar los procesos.

Figura 64

Módulo de armonizador

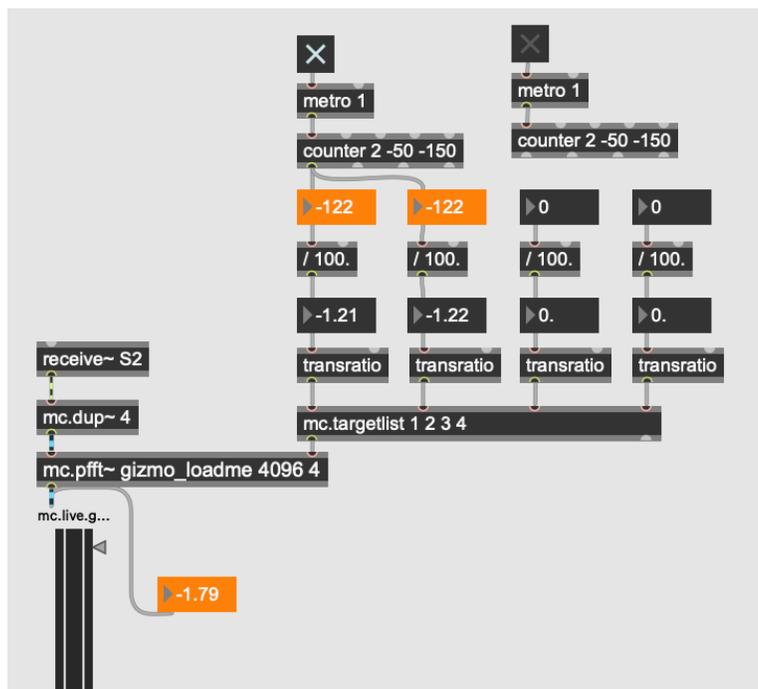
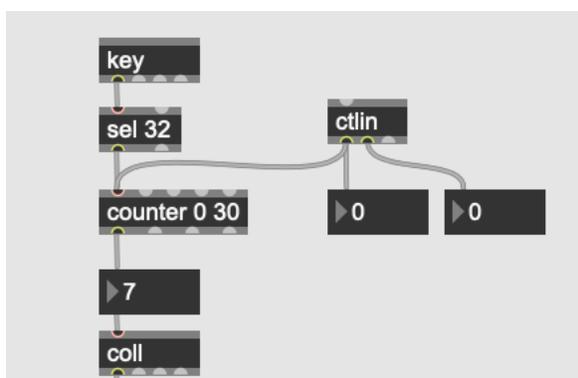


Figura 65

Módulo de sincronización



De esta manera, se puede observar a grandes rasgos la implementación de la información plasmada en la documentación y partitura de la obra en una programación en un software en particular.

5.2.2 Consideraciones sobre la evaluación del modelo

A continuación, es necesario analizar la viabilidad de emplear el enfoque propuesto mediante los sistemas y componentes que conforman el modelo expuesto, si es pertinente para ser implementado en otras composiciones. Identificar si, durante el proceso de adaptabilidad tecnológica realizado, hubo procesos electrónicos, elementos de documentación, indicaciones, etc., que hayan sido omitidos o, incluso, si hay información o componentes de los cuales se podría prescindir. Esta evaluación está prevista para mejorar la propuesta y encauzar la investigación futura que se realice al respecto.

Para llevar a cabo la evaluación, se elaboró un cuestionario con nueve preguntas y se proporcionó al programador del dispositivo en *Max*. Posteriormente, mediante una entrevista se registraron sus respuestas. Es importante este instrumento ya que, de primera mano, proporciona impresiones sobre la documentación de esta primera implementación de los sistemas del modelo en una obra musical y permite que una persona ajena al trabajo de investigación aporte sus observaciones sobre la viabilidad de este enfoque y su pertinencia en la elaboración de un dispositivo electrónico. Las consideraciones siguientes, por tanto, están estructuradas con base en las respuestas recibidas. De este modo, se presentan a continuación las preguntas específicas y el resumen de las ideas más importantes vertidas en la entrevista.

1. ¿Qué tan clara y completa fue la documentación proporcionada sobre los procesos de señal en vivo?

Respuesta: *La explicación en términos generales fue bastante clara, únicamente hubo un concepto que me generó confusión en la descripción de uno de los procesos, no lo entendí completamente. La documentación que se me compartió me pareció adecuada. Solamente*

haría algunas sugerencias: sería útil resaltar los ajustes de los parámetros en la partitura para que los cambios sean más evidentes, remarcarlos en una tipografía más grande o en negritas, y se tenga más claridad sobre los elementos activos.

2. ¿La documentación incluía los parámetros y ajustes detallados de los procesos de señal necesarios para la programación?

Respuesta: Sí, aquí no hay dudas. Se cuenta con la información suficiente para replicar el dispositivo. Quizá sólo precisar alguna cuestión en el caso del pitch shifter, sería útil incluir otra indicación en una escala relativa, además de la indicación en hertz, como proporción o ratio. Pero fuera de esto, considero que no es necesario agregar instrucciones adicionales.

3. ¿La documentación indicaba claramente el comportamiento de los procesos de señal?

Respuesta: Sí, considero que la información que se proporciona es suficiente. Sin embargo, agregar más ejemplos y más información facilitaría considerablemente el proceso. Para futuras iteraciones de la electroacústica, sería beneficioso incluir capturas de pantalla de la programación implementada, así como muestras sonoras que demuestren el resultado de los procesos. Este refuerzo puede ayudar a cualquier persona que desee adaptar la electrónica a otra plataforma o ejecutarla durante un concierto, al mismo tiempo que brinda claridad a la documentación y a la partitura. Cuando estaba realizando la programación, por momentos me pregunté si lo que estaba haciendo correspondía realmente a la visión del compositor; sólo pude tener la certeza cuando lo discutimos y lo revisamos. Para solucionar esto, sería recomendable incluir ejemplos grabados de cómo se espera que suenen los procesos, instrucciones en video, o alguna explicación similar.

4. La documentación incluía una partitura y representación gráfica del resultado sonoro deseado, ¿fue suficiente para comprender y replicar el sonido esperado?

Respuesta: *Creo que las indicaciones actuales son adecuadas (especialmente cuando hay sonidos específicos en el sampler u otros procesos que requieren de notación musical). Si no hay alturas definidas u otros elementos similares, las representaciones gráficas pueden ser útiles. Algo que ayuda bastante es tener las indicaciones de las frecuencias en Hz para las alturas que se espera que se escuchen o en cents, ya que proporcionan una idea de la altura y los conceptos musicales, al igual que las indicaciones de duración o amplitud. Son indicaciones muy útiles para programar, ya que permiten tener una referencia de lo que se podría escuchar y asegurarse de que la programación vaya en la dirección correcta. La información proporcionada en la partitura es suficiente; si se integraran más aspectos, la partitura podría quedar sobrecargada de información. De requerirse, en la documentación de la pieza se podrían explicar con mayor precisión el resto de los procedimientos.*

5. ¿Fue fácil de seguir la documentación y comprender cómo se debían implementar los procesos de señal en el software?

Respuesta: *En términos generales no fue difícil de seguir. Solamente hubo un detalle con uno de los procesos, como comenté. Reitero, entre más información se tenga es mucho mejor, ilustraciones, muestras de sonido, etc. Si hay alguna programación previa de prueba o muestras de sonido ayudan mucho a clarificar los procesos.*

6. ¿Hubo alguna información faltante en la documentación que hubiera sido necesaria para la programación?

Respuesta: *Tal vez, fuera de lo ya dicho, en las especificaciones cuando se habla de la disposición de los micrófonos y otros aspectos, vendría bien sugerir algún modelo específico que sirva de referencia, aunque después ya no exista el modelo o caiga en desuso, se puede buscar alguno similar o un modelo actualizado.*

7. ¿La documentación proporcionada ayudó a optimizar el tiempo y los esfuerzos necesarios para programar el dispositivo electrónico? ¿Hubo algún elemento que retrasara el proceso?

Respuesta: *Con respecto al procedimiento tradicional en el trabajo con compositores, definitivamente se optimizan los tiempos. El otro proceso que me ha tocado, de acompañar compositores en el proceso de elaboración de la electroacústica suele ser muy tortuoso. Además de que hay otra condición, algunos compositores no pueden expresarse con claridad por falta de recursos técnicos. A veces, por falta de conocimiento, el resultado no les satisface. Sí es muy distinto tener la información y saber lo que se busca, a comenzar y seguir un proceso sin referencias concretas.*

8. ¿En general, considera que la documentación proporcionada fue útil y suficiente para realizar la programación del dispositivo electrónico? ¿Por qué?

Respuesta: *Considero que la documentación proporcionada es adecuada y abarca todos los aspectos necesarios para lograr el resultado sonoro deseado. No fue necesario buscar la confirmación del compositor, ya que, al presentar la programación finalizada, se pudo comprobar su funcionalidad y se obtuvo el resultado deseado. Sin embargo, se sugiere realizar una revisión exhaustiva de las especificaciones técnicas, identificando qué aspectos se pueden explicar mejor a través de diagramas y cuáles requieren explicaciones escritas.*

9. ¿Cuál sería tu reflexión final con respecto al enfoque de esta propuesta de documentación de la obra electroacústica?

Respuesta: *Esta aproximación hace un planteamiento interesante, una eventual propuesta de estandarización, como ocurre en la música orquestal donde los instrumentos tienen un orden específico en el score, que aporta claridad a la lectura y a la interpretación. La tendencia a estandarizar es natural, y eso está bien. Este tipo de obras, con electrónica en tiempo real, suelen ser problemáticas para reinterpretarse. Este planteamiento está*

intentando remediar eso, es decir, que a partir de la documentación de la obra se pueda replicar la obra, eso es necesario. Algunos músicos, ejecutantes, no están capacitados para lidiar con este tipo de expresión sin estresarse, se desmotivan al no tener un sistema; por tanto, que se haga una propuesta de sistematización es algo bueno. Tal vez el formato no guste al inicio, pero se debe seguir trabajando, tener un punto de partida siempre será útil. Si llegamos al punto en que los músicos entienden este tipo de propuestas como se entiende el full score, sería un gran logro.

Dadas las respuestas anteriores, se puede percibir una valoración favorable de esta primera implementación de la propuesta de modelo, debe reconocerse que aún hay algunos aspectos susceptibles de mejora, sin embargo, la propuesta de sistematización representa un punto de partida hacia lo que eventualmente podría resultar en una estandarización de los elementos de una composición de este tipo.

Conclusiones

La música electroacústica con procesamiento de señales en tiempo real se enfrenta a una problemática en términos de preservación que, en algunos casos, puede resultar en que algunas obras tengan complicaciones para reinterpretarse. Esta problemática se vincula fuertemente con el componente tecnológico, pues en las obras en cuestión se requieren tecnologías específicas que, frecuentemente, corren el riesgo de no actualizarse, o bien, resultar obsoletas con el paso del tiempo. Por otro lado, existen obras electroacústicas que no cuentan con una documentación adecuada que permita que el dispositivo electrónico se pueda actualizar o adaptar a una nueva tecnología, en caso de requerirse. Además de lo anterior, se carece de una sistematización de los componentes tecnológicos y archivos de documentación involucrados en este tipo de piezas, lo que agrava la situación expuesta.

En las últimas décadas, se han realizado diversos esfuerzos de preservación de obras electroacústicas que enfatizan la conservación de la documentación que acompaña a la partitura, sin embargo, casi ninguno de estos acercamientos ha presentado una propuesta que tome en cuenta la documentación de los componentes desde el proceso creativo. Por esta razón, se ha determinado elaborar una propuesta de modelo en el que se sistematicen los componentes empleados en una composición electroacústica con procesamiento de señal en tiempo real.

En términos generales, propuesta tiene como finalidad poder servir como referencia para los compositores durante el proceso creativo, teniendo en cuenta que gran parte de la documentación más significativa para lograr la adaptabilidad tecnológica puede proporcionarse desde el proceso de composición (Vincent et al, 2012). Uno de sus objetivos de este enfoque es el de guiar la configuración de los elementos de una composición electroacústica, por lo que en él se presentan sistematizados los componentes de una obra de

este tipo, descripciones de cada uno de ellos, así como ejemplos que ayuden al compositor a prever la adaptabilidad y migración futura de sus composiciones.

En términos de preservación, su principal objetivo no es únicamente conservar la grabación de la interpretación, sino preservar los medios para volver a realizar la obra (Bernardini et al, 2005). En este sentido, es importante que el modelo propuesto cuente con el mayor número de elementos posibles que otorguen información útil para que la obra pueda eventualmente reinterpretarse, adaptarse y/o migrar a otra tecnología.

Para presentar los resultados de este trabajo, se emplean las preguntas de investigación establecidas en el planteamiento de esta investigación y se menciona hasta qué punto se ha respondido a cada una de ellas.

1. ¿Es posible escribir música electroacústica que no esté supeditada a una tecnología en particular sino que, desde la concepción de la obra, se pueda plantear la posibilidad de emplear distintas plataformas tecnológicas para su interpretación y que en cada caso se obtenga un mismo resultado sonoro?

De acuerdo a lo observado en la investigación, la respuesta a esta pregunta debe ser positiva. Se ha podido ver, en los estudios de casos, que ambas obras revisadas –*Petals* y *Anthèmes II*–, fueron concebidas desde un planteamiento musical en el que el componente tecnológico no se prescribe, sino que se realiza una descripción de los principios en los que operan los procesos en la obra, de tal manera que resulte secundario si se ejecutan con una u otra plataforma tecnológica. Asimismo, ambas obras se han adaptado o migrado, en numerosas ocasiones, a otras tecnologías y la evaluación que se ha obtenido del resultado sonoro ha sido positiva. Además de esto, se ha propuesto con éxito la composición de una obra original con este mismo enfoque, en el que no se indica una tecnología específica, sino

la descripción de los elementos que intervienen en ella para, a partir de ella, elaborar el dispositivo electrónico. Por lo tanto, puede establecerse que este enfoque podría aplicarse a otras obras electroacústicas: ser escritas sin estar supeditadas a una tecnología concreta.

2. ¿En qué forma repercutirá esto en la elección del tipo de herramientas tecnológicas a emplearse para la composición de la obra?

Puede decirse que la mayor repercusión radica en el hecho de que, en lugar de elegirse una plataforma tecnológica específica para crear el dispositivo electrónico de la obra, se privilegian la sistematización, la elección y descripción de los procesos empleados en ella. Es decir, la plataforma tecnológica pasa a un plano secundario, y el resultado sonoro –así como la manera de lograrlo– adquiere mayor importancia.

3. Los compositores de música electroacústica ¿emplean elementos extra –a la partitura– que permitan la adaptabilidad y/o migración tecnológica de sus obras? Si es así, ¿qué elementos son?

En correspondencia con lo observado en la investigación, se puede decir que el empleo de tales elementos sí corresponde a una práctica común en la creación musical – véanse la tabla de descriptores y los proyectos de documentación–. Sin embargo, al estar supeditados a una tecnología en concreto y, en un buen número de casos, al carecer de información descriptiva lo suficientemente detallada y precisa respecto a la manera en que se generan y comportan los procesos en la obra, podría resultar complicada la migración tecnológica. No obstante, la investigación actual ha permitido observar que mediante una sistematización y un enfoque adecuado de la documentación –enfocado en la descripción de los componentes de la obra–, se puede favorecer la adaptabilidad y migración tecnológica de este tipo de piezas.

Tomando en consideración lo anterior, se ha logrado proponer un modelo –o mejor, protomodelo–, en el cual se sistematizan esos componentes de acuerdo con una categorización basada en sus empleos en la música y sus similitudes, entre otros aspectos. Más que proponer un listado de componentes, se han propuesto cinco sistemas: sistema de representación, sistema de documentación, sistema de procesamiento de señal y sistema de sonorización y sistema de interacción. Los cuales se consideran esenciales para la buena operación de una obra de este tipo, así como su posible reinterpretación y adaptabilidad tecnológica. Es el planteamiento esencial de este enfoque que si en una pieza electroacústica con procesamiento de señal en tiempo real se provee documentación detallada de cada uno de estos sistemas, podrá favorecerse la sustentabilidad de las obras.

4. ¿Existen, en el repertorio de música electroacústica, ejemplos de obras que en su configuración integren elementos extra a la partitura que contribuyan de manera significativa a la sustentabilidad de las mismas?

Nuevamente, los estudios de casos realizados permiten responder de manera positiva a esta pregunta. Enfoques como los propuestos por Boulez y Saariaho pueden ser replicables en obras de este tipo para favorecer su sustentabilidad. Tanto *Anthèmes 2* como *Petals* ofrecen una documentación que facilita no solo su interpretación, sino también su actualización y adaptabilidad tecnológica. Ambas obras comparten ciertos elementos que tienen correlación con los sistemas propuestos en esta investigación, aunque cada obra los palntea, aplica y especifica de manera diferente. Estos componentes, o mejor dicho, la sistematización de ellos, pueden considerarse como inherentes a las composiciones de música electroacústica con live electronics. Es decir, utilizando los elementos fundamentales de estas piezas y, sobre todo, los principios subyacentes, es posible abordar el desafío de la obsolescencia tecnológica y lograr obras musicales sustentables.

5. Si las hay ¿es posible encontrar en ellas un mínimo común de elementos compartidos que puedan emplearse para formular un modelo en vías de la preservación y sustentabilidad de este tipo de obras?

Sí. Se ha podido ver que no sólo las obras concebidas con un enfoque sustentable presentan estos rasgos, sino que muchas de las obras con live electronics ya incluyen elementos que pueden favorecer la migración tecnológica, la reinterpretación y conservación de las obras. Sin embargo, mucha de esta documentación debe elaborarse desde una visión en la que los procesos electrónicos no dependan de una tecnología específica, sino que esté presentada de tal manera que a partir de las especificaciones y descripciones propuestas se pueda recrear y adaptar el dispositivo electrónico a casi cualquier plataforma. Pues como señalan Bonardi et al. (2008)

la mejor solución sería guardar sólo el sentido que está dentro de una obra artística, de modo que pueda volver a realizarse en cualquier momento con la tecnología del momento. Este enfoque introduce el uso de nuevos lenguajes necesarios para describir las obras artísticas (p. 107).

Por lo anterior, considero que puede confirmarse la hipótesis planteada en la metodología de esta investigación, con ciertas precisiones. En primer lugar, es posible el establecimiento de modelo de configuración de los elementos de una obra electroacústica de este tipo, sin embargo, en esta etapa de la investigación puede establecerse únicamente como prototipo. Para que pueda establecerse como modelo es necesario que pase por más pruebas e iteraciones, que, a partir de lo planteado en este trabajo, se pueda replicar en un mayor número de composiciones para poder validar no solo los sistemas propuestos, sino también los componentes individuales.

En segundo lugar, debe precisarse que la propuesta de sistematización se establece desde una perspectiva general, que puede ser aplicable a obras musicales con características similares a las revisadas en los distintos estudios planteados en la metodología— es decir, principalmente con procesamiento de señal en tiempo real—. Sin embargo, los principios pueden ser adaptados a otros tipos de obras con procesos tecnológico/composicionales más complejos con la finalidad de comprender mejor sus procesos de preservación.

Finalmente, es necesario mencionar en una líneas el trabajo futuro a partir de esta investigación. Será fundamental que la propuesta de modelo se ponga a prueba en distintas oportunidades. Gerzso (2005) menciona en el manual de *Anthèmes II*, que se llegó a la versión definitiva de la obra después de ocho años y aproximadamente cincuenta interpretaciones. De esta manera, considero que el sistema propuesto debe pasar por un periodo de prueba y adecuaciones que permita, con el paso del tiempo, reevaluarlo y validarlo.

En una primera etapa, será necesario adaptar la composición realizada para esta investigación a otras plataformas tecnológicas — distintas a la de su primera implementación—, con la intención de evaluar la pertinencia del planteamiento hecho en ella y comprobar la validez de los sistemas propuestos. En una segunda etapa, será esencial que los sistemas que conforman el prototipo de este modelo se apliquen a nuevas composiciones, de distintos autores, con la finalidad de abordar esta propuesta desde perspectivas distintas que permitan enriquecer los puntos fuertes, así como mejorar y/o replantear los aspectos que lo requieran.

Es un hecho que este prototipo de modelo es susceptible de actualizarse cada determinado tiempo para mantenerse vigente y servir a las generaciones posteriores. Es decir, cuando así se requiera, la información contenida en él respecto a sus sistemas y elementos

que lo conforman debe ser modificada para adaptarse mejor a las necesidades que puedan surgir en el quehacer compositivo futuro.

Bibliografía

Bachimont, B., et al. (2003). Preserving Interactive Digital Music: A Report on the MUSTICA Research Initiative. *Proceedings of the International Conference on WEB Delivering of Music*, 109–112.

Baños, R. V., Hurtado, M. J. R., Silvente, V. B., & Fonseca, M. T. (2014). Applying a Hierarchical Cluster SPSS. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 8(2).

Barrio, I., et al. (s.f.) El estudio de casos, Métodos de investigación educativa, Universidad Autónoma de Madrid.

Barthélémy, J., Bonardi, A., & Boutard, G. (2010). Virtualization of real time audio processes: towards a musical notation of contemporary music. *Proceedings of the International Computer Music Conference*, (diciembre 2008), 1–6.

Battier, M. (2004). Electroacoustic Music Studies and the Danger of Loss. *Organised Sound*, 9(1), 47-53.

Baudouin, O. 2007. A Reconstruction of Stria. *Computer Music Journal* 31(3), 75–81.

Baxter, P., y Jack, S. (2008). Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
Recuperado de <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol13/iss4/2>

Bernardini, N.; Vidolin, A. (2005). Sustainable Live Electroacoustic Music. *Sound and Music Computing 2005 Conference*, Salerno Italia.

Berweck, S. (2012). *It worked yesterday: On (re) performing electroacoustic music*. (Tesis doctoral), University of Huddersfield, Inglaterra. Recuperado de: <http://eprints.hud.ac.uk/17540/>

Bonardi, A., Barthélémy, J., Ciavarella, R., & Boutard, G. (2008). First Steps in Research and Development about the Sustainability of Software Modules for Performing Arts. *Actes Des Journées d'Informatique Musicale JIM 2008*.

Bonardi, A., Barthélemy, J., Ciavarella, R., & Boutard, G. (2008b). Will software modules for performing arts be sustainable? In *Proceedings of the Mediterranean Electrotechnical Conference - MELECON* (pp. 275–279).

Bonardi, A., Barthélemy, J., Boutard, G., & Ciavarella, R. (2008c). Préservation de processus temps réel. Vers un document numérique. *Document Numérique*, 11(3–4), 59–80.

Bonardi, A., & J. Barthélemy. (2008d). The Preservation, Emulation, Migration, and Virtualization of Live Electronics for Performing Arts: An Overview of Musical and Technical Issues. *Journal on Computing and Cultural Heritage* 1(1).

Bonardi, A. (2013). Pérenniser pour transmettre, trans- mettre pour pérenniser: Destins de l'œuvre mixte interactive; Autour de En Echo, de Philippe Manoury. E. Gayou, (ed.) *Musique et technologie: Préserver, archiver, re-produire, portraits polychromes, hors-s'erie thématique*. Paris: Institut national de l'audiovisuel, 105–126.

Bonardi, A., Lemouton, S., Pottier, L., Warnier, J., (2020). Présentation du groupe de travail AFIM “Archivage collaboratif et préservation créative”. Journées d’Informatique Musicale (JIM 2018), May 2018, Amiens, France. pp.11-12.

Boutard, G., C. Guastavino, and J. M. Turner. (2013). A Digital Archives Framework for the Preservation of Artistic Works with Technological Components. *International Journal of Digital Curation* 8(1), 42–65.

Boutard, G. (2013). *Preserving the intelligibility of digital archives of contemporary music with live electronics : a theoretical and practical framework*. (Tesis doctoral).

Boutard, G. (2016). Solo works of mixed music with live electronics: A qualitative enquiry in timbre and gesture from the performer’s perspective. *Musicae Scientiae*, 20(3), 361–391.

Boutard, G. (2016b). Co-construction of meaning, creative processes and digital curation: The transmission of music with live electronics. *Journal of Documentation*, 72(4), 755–780.

Boutard, G. (2016c). Co-construction of meaning, creative processes and digital curation: The transmission of music with live electronics. *Journal of Documentation*, 72(4), 755–780.

Bosma, H. (2005). Documentation and Publication of Electroacoustic Compositions at NEAR. *EMS : Electroacoustic Music Studies Network*, 1-13.

Cabezas, E. (2000). La descripción archivística y su aplicación en documentos particulares: el caso del Album de Figueroa. *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 1(2).

Campion, E. (2017). Dual Reflections: A Conversation with Kaija Saariaho and Jean-Baptiste Barrière on Music, Art, and Technology. *Computer Music Journal*, 41(3), 9–20.

Canazza, S., and A. Vidolin. 2001. Introduction: Pre- serving Electroacoustic Music. *Journal of New Music Research* 30(4), 289–293.

Carvajal, A. (2002). Teorías y modelos: Formas de representación de la realidad. *Comunicación*, 12(001), 1-15.

Chadabe, J. 2001. Preserving Performances of Electronic Music. *Journal of New Music Research* 30(4), 303–305.

Ciavarella, R., Bonardi, A., & Boutard, G. (2009). *Virtualization of real time audio processes: towards a musical notation of contemporary music* [Conferencia]. Cultural Heritage online Empowering users: an active role for user communities, Florencia, Italia.

Coffy, T., Giavitto, J.L. & Cont, A. (2014). AscoGraph: A User Interface for Sequencing and Score Following for Interactive Music”. En *Proceedings of the Joint International Computer Music Conference and the Sound and Music Computing Conference*, 600–604.

Cont, A. (2004). *Improvement of observation modeling for score following* (Tesis de maestría), University of Paris 6, IRCAM, París.

Cont, A. (2013). *Real-time Programming and Processing of Music Signals*. Sound [cs.SD]. Université Pierre et Marie Curie, Paris.

De Andrade, I. (2010). *El concepto de convergencia temporal aplicado a la interpretación de obras electroacústicas mixtas para violonchelo* [Tesis de doctorado, UNAM]. TESIUNAM.

Delalande, F. (2007). The technological era of ‘sound’: A challenge for musicology and a new range of social practices. *Organised Sound*, 12(3), 251-258.

DIPECHO (2011). Guía metodológica para la sistematización de herramientas para la gestión de riesgo. América del Sur 2011-2012.

Douglas, J. 2007. General Study 03 Final Report: Pre-serving Interactive Digital Music; The MUSTICA Initiative. Project Report version 4.1. InterPARES Project, School of Library, Archival, and Information Studies, University of British Columbia, Vancouver. Disponible en www.interpares.org terminado en febrero de 2019. /display file.cfm?doc=ip2_gs03_final_report.pdf

Duque, D. F., Saint-Priest, Y., Segovia, P., y Loiza, D. F. (2017). *Algoritmos y programación en pseudocódigo* (1.ª ed.). Universidad Santiago de Cali.

Espín, J. (2002). El análisis de contenido: una técnica para explorar y sistematizar información. *Revista de Educación*, 4, 95-105.

Failla, N. (2008). *Wave Field Synthesis | IDIS*. Proyecto IDIS. <https://proyectoidis.org/wave-field-synthesis/>

Gerzso, A., 2005. Pierre Boulez Anthèmes 2 pour violon et dispositif électronique, Technical Manual. (Vienna: Universal Edition).

Gerzso, A. (2015). The longevity of musical works for instruments and electronic music in the digital era. *Cahier Louis-Lumière*, 9(1), 29-34.

Giaretta, D. (2008). The CASPAR approach to digital preservation. *International Journal of Digital Curation*, 2(1), 112-121.

Goebel, J. (2001). IDEAMA. The International Digital Electroacoustic Music Archive. *Journal of New Music Research*, 30(4), 375-380.

Guercio, M., Barthélemy, J., Bonardi, A. (2007). *Authenticity Issue in Performing Arts using Live Electronics*. Sound and Music Computing Conference. Grecia.

Hidalgo, M.L. (2016). *Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas*.

IBM documentation. (s. f.).

https://www.ibm.com/docs/es/spssstatistics/25.0.0?topic=SSLVMB_25.0.0/spss/base/idh_cus.htm

IDEAMA | 1988 | ZKM. (s. f.). ZKM. <https://zkm.de/en/project/ideama>

ITESM (2005). Diplomado de Gobierno Abierto y Participativo Institucional, Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: http://www.cca.org.mx/funcionarios/cursos/ap066/material/m2met_enc.pdf

Jiménez Chaves, V. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 141-150.

Kohn, L. T. (1997) *Methods in Case Study Analysis*. Technical Publication No. 2. Washington: The Center for Studying Health System Change.

Landy, L. (2007). *Understanding the art of sound organization*. MIT Press.

Lee, B. 2006. "Issues Surrounding the Preservation of Digital Music Documents." *Archivaria* 50:193–204.

Lemouton, S. (2016). Computer Music Interpretation in Practice. *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 275–279.

Lemouton, S., & Goldszmidt, S. (2016). La préservation des œuvres du répertoire IRCAM: Présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel. *Actes des Journées d'Informatique musicale*.

Lemouton, S., Bonardi, A., Pottier, L., & Warnier, J. (2019). On the Documentation of Electronic Music. *Computer Music Journal*, 42(4), 41–58.

Magolda, Peter. (2007). Doing Case Study Research: A Practical Guide for Beginning Researchers. *Journal of College Student Development*. 48.

Mawhinney, S. (2001). Composer in Interview: Pierre Boulez. *Tempo*, 216, 2-5.
<https://doi.org/10.1017/s0040298200008433>

Meelberg, V. (2006). *New Sounds, New Stories*. Amsterdam University Press.

- Moisala, P. (2009). *Kaija Saariaho: 00* (Illustrated ed.). University of Illinois Press.
- Muñoz-Serván, P. (2001). Intervención en la familia: estudio de casos. Pérez-Serrano, Gloria (ed.). *Modelos de investigación cualitativa en educación social y animación sociocultural*. Madrid: Narcea, 221-252.
- Okuda, M. & Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: Triangulación. *Revista Colombiana De Psiquiatría*. 24(1). 118-124.
- Orio, N., Lemouton, S., & Schwarz, D. (2003). *Score Following: State of the Art and New Developments*. New Interfaces for Musical Expression (NIME), Canada.
- Polfreman R., Sheppard, D., Dearden, I. (2005). Re-Wired: Reworking 20th century live-electronics for today. *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 41-46.
- Ramos, J., Rhea, B., Pla, R., Abreu, O. (2016). La sistematización como metodología, método y resultado científico en ñla práctica educativa. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Saariaho, K. (2015). *Petals*. Saariaho. <http://saariaho.org/works/petals/>
- Sannicandro, V. (2007). Ius Lucis. *Performance Handboock*. IRCAM.
- Sirven, X. 2004, “Authenticité et accessibilité des archives électroniques: Mustica, le cas de la création musical numérique.” Technical Report. Université de Technologie Compiègne.
- Sousa Dias, A. (2009). Case studies in live electronic music preservation: Recasting Jorge Peixinho’s Harmónicos (1967–1986) and Sax-Blue (1984–1992). *Journal of Science and Technology of the Arts* 1(1), 38–47.

Sousa Dias, A. 2011. Musique électronique “live” et “recasting”: Trois cas d’ étude. *Revue Francophone d’Informatique Musicale* 1(1), 1–16.

Stephanie G. Probability and Statistics Topic Index. *StatisticsHowTo.com: Elementary Statistics for the rest of us!* <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/>

Teruggi, D. 2001. Preserving and Diffusing. *Journal of New Music Research* 30(4), 403–405.

Teruggi, D. (2004). Electroacoustic preservation projects: How to move forward. *Organised Sound*, 9(1), 55–62.

Teruggi, D. (2004b). Can We Save Our Audio-visual Heritage?, (April 2004).

Tellis, W. M. (1997). Introduction to Case Study. *The Qualitative Report*, 3(2), 1-14.
Recuperado de <https://nsuworks.nova.edu/tqr/vol3/iss2/4>

Van der Wee, L., R., .v.a.n. .D., & J., Z. (2016, septiembre). *Reconstructing Anthèmes 2: Addressing the Performability of Live-Electronic Music* [Conferencia]. International Computer Music Association Conference, Utrecht, Países Bajos.

Van Ransbeeck, S., Perrotta, A. V., & Citar, A. D. (2012). The Music Under Rusty Records: Restoring Risset's 'Duo For One Pianist'. *Sound Scripts*, 4(1).

Vincent, A., Barkati, K., Bonardi, A., Bachimont, B., Rousseaux, F. (2012). Digital Management, Replay and Preservation of Musical Works through a Strongly-Committed Ontology Development.

Wahl, A. (2017). *Timbral Intention: Examining the Contemporary Performance Practice and Techniques of Kaija Saariaho's Vocal Music*. [Tesis de Doctorado, Northwestern University].

Wetzel, D. B. (2006). A Model for the Conservation of Interactive Electroacoustic Repertoire: Analysis, Reconstruction, and Performance in the Face of Technological Obsolescence. *Organised Sound* 11(3), 273–284.

Yamamoto, Mizuka. (2013). *Forming an interpretation of the violin works of Boulez, Cage, Nono: a comparative study* (tesis doctoral). Goldsmiths, University of London.

Zattra, L., De Poli, G., & Vidolin, A. (2001). Yesterday sounds tomorrow. Preservation at CSC. *International Journal of Phytoremediation*, 21(1), 407–412.

Zattra, L. 2007. The Assembling of Stria by John Chowning: A Philological Investigation. *Computer Music Journal* 31(3), 38–64.

Partituras

Boulez, P. (2005). *Antèmes 2* [Música impresa]. Viena: Universal Edition.

Saariaho, K. (1988). *Petals* [Música impresa]. Helsinki: Edition Wilhelm Hansen.

Cuadernos de operación (IRCAM)

Aperghis, G., (2004). *Avis de tempête*, documentation d'exploitation, sous la dir. de Andrew Gerzso, éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, Paris.

Gerzso, A., 2005. *Pierre Boulez Anthèmes 2 pour violon et dispositive électronique*, Technical Manual. (Vienna: Universal Edition).

Harvey, J. (2003). *String quartet No. 4*, documentation d'exploitation, sous la dir. de Andrew Gerzso, éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, Paris.

Sannicandro, V. (2007). *Ius Lucis*, documentation d'exploitation, sous la dir. de Andrew Gerzso, éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, Paris.

Matalon, M. (1995). *Tunnel sous l'Atlantique*, documentation d'exploitation, sous la dir. de Marc Battier, éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, Paris.

Nunes, E. (1998). *Wandlungen*, documentation d'exploitation, sous la dir. de Marc Battier, éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, Paris.

Perez-Ramirez, M. (1997). *T'Eysi*, documentation d'exploitation, sous la dir. de Marc Battier, éditions Ircam - Centre Georges-Pompidou, Paris.

Apéndice 1. Tablas de descriptores

Ejemplos de tablas de descriptores por obra

Obra: 24/7: Freedom Fried

Año: 2005

Compositor: Michael Edwards

Dotación: Viola y computadora

Computadora	Macintosh o PC adecuada para correr el software Max/Msp 4.5 o superior.
Hardware	Interfaz de audio multicanal (mínimo 2 canales mic/line in y 8 canales line/out). *Posibilidad de utilizar una mezcladora (además de la interfaz).
Audio	Archivos de audio en 4 canales
MIDI	
Difusión	8 altavoces, 2 sub-woofers (una
Micrófonos	1 micrófono de condensador. 1 micrófono de clip.
Procesos (FX)	Compresor Síntesis granular Looper
Controladores	Controlador MIDI de 16 faders conectado a la interfaz de audio o a algún puerto de la computadora. Pedal MIDI para disparar los eventos (en su lugar puede usarse el teclado de la computadora).
Software	Max/Msp 4.5 o superior Patches en Max/Msp (provistos por el editor de la partitura).
Información adicional	Los micrófonos pueden conectarse a una mezcladora y enviarse la señal premezclada a la interfaz de audio. Adicionalmente el compositor proporciona indicaciones detalladas de las funciones e interpretación del dispositivo electrónico. Información del <i>triggering</i> de los eventos en la partitura.

Obra: De la Terre

Año: 1991

Compositor: Kaija Saariaho

Dotación: Violín solo, soporte fijo y electrónica en tiempo real

Computadora	En caso de requerirse* MacII o superior.
Hardware	En caso de requerirse Akai DD1000 sistema de grabación en disco duro (Soundtools) o Grabadora DAT* Mezcladora
Difusión	Amplificación estéreo
Micrófonos	1 micrófono direccional de buena calidad
Procesos (FX)	Lexicon LXP-15 Reverberación digital (ej. Lexicon PCM 70)
Software	Soundtools, Sound Designer II, LiveList, DATa
Opciones de dispositivo	La compositora proporciona tres opciones para reproducir el soporte fijo.
Diagramas	Diagrama de interconexiones
Información adicional	Descripción detallada de los ajustes de la reverberación

Obra: Advaya

Año: 1994

Compositor: Jonathan Harvey

Dotación: Violonchelo, teclado electrónico y electrónica en tiempo real

Computadora	Versión Mac: Macintosh Power PC (G3, 266 Mhz, 32 Mb RAM, 195 Mb HD).
Hardware	Interfaz de audio, 4 canales de salida (Korg 12/12I/O), Interfaz MIDI, sampler AKAI S2000. Versión CD: 2 reproductores de CD Mezcladora
Difusión	Sistema de difusión
Procesos (FX)	Procesador de efectos: doble armonizador y reverberación (Yamaha SPX1000)
Controladores	1 pedal de sustain (switch), dispositivo MIDI (ej. Sintetizador MIDI), Teclado MIDI (Yamaha KX88) con dos pedales: sustain y volumen
Software	Max/Msp 3.5.9 o superior**
Diagramas	Tabla con especificaciones para los procesos en vivo con ajustes para el SPX1000.
Información adicional	Electrónica realizada por el IRCAM Los CD's con los audios y la documentación técnica son provistos con los editores.† Se requieren dos técnicos, uno para la computadora (o reproductores de CD) y otro para el procesador de efectos. Notación detallada en la partitura del comportamiento de los procesos en vivo y las entradas y contenido de los CD's.

Obra: Earth and heart dances

Año: 1997

Compositor: Andrea Molino

Dotación: 5 percusionistas y electrónica en tiempo real

Procesos (FX)	Delay, armonizador
Controladores	
Software	Workstation MARS
Diagramas	Diagrama de flujo de los procesos
Información adicional	
Representación gráfica	El procesamiento electrónico, se presenta en la partitura en términos exclusivamente musicales, sin referencias a equipos particulares con la idea de que pueda realizarse en otros entornos.

Obra: Tenebrae

Año: 2000-2001

Compositor: Matthias Pintscher

Dotación: Viola, ensamble y electrónica en tiempo real

Obra	Tenebrae	Compositor	Matthias Pintscher
Año	2001	Dotación	Viola, ensamble y electrónica en tiempo real
Equipo de audio	Mezcladora 10 in, 4 aux, 2 out Reproductor de CD Eventide H3000 S (armonizador) Lexicon MPX 1 (multiefectos) Lexicon PCM 70/90 TC Electronics M 3000		
Difusión	Sistema estéreo		
Micrófonos	2 micrófonos de condensador		
Diagramas	Diagrama de interconexiones		
Ajustes de los procesos	Tablas pormenorizadas de los ajustes (programación) de cada procesador y sus efectos Indicaciones específicas en las partituras de la entrada de los procesos en vivo		

Obra: UR

Año: 1986

Compositor: Magnus Lindberg

Dotación: Cl Bb, Vln, Vc, Cb, Pno y electrónica en tiempo real

Computadora	Mac
Periféricos	Interfaz MIDI, Yamaha TX816, mezcladora
MIDI	12 canales
Difusión	Sistema estéreo
Procesos (FX)	Reverberación
Controladores	Teclado MIDI
Software	Programa UR (no se especifica entorno informático)
Diagramas	Diagrama de interconexión
Información adicional	Instrucciones para iniciar el programa informático Amplificación de los instrumentos Indicación precisa en la partitura de las entradas de los procesos electrónicos (activados por el pianista). Escritura rítmica de la electrónica

Obra: Ommagio a György Kurtág

Año: 1986

Compositor: Luigi Nono

Dotación: Contralto, fl, cl Bb, tuba, electrónica en tiempo real

Difusión	6 altavoces
Micrófonos	5 micrófonos dinámicos
Procesos (FX)	Halaphon, 2 armonizadores, 4 delays, 1 banco de 5 filtros pasabandas, 4 reverberación,
Diagramas	Stage plot, diagrama de flujo
Información adicional	Indicaciones de intensidad sonora Indicaciones específicas sobre los ajustes de los procesos electrónicos Indicaciones precisas sobre las entradas de los procesos y su comportamiento durante la obra

Obra: Time and motion study II
Año: 1976
Compositor: Brian Ferneyhough
Dotación: Violonchelo y electrónica

Difusión	8 altavoces
Procesos (FX)	Delay
Controladores	2 pedales
Diagramas	Diagrama de flujo/interconexión
Información adicional	

Tabla general de descriptores (detalle)

	Obra	Interfaz gráfica	Hardware	Controladores	Sistema de difusión
1	24/7: Freedom Fried	√	√	√	√
2	De la Terre	√	√		√
3	Advaya	√	√	√	
4	Earth and heart dances				
5	Tenebrae	√	√		√
6	UR	√	√		
7	Ommagio				√
8	Time and Motion			√	√
9	Allegories	√	√	√	√
10	Gates		√		√
11	Soleil Noir		√		√
12	Verxielbilder	√		√	√
13	Winter fragments	√	√	√	√
14	Mixtion	√	√	√	√
15	Lohn	√	√	√	√
16	Circle map	√	√	√	√
17	Folia		√		√
18	Noa Noa	√	√	√	
19	Vent Nocturne	√	√	√	
20	Petals		√		√
21	Ofanim	√	√	√	√
22	Traces I	√	√		√
23	Traces III	√	√		√
24	Traces IV	√	√		√
25	Traces V	√	√		√
26	Traces VI	√	√		√
27	Traces VII	√	√		√
28	Lichtung	√	√		√
29	Lichtung II	√			
30	Traiettoria... Deviata				√
31	Shu hai		√		√

32	A Pierre		√		√
33	...als... II				√
34	“...auf... “III		√		√
35	Lichtbogen	√	√		√
36	Dans le mur				√
37	Desintegrations	√	√	√	√
38	Üg				
39	Diálogo con mi anciano				√
40	Dienstags-abschied				√
41	Amok koma				√
42	Fanfare Quimerique				
43	Happy end				
44	L'art de la sieste				
45	Link				
46	Das Atmende Klarsein				
47	Kraft				√
48	Post Praeludium per Donau	√		√	
49	Quando stanno morendo				√
50	Répons		√	√	√
51	Risonanze Erranti				√
52	Ein Schattenspiel				
53	Madonna of winter and spring		√	√	√
54	Natura Morta con Fiamme		√		√
55	Près	√	√	√	√
56	Spaces of blank	√			√
57	Speakings	√			√
58	4 Streichquartett				
59	Synchronisms No. 1				
60	Synchronisms No. 11				√
61	Tag des Jahrs	√	√	√	√
62	Terre d'ombre				
63	Tiempos magnéticos				
64	Time and Motion Study II		√	√	√

65	Treize Couleures du soleil couchant		√		√
66	Koma	√	√		√
67	Pressure-divided	√	√	√	√
68	Nuits, Adieux		√		√
69	Traces III	√	√		√
70	Related rocks	√	√		

	Obra	Propuesta de especialización	Especificaciones de micrófonos	Procesos electrónicos	Software
1	24/7: Freedom Fried		√	√	√
2	De la Terre		√	√	√
3	Advaya			√	√
4	Earth and heart dances			√	√
5	Tenebrae		√		
6	UR		√		
7	Ommagio	√	√	√	
8	Time and Motion			√	
9	Allegories	√	√		√
10	Gates		√	√	
11	Soleil Noir		√	√	
12	Verxielbilder	√		√	√
13	Winter fragments		√		√
14	Mixtion		√	√	√
15	Lohn		√	√	√
16	Circle map				
17	Folia			√	
18	Noa Noa			√	√
19	Vent Nocturne				√
20	Petals			√	

Apéndice 2. Herramientas de análisis estadístico

Tablas cruzadas

Tabla cruzada Dotación vs Interfaz gráfica (computadora, táctil, etc.)				
% dentro de inter_graf		Interfaz gráfica (computadora, táctil, etc.)		
		inter_graf	Interfaz	
		(computadora, táctil, etc.)	gráfica	
		0 No	1 Sí	Total
Dotacion Dotacion	Ensamble y electrónica	16.20%	6.10%	11.40%
	Ensamble y live electronics	40.50%	27.30%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	10.80%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	13.50%	54.50%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	10.80%		5.70%
	Orquesta y electrónica	2.70%	6.10%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	5.40%	6.10%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Interfaz gráfica por dotación

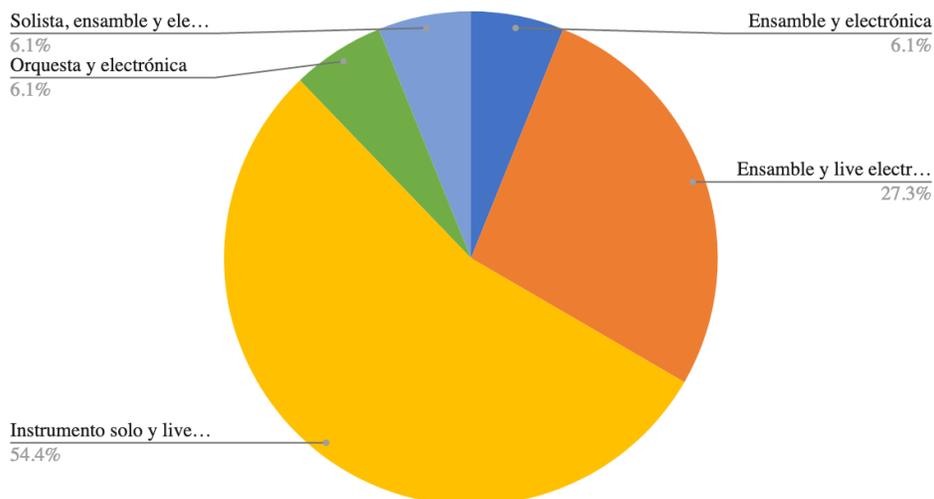


Tabla cruzada Dotacion vs Hardware (equipo de audio)				
% dentro de Harware Hardware (equipo de audio)	Dotacion	Hardware Hardware (equipo de audio)		Total
		0 No	1 Sí	
	Ensamble y electrónica	17.20%	7.30%	11.40%
	Ensamble y live electronics	31.00%	36.60%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	13.80%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	10.30%	48.80%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	13.80%		5.70%
	Orquesta y electrónica	3.40%	4.90%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	10.30%	2.40%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Hardware por Dotación

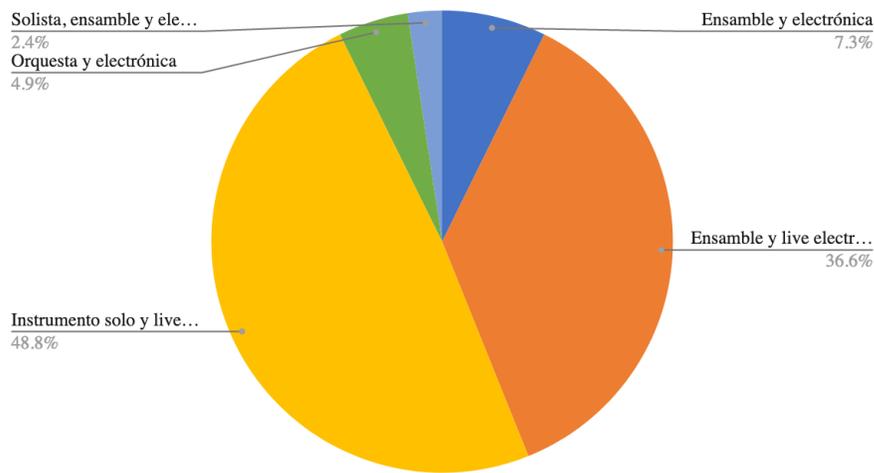


Tabla cruzada Dotacion vs Controladores				
% dentro de Controladores		Controladores		
		Controladores		
		0 No	1 Sí	Total
Dotacion	Ensamble y electrónica	12.00%	10.00%	11.40%
	Ensamble y live electronics	40.00%	20.00%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	8.00%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	26.00%	50.00%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	8.00%		5.70%
	Orquesta y electrónica	2.00%	10.00%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	4.00%	10.00%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Controladores por Dotación

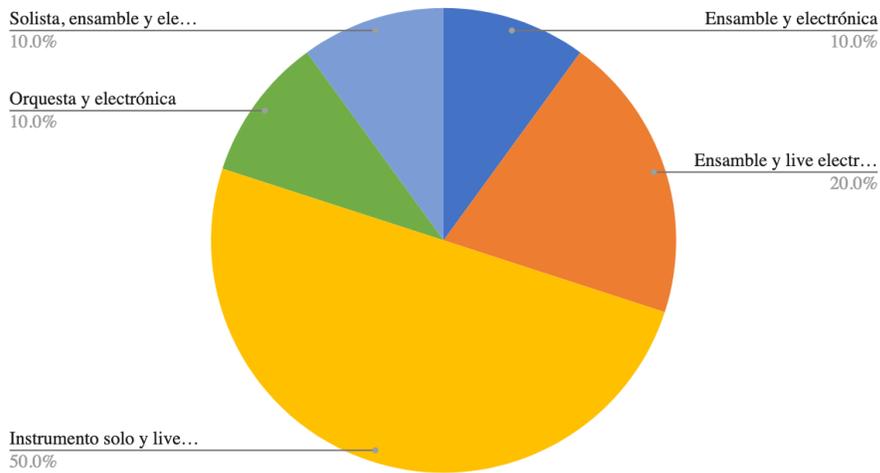


Tabla cruzada Dotacion vs Sistema de difusión

% dentro de Sist_difu Sistema de difusión				
		Sist_difu difusión	Sistema de	
		0 No	1 Sí	Total
Dotacion Dotacion	Ensamble y electrónica	20.00%	8.00%	11.40%
	Ensamble y live electronics	20.00%	40.00%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	15.00%	2.00%	5.70%
	Instrumento solo y live electronics	25.00%	36.00%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	10.00%	4.00%	5.70%
	Orquesta y electrónica		6.00%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	10.00%	4.00%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Sistemas de difusión por Dotación

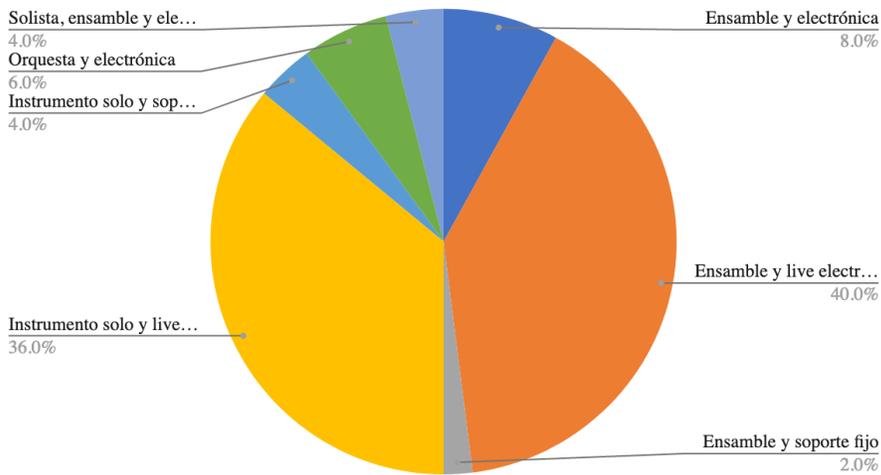


Tabla cruzada Dotacion vs Propuesta de espacialización				
% dentro de Prop_espa		Propuesta de espacialización		
		Prop_espa Propuesta de espacialización		
		0 No	1 Sí	Total
Dotacion Dotacion	Ensamble y electrónica	11.90%	9.10%	11.40%
	Ensamble y live electronics	28.80%	63.60%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	6.80%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	35.60%	18.20%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	6.80%		5.70%
	Orquesta y electrónica	5.10%		4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	5.10%	9.10%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Propuesta de espacialización por Dotación

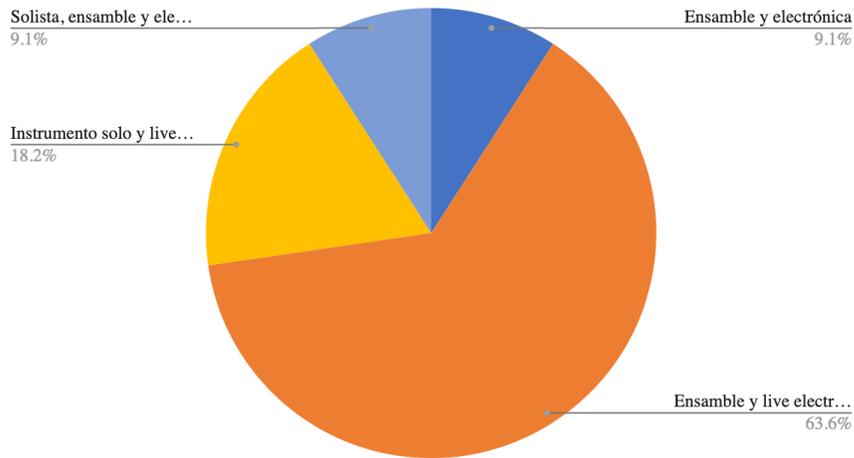


Tabla cruzada Dotacion vs Especificaciones de micrófonos					
% dentro de Espe_mic		Especificaciones de micrófonos			
		Especificaciones de micrófonos			
		0 No	1 Sí	Total	
Dotacion	Dotacion	Ensamble y electrónica	13.90%	8.80%	11.40%
		Ensamble y live electronics	27.80%	41.20%	34.30%
		Ensamble y soporte fijo	11.10%		5.70%
		Instrumento solo y live electronics	22.20%	44.10%	32.90%
		Instrumento solo y soporte fijo	11.10%		5.70%
		Orquesta y electrónica	5.60%	2.90%	4.30%
		Solista, ensamble y electrónica	8.30%	2.90%	5.70%
Total			100.00%	100.00%	100.00%

Especificaciones de micrófonos por Dotación

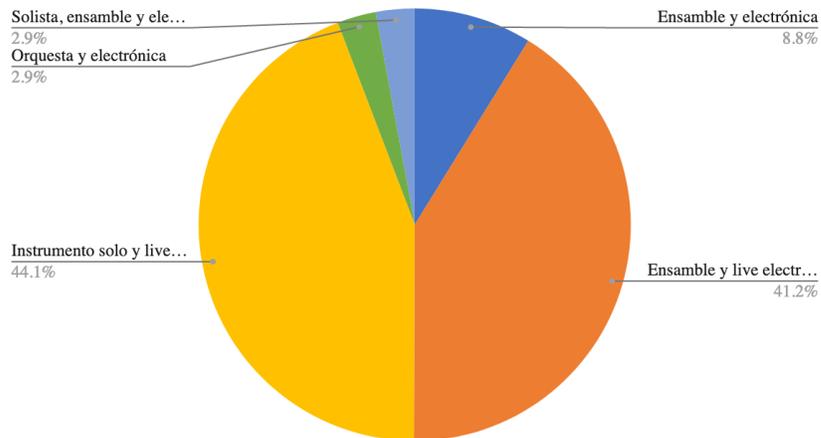


Tabla cruzada Dotacion vs Procesos electrónicos					
% dentro de Procesoselectrónicos		Procesoselectrónicos			
Procesos electrónicos		Procesoselectrónicos			
		0 No	1 Sí	Total	
Dotacion	Dotacion	Ensamble y electrónica	20.00%	6.70%	11.40%
		Ensamble y live electronics	28.00%	37.80%	34.30%
		Ensamble y soporte fijo	12.00%	2.20%	5.70%
		Instrumento solo y live electronics	12.00%	44.40%	32.90%
		Instrumento solo y soporte fijo	12.00%	2.20%	5.70%
		Orquesta y electrónica	8.00%	2.20%	4.30%
		Solista, ensamble y electrónica	8.00%	4.40%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%	

Procesos electrónicos por Dotación

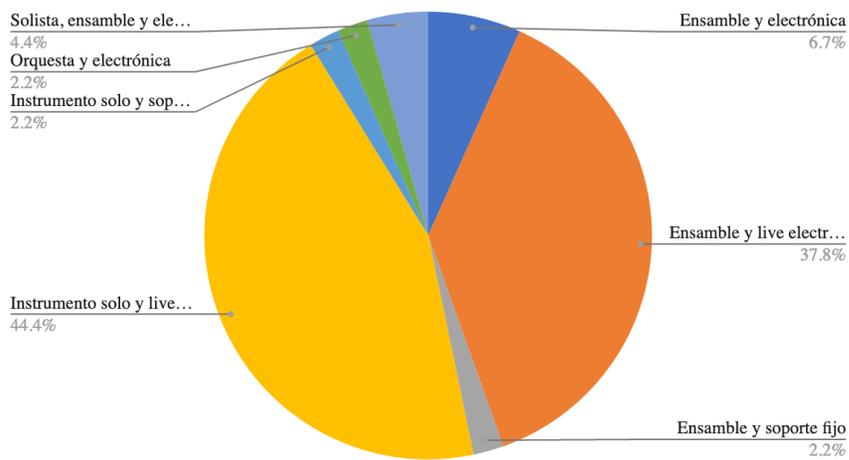


Tabla cruzada Dotacion vs Software				
% dentro de Software		Software		
		Software		Total
		0 No	1 Sí	
Dotacion	Ensamble y electrónica	15.40%	6.50%	11.40%
	Ensamble y live electronics	33.30%	35.50%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	10.30%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	15.40%	54.80%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	10.30%		5.70%
	Orquesta y electrónica	7.70%		4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	7.70%	3.20%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Software por Dotación

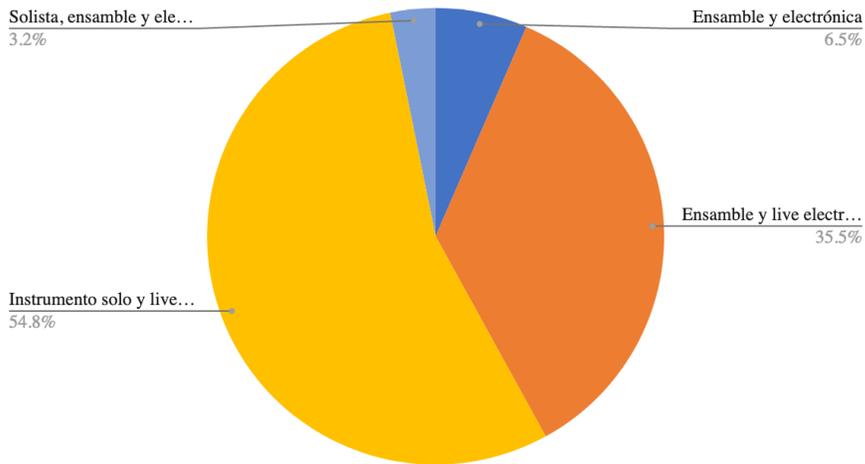


Tabla cruzada Dotacion vs Diagramas de flujo				
% dentro de Diag_fluj Diagramas de flujo		Diag_fluj Diagramas de flujo		Total
		0 No	1 Sí	
Dotacion Dotacion	Ensamble y electrónica	10.30%	12.90%	11.40%
	Ensamble y live electronics	20.50%	51.60%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	7.70%	3.20%	5.70%
	Instrumento solo y live electronics	38.50%	25.80%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	10.30%		5.70%
	Orquesta y electrónica	5.10%	3.20%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	7.70%	3.20%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Diagramas de flujo por Dotación

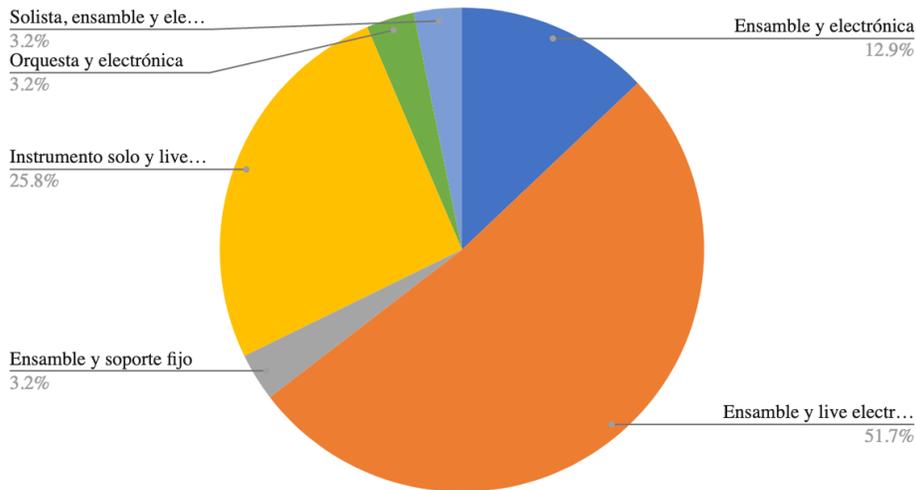


Tabla cruzada Dotacion Dotacion*Repr_elec Representación gráfica de la electrónica

% dentro de Repr_elec Representación gráfica de la electrónica		Repr_elec Representación gráfica de la electrónica		Total
		0 No	1 Sí	
Dotacion Dotacion	Ensamble electrónica y	19.00%	8.20%	11.40%
	Ensamble y live electronics	19.00%	40.80%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	4.80%	6.10%	5.70%
	Instrumento solo y live electronics	38.10%	30.60%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo		8.20%	5.70%
	Orquesta y electrónica	9.50%	2.00%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	9.50%	4.10%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Representación gráfica de la electrónica por Dotacin

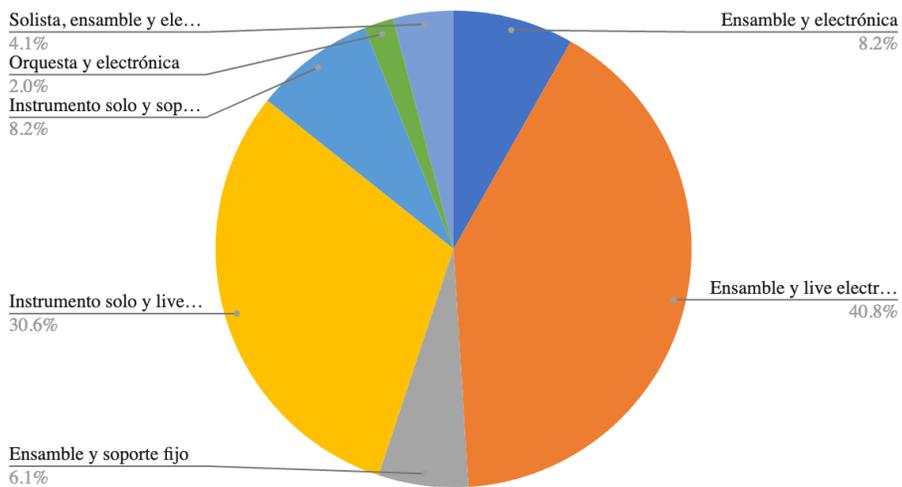


Tabla cruzada Dotacion vs Indicaciones de ajustes generales de los procesos				
% dentro de Indica_ajus		Indicaciones de ajustes generales de los procesos		
de ajustes generales de los procesos				
		Indica_ajus Indicaciones de ajustes generales de los procesos		
		0 No	1 Sí	Total
Dotacion Dotacion	Ensamble electrónica y	16.20%	6.10%	11.40%
	Ensamble y live electronics	24.30%	45.50%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	10.80%		5.70%
	Instrumento solo y live electronics	21.60%	45.50%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	8.10%	3.00%	5.70%
	Orquesta electrónica y	8.10%		4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	10.80%		5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Ajustes generales de los procesos por dotación

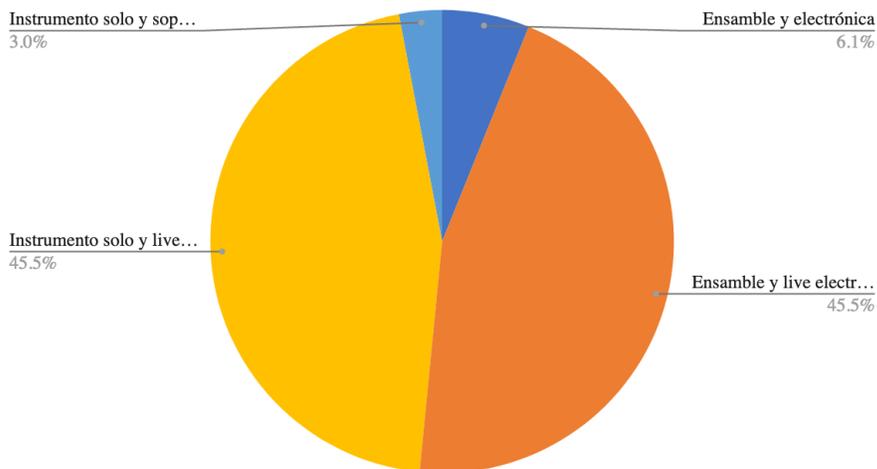


Tabla cruzada Dotacion Dotacion*Indica_comport Indicaciones de comportamiento de los procesos

Dotacion	Dotacion	Indica_comport		Total
		Indicaciones de comportamiento de los procesos		
		0 No	1 Sí	
Ensamble electrónica y		14.00%	5.00%	11.40%
Ensamble y live electronics		30.00%	45.00%	34.30%
Ensamble y soporte fijo		8.00%		5.70%
Instrumento solo y live electronics		28.00%	45.00%	32.90%
Instrumento solo y soporte fijo		6.00%	5.00%	5.70%
Orquesta electrónica y		6.00%		4.30%
Solista, ensamble y electrónica		8.00%		5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Indicaciones de comportamiento de los procesos por Dotación

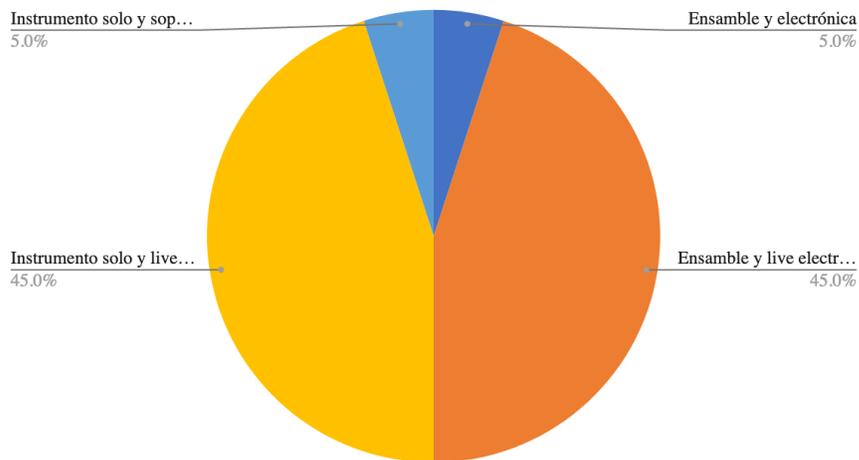


Tabla cruzada Dotacion vs Indicaciones de entrada de los procesos					
% dentro de Indicaciones de entrada de los procesos		Indica_ent_proce		Total	
		0 No	1 Sí		
Dotacion	Dotacion	Ensamble electrónica y	23.80%	6.10%	11.40%
		Ensamble y live electronics	14.30%	42.90%	34.30%
		Ensamble y soporte fijo	19.00%		5.70%
		Instrumento solo y live electronics	14.30%	40.80%	32.90%
		Instrumento solo y soporte fijo	14.30%	2.00%	5.70%
		Orquesta electrónica y	4.80%	4.10%	4.30%
		Solista, ensamble y electrónica	9.50%	4.10%	5.70%
Total			100.00%	100.00%	100.00%

Indicaciones de entrada de los procesos por otacin

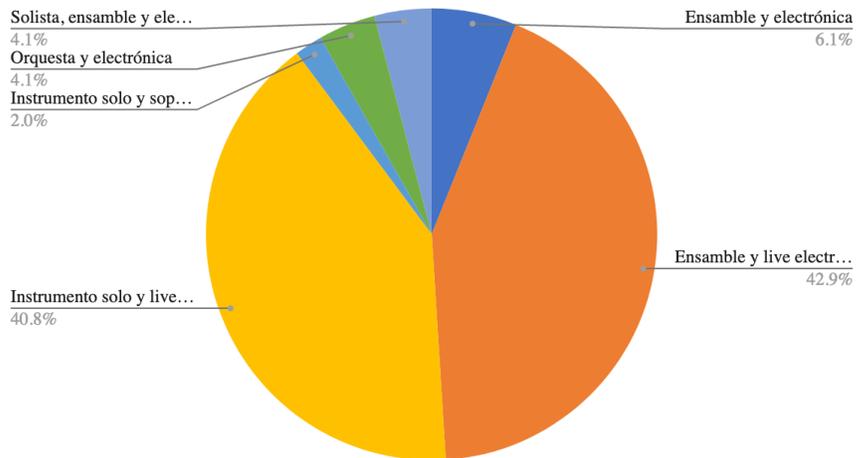


Tabla cruzada Dotacion Dotacion*Indica_ent_sec Indicaciones de entrada de las secuencias

% dentro de Indica_ent_sec Indicaciones de entrada de las secuencias		Indica_ent_sec Indicaciones de entrada de las secuencias		Total
		0 No	1 Sí	
Dotacion Dotacion	Ensamble electrónica y	12.00%	10.00%	11.40%
	Ensamble y live electronics	40.00%	20.00%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	2.00%	15.00%	5.70%
	Instrumento solo y live electronics	34.00%	30.00%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	2.00%	15.00%	5.70%
	Orquesta electrónica y	6.00%		4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	4.00%	10.00%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Indicaciones de entrada de las secuencias por Dotación

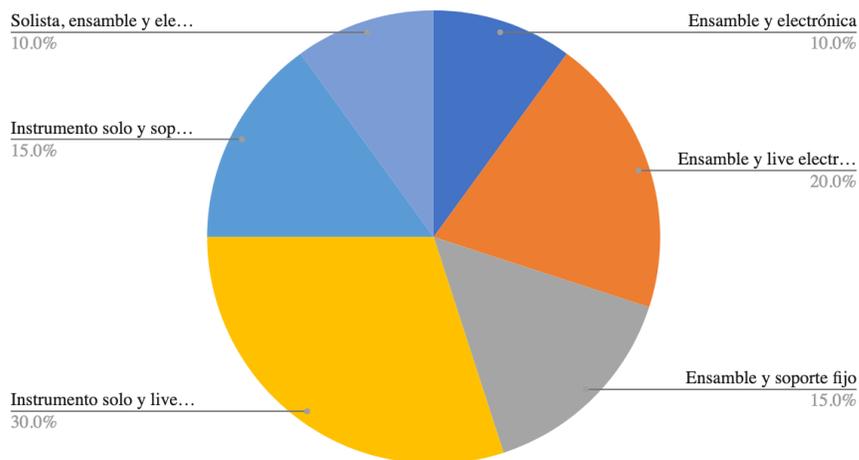


Tabla cruzada Dotacion Dotacion*Archivos_audio Archivos de audio (soporte fijo, samples, etc.)

% dentro de Archivos_audio Archivos de audio (soporte fijo, samples, etc.)		Archivos_audio Archivos de audio (soporte fijo, samples, etc.)		Total
		0 No	1 Sí	
Dotacion Dotacion	Ensamble electrónica y	10.00%	13.30%	11.40%
	Ensamble y live electronics	42.50%	23.30%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo		13.30%	5.70%
	Instrumento solo y live electronics	40.00%	23.30%	32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo		13.30%	5.70%
	Orquesta electrónica y	5.00%	3.30%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	2.50%	10.00%	5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Archivos de audio (soporte fijo, samples, etc.) por Dotación

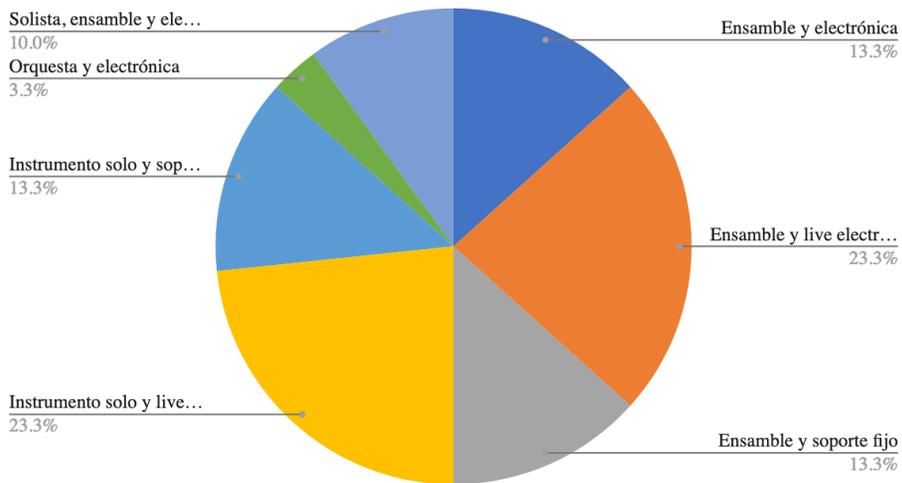
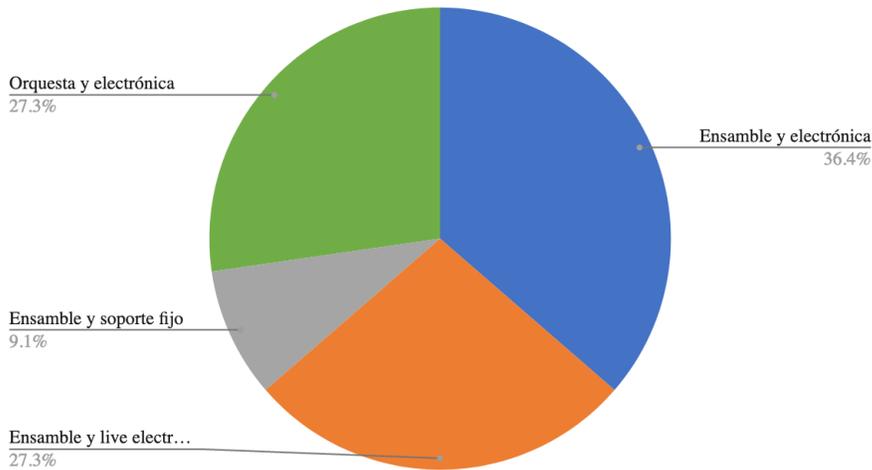


Tabla cruzada Dotacion Dotacion*Inst_elec Instrumentos electrónicos				
% dentro de Inst_elec Instrumentos electrónicos		Inst_elec electrónicos		
		0 No	1 Sí	Total
Dotacion Dotacion	Ensamble y electrónica	6.80%	36.40%	11.40%
	Ensamble y live electronics	35.60%	27.30%	34.30%
	Ensamble y soporte fijo	5.10%	9.10%	5.70%
	Instrumento solo y live electronics	39.00%		32.90%
	Instrumento solo y soporte fijo	6.80%		5.70%
	Orquesta y electrónica		27.30%	4.30%
	Solista, ensamble y electrónica	6.80%		5.70%
Total		100.00%	100.00%	100.00%

Instrumentos electrónicos por Dotación



Apéndice 3. Obra musical

Analepsis

para violín y live electronics

Presentación general

Analepsis –palabra sinónima de retrospectión, equivalente a la voz inglesa *flashback*–, el título hace referencia a un recurso narrativo que funciona como una interrupción de un relato para referir a un evento ocurrido en el pasado, esta interrupción puede ser breve o prolongada, de acuerdo con las intenciones del narrador. La elección del título está relacionada con la obra en dos sentidos. Primero, la composición emplea materiales de obras anteriores, además de materiales nuevos, esto establece una idea de retrospectión, de regreso a material musical preexistente. Segundo, el recurso de analepsis (*flashback*) se emplea discursivamente en la obra: en distintos momentos de la pieza el discurso musical se ve interrumpido por la irrupción de materiales musicales que fueron presentados previamente, tal irrupción funciona como visión retrospectiva, como recuerdo de material musical ya escuchado.

Especificaciones técnicas

1. Indicaciones generales

Analepsis es una obra compuesta para violín y *live electronics*. El sonido del violín debe ser captado por un micrófono tanto para ser amplificado como para ser procesado por un dispositivo electrónico. El sonido del instrumento –junto con el sonido procesado– debe enviarse a dos altavoces situados a izquierda y derecha del instrumentista y proyectado hacia el público mediante un sistema de espacialización estéreo. Asimismo, es recomendable que se cuente con un sistema de monitoreo para el violinista.

La amplificación, el procesamiento de señal y la espacialización constituyen el componente electrónico de la obra.

A continuación, puede observarse una vista general de la configuración del componente electrónico en relación con el instrumentista y el público:

La partitura de la obra presenta el pentagrama con la parte de violín, así como sistemas adicionales para cada uno de los procesos electrónicos. En estos sistemas

adicionales, se indican, con número consecutivos, las entradas (*cues*) de los procesos específicos, así como los parámetros principales de cada uno de ellos.

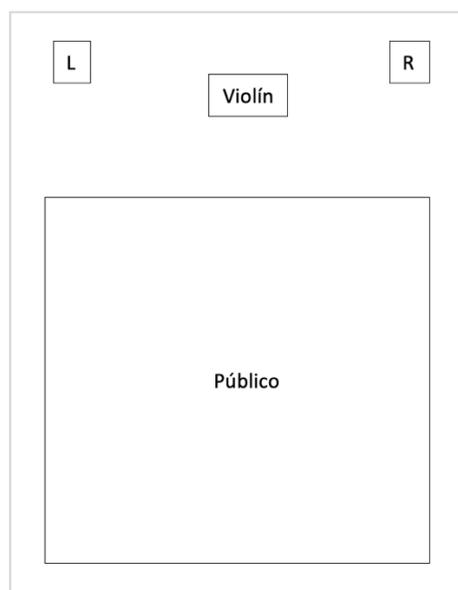
En este manual de especificaciones técnicas se establecen los procesos electrónicos empleados en la obra, así como sus diagramas de interconexión y envíos al sistema de espacialización estéreo.

2. Tecnología requerida

La obra está escrita sin referencia a ninguna tecnología específica –ya sea software o hardware–, para su realización electroacústica. Por el contrario, se describen los principios, los procesos y los medios para la implementación de la obra.

Amplificación

El sonido del violín es amplificado para crear un balance tímbrico y dinámico entre el sonido del instrumento y el sonido procesado. Se recomienda el uso de un micrófono de clip, de condensador, unidireccional para aislar de mejor manera el sonido del instrumento. Este micrófono servirá para captar el sonido “seco” del violín y enviarlo a los sistemas de procesamiento de señal y de espacialización. El sonido mezclado se proyecta hacia la audiencia por medio de dos altavoces colocados a la izquierda y derecha del intérprete y proyectarlo hacia la audiencia. Además de lo anterior, es recomendable que se tenga un sistema de monitoreo para el instrumentista.



Procesamiento de señal

El sonido del violín debe ser procesado en tiempo real ya sea empleando procesadores análogos o digitales (DSP). La pieza emplea procesos de señal estandarizados, tal como se describe más abajo. Los parámetros de control, así como el número de módulos de procesamiento necesarios se describen a continuación.

Armonizador

Se requieren dos módulos de armonizador –indicados como Harm. 1, Harm. 2, en la partitura–, cada uno con cuatro transpositores, es decir, cada armonizador puede gestionar cuatro alturas independientes.

Parámetros principales:

- Intervalo de transposición en midi cents. Cada transpositor efectúa una oscilación continua –de ida y vuelta– entre dos valores extremos fijos (valor inicial, valor final) donde los valores positivos indican una transposición hacia arriba y los valores negativos una transposición hacia abajo. Se indica en la partitura como “Oscillation”.

Los ajustes específicos para cada armonizador se indican a continuación:

Armonizador 1 –

Transpositor A. Valor inicial -25 cents, valor final -125 cents. Velocidad de oscilación: 20 ms.
Transpositor B. Valor inicial -100 cents, valor final -200 cents. Velocidad de oscilación: 10 ms.

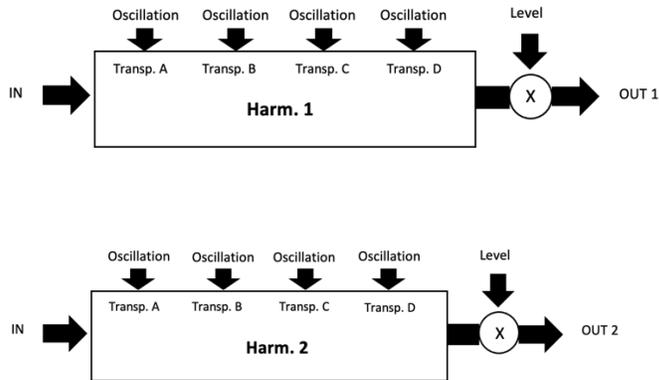
Transpositor C. Valor inicial 50 cents, valor final 250 cents. Velocidad de oscilación: 10 ms.
Transpositor D. Valor inicial 100 cents, valor final 350 cents. Velocidad de oscilación: 20 ms.

Armonizador 2 –

Transpositor A. Valor inicial -25 cents, valor final -150 cents. Velocidad de oscilación: 40 ms.
Transpositor B. Valor inicial -50 cents, valor final -350 cents. Velocidad de oscilación: 30 ms.
Transpositor C. Valor inicial 50 cents, valor final 100 cents. Velocidad de oscilación: 30 ms.
Transpositor D. Valor inicial 100 cents, valor final 150 cents. Velocidad de oscilación: 40 ms.
Paneado siempre a la derecha (R).

La velocidad de oscilación indica el intervalo de tiempo que transcurre entre dos valores consecutivos, por ejemplo: Con una velocidad de oscilación de 30 ms, entre el valor -25 cents y el valor -24 cents transcurrirán 30 ms; entre el valor -24 cents y el valor -23 cents transcurrirán 30 ms; entre el valor -23 cents y el valor -22 cents transcurrirán 30 ms y así sucesivamente.

Cada módulo de armonizador tiene una indicación de nivel de salida –señalada en la partitura como “Level”–, en el que 0dB representa el nivel máximo de salida. Cada armonizador es enviado a una salida individual.



Pitch shifter+Delay

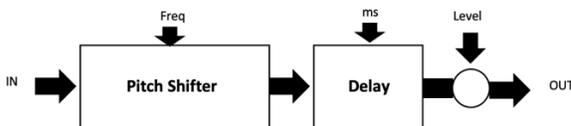
Este módulo toma la señal del instrumento y la envía a un *Pitch shifter* cuya salida es enviada, a su vez, a un módulo de *delay*.

Parámetros principales:

Frequency shift, indicado en la partitura como “Freq. Shift”. Las frecuencias positivas elevan la frecuencia, en tanto que las negativas la bajan.

Tiempo de retardo (*delay time*), indicado en la partitura como “Delay”, en milisegundos (ms). Si el *delay* es igual a 0, entonces el módulo actúa únicamente como *Frequency shifter*.

Módulos necesarios: 2



Este módulo puede emplearse también sin *delay*, en cuyo caso el *delay time* se establecerá a 0 ms.

Reverberación

Este módulo toma la señal del instrumento y la envía a una reverberación cuyos parámetros principales son los siguientes:

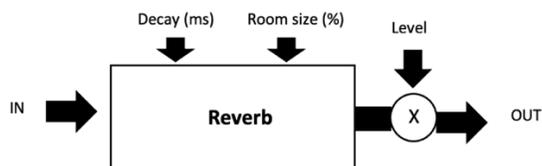
Tiempo de reverberación, indicado en la partitura como “Decay time”, en milisegundos (ms).

Tamaño del recinto, indicado en la partitura como “Room size” (en porcentaje de 0 a 100), este parámetro establece el tamaño del espacio simulado por la reverberación. Donde 0% corresponde a un recinto acústico pequeño (por ejemplo, un clóset) y 100% a un recinto grande (una catedral).

EQ: El módulo tiene un Low pass filter con una *cut off frequency* inicial de 3.3 Khz.

Para este módulo se recomienda que el nivel de difusión (*difussion*) sea lo más alto posible.

La reverberación se mantiene al centro de la imagen estéreo durante toda la pieza.

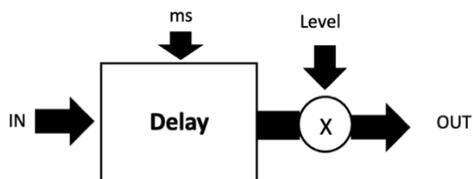


Delay

Este módulo toma la señal del instrumento y la envía a un *delay* (retraso) cuyos parámetros principales son los siguientes:

Tiempo de retardo, indicado en la partitura como “Delay time”, en milisegundos (ms). Cada módulo puede gestionar 2 delays independientes (L y R).

Módulos necesarios: 2



analepsis

para violín y electrónica

Cristian Hidalgo

INDICACIONES

	Presión normal
	Presión media (medio armónico)
	Presión ligera (armónico)
s.t.	<i>sul tasto</i>
ord.	<i>ordinario</i>
s.p.	<i>sul ponticello</i>
m.s.p.	<i>molto sul ponticello</i>
<i>Tonlos crine</i>	Movimiento longitudinal a la cuerda con la crin del arco, casi sin presión del arco (nunca atacando, siempre “appoggiato”)
<i>Tonlos legno</i>	Movimiento longitudinal a la cuerda con la crin del arco, casi sin presión del arco (nunca atacando, siempre “appoggiato”)
	Movimiento longitudinal a la cuerda de acuerdo a la gráfica (de <i>ponticello</i> a <i>tasto</i> , <i>tasto</i> a <i>ponticello</i> , etc.).
T 	Movimiento rápido longitudinal a la cuerda en el área específica (<i>tasto</i> , <i>ordinario</i> or <i>ponticello</i>),
O	“cepillando” la cuerda con la crin del arco.
P	

T O P

Movimiento rápido longitudinal a la cuerda en el área específica (*tasto, ordinario or ponticello*), "cepillando" la cuerda con la crin del arco.

T O P

Movimiento rápido longitudinal a la cuerda entre *tasto* y *ponticello*, "cepillando" la cuerda con la crin del arco.



Pasar gradualmente de un sonido o manera de tocar (etc.) a otro.

Todos los *glissandi* deben iniciar inmediatamente, al principio del valor de la nota.

Vln.

16

tonitos
crine

T
O
P

arco
s.p.

ord.

f

mf

fff *sub.*

pp

mp

espressivo
s.p.

II

m.s.p.

s.l.

7

8

Reverb.

Decay time: 1.5 s
Room size: 70%
Level: -3dB

Harm. 1

Transp. A - Oscillation: -25/-125 cents
Level: -3dB
Pan: L

Delay 1

Transp. A - Oscillation: -25/-150 cents
Level: -3dB
Pan: R

Player

ord.
Solo

Secuencia 2

**Pitch shift.
+ Delay 1**

1.20 Hz

780 Hz

315 Hz

1557 Hz

Frq. Shift: -100 Hz
Delay: 0 ms
Pan: C

rit. ----- a tempo -----> ord.

Vln. I

mf *pp*

5 s.p. *f*

Harm. 1

Oscillation: -100/-200 cents
Oscillation: 50/250 cents
Level: -3dB

Delay 1

Oscillation: -50/-350
Oscillation: 100/150 cents
Level: -3dB

**Pitch shift.
+ Delay 1**

mf *p* *mf* *p* *mf* *pp* *mf* *pp* *mf* *pp*

Vln. I

mf *p* *mf* *p* *mf* *pp* *mf* *pp* *mf* *pp*

gliss.

Delay 1

Delay time L - 125 ms
Level: -3dB
Delay time R - 300 ms
Level: -6dB

**Pitch shift.
+ Delay 1**

Solo

*El trino siempre un cuarto de tono hacia arriba a menos que se indiquen otras alturas.