

OSEDAX, ESCULTURA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA CON VIDA ARTIFICIAL

Matías Romero Costas, David Bedoian, Rosa Nolly, Emiliano Causa
Facultad de Bellas Artes - Universidad Nacional de la Plata

La propuesta de la obra

Osedax es una escultura inflable de gran tamaño (12 metros de largo por 3 metros de ancho y 2,5 metros de alto) que representa el esqueleto de un ser marino, el cual, mediante video-mapping, muestra criaturas artificiales que recorren su osamenta. El público puede interactuar con estas criaturas, ya que las mismas pueden captar formas claras y “subirse/adherirse” (trasladarse mediante la proyección) sobre estas formas. De esta manera, el público puede trasladar criaturas virtuales de una región a otra de la osamenta y generar intercambios entre criaturas provenientes de diferentes lugares, produciendo música en tiempo-real.

Figura 0

obra Osedax

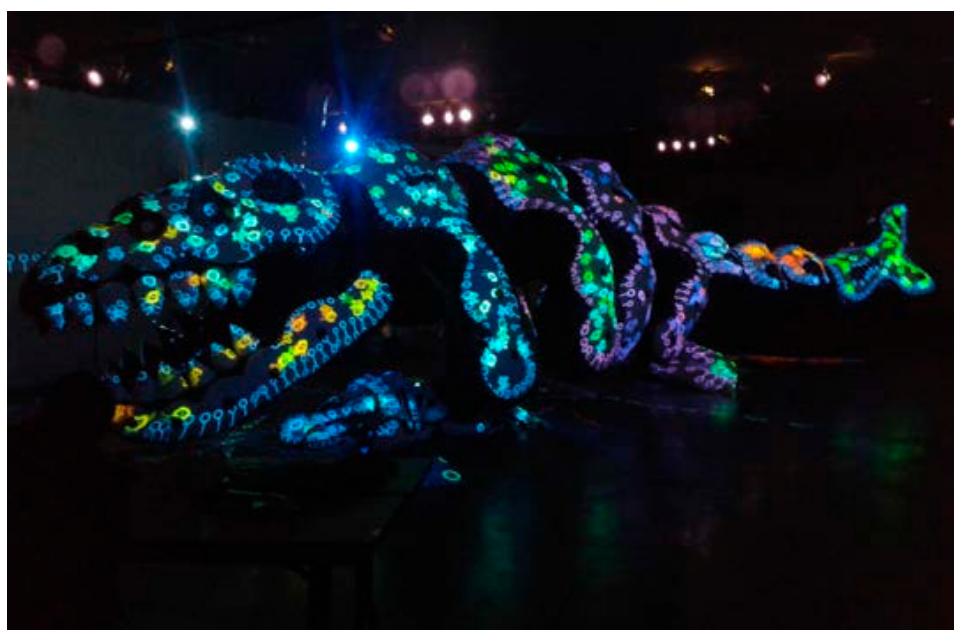


La idea nace a partir del conocimiento de los osedax, unos gusanos marinos que viven de devorar cadáveres de ballenas. Las ballenas al morir dejan sus cuerpos yaciendo en el fondo del lecho marino, muchas veces a profundidades cercanas a los 3000 metros. De estos cadáveres se produce todo un ecosistema en el que habitan estas criaturas, hasta que una vez que terminan con el alimento, arrojan sus esporas (su descendencia) que fluye por el lecho marino hasta encontrar un nuevo cadáver y reiniciar el ciclo.

La idea consiste en recrear la constante transmutación de la vida, que logra transmitirse de un ser a otro, mediante la metabolización y la simbiosis. En esta instalación se busca que el público ponga en funcionamiento el flujo de esta energía/información, generando una relación entre su cuerpo y la instalación, ya que la misma demanda una constante intervención para sostener su actividad. La obra también nos enfrenta a un

Figura 1

obra Osedax



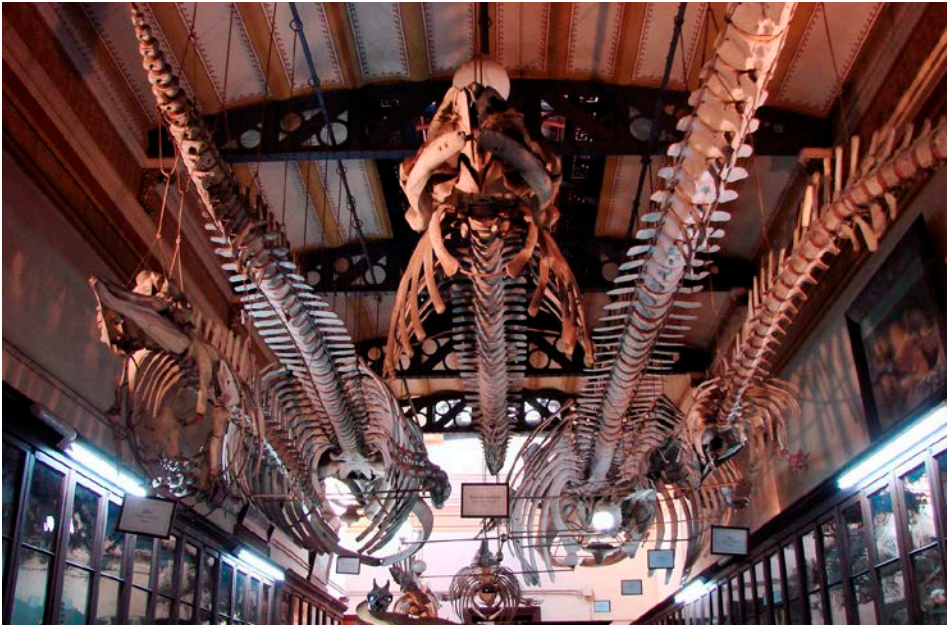


Figura 2

Esqueletos de ballenas en una sala del Museo de Ciencias Naturales de La Plata

ser gigante, que sin importar su tamaño, ha desaparecido, mostrando lo efímero de la existencia y a la vez lo milagroso de la vida, que se presenta como un fenómeno de auto-organización que contradice la constante entropía (tendencia al desorden) del universo. La escala cumple aquí la función de mostrar nuestra pequeñez frente a estos fenómenos. Osedax nos invita a pensar en la muerte como un paso más hacia la nueva vida, no como trascendencia de la identidad y el ego, sino como la transformación constante del misterio de la vida.

Una imagen que inspiró la forma de la escultura fue la de los esqueletos de ballena que se exponen en algunas salas del Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Emiliano eligió esta imagen en función del impacto que esos esqueletos le habían producido al visitar el museo en su niñez, debido justamente a la escala de estas osamentas.

Arquitectura de la puesta

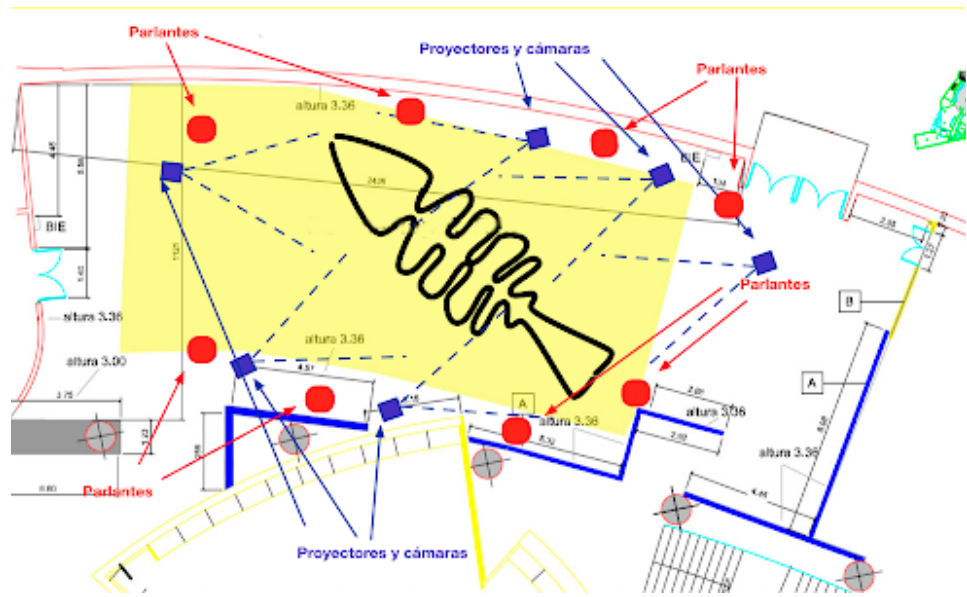
La puesta general de la obra se compone de:

1. una escultura inflable, con la forma de la osamenta;
2. un sistema de 6 proyectores de video que realizan el video-mapping de las visuales sobre la escultura;
3. un sistema de cámaras infrarrojas que sirven para capturar la presencia y movimiento del público en la escena;
4. y un sistema octofónico de sonido.

Todo esto, por supuesto, está orquestado por un sistema de computadoras (que en este caso son 6), que se encargan de captar el movimiento y presencia, generar las visuales (haciendo el mapeo de la escultura) y producir el sonido.

Figura 3

Planta del montaje de la obra

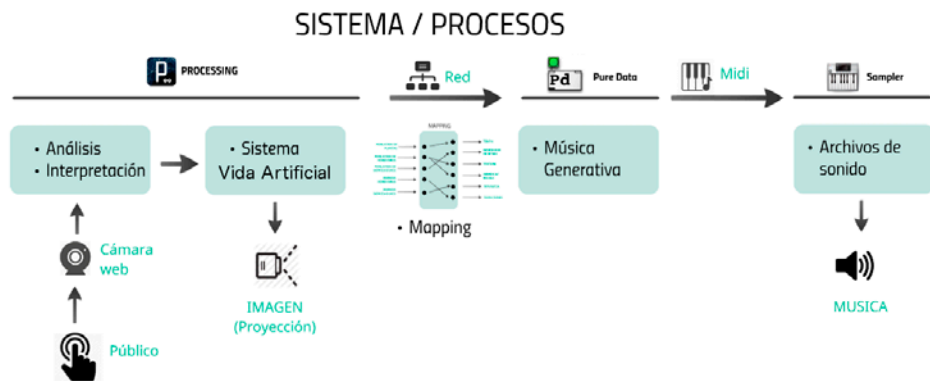


Debajo puede verse un plano de una planta de la instalación, en este caso planteada para una sala del Museo Marítimo Ría de Bilbao.

La que acabamos de describir podría considerarse la arquitectura del hardware de la instalación, pero también podemos hacer un recorrido de la arquitectura de software y procesos, en la que podríamos ver como fluye la información de un módulo a otro para la puesta en escena de los contenidos de la obra. Lo que abajo presentamos como el esquema de módulos.

Figura 4

Arquitectura de software. Esquema de los módulos



El esquema de arriba muestra los elementos y el flujo de datos que conforman estructura constructiva de Osedax, desde la acción del público hasta la representación del contenido (imagen y música).

Es importante señalar que el flujo del gráfico muestra la dirección de los datos a nivel informático pero que el proceso, es su conjunto, no es lineal (con un inicio y un final único) sino que se trata un circuito complejo de realimentación donde la intervención de la gente modifica y re-configura la obra, y a su vez la percepción e interpretación de estos cambios genera nuevas formas de interacción y participación.

A rasgos generales la obra está constituida por 3 módulos principales:

1. El módulo de captación, conformado por el sistema óptico de captura de movimiento y el análisis e interpretación de los datos captados.
2. El de simulación de vida artificial, proyectado sobre la escultura de la ballena.
3. El de música en tiempo real, dependiente de la evolución del ecosistema virtual y difundido a través de un sistema de reproducción de sonido multicanal.

A su vez intervienen 3 aplicaciones:

1. Una desarrollada en el lenguaje de programación Processing, encargada de la captación de presencia y movimiento del público y de la simulación de vida artificial.
2. Otra desarrollada en el lenguaje de programación Pure Data, que define y modifica los parámetros musicales.
3. Una configuración en el sampler Kontakt, que controla la ejecución y el procesamiento del sonido en tiempo real.

Para que se entienda el flujo: la aplicación realizada en Processing se encarga de recibir la imagen de la cámara infrarroja que ve la escena. El sistema que estamos describiendo se replica por seis, ya que son seis cámaras conectadas a seis computadoras que envían imágenes a igual número de proyectores, es decir que hay seis módulos compuestos por cámara->computadora->proyector. Entonces, volviendo a la descripción, la aplicación hecha en Processing analiza la imagen de la cámara y en función de esto determina las superficies por las que pueden transitar las criaturas virtuales, también se encarga de sostener la calibración del video-mapping para que las imágenes coincidan con la escultura (esta aplicación crea la imagen que va a los proyectores de video). Esta aplicación envía información (a través de un protocolo de red) de análisis de la situación a otra realizada en Pure Data, que se encarga de tomar decisiones musicales en función de lo que sucede con las criaturas virtuales. Por último, la aplicación en Pure Data envía (vía el protocolo MIDI) las alturas musicales para ser ejecutadas en una configuración de Kontakt. Este último envía sonido al sistema de audio octofónico.

Sistema de video-mapping

Osedax es una escultura con un video-mapping dinámico, en tiempo-real. En un video-mapping estático, las proyecciones de video se mapean (es decir, se configura para que las imágenes coincidan con los volúmenes) una vez durante el montaje de la obra e, idealmente, la escultura debería permanecer quieta, sin cambiar su posición. Si la escultura o el proyector

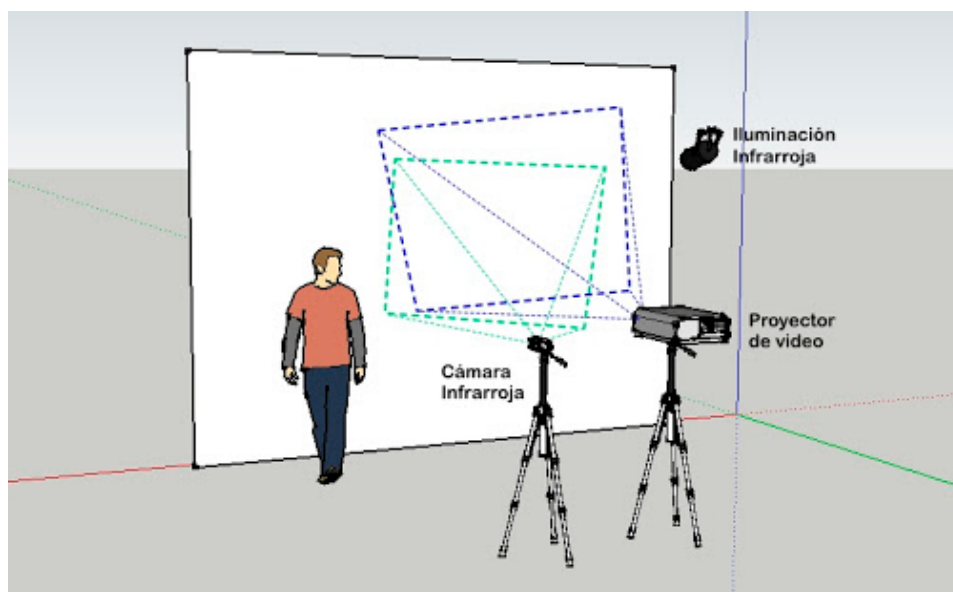
sufren algún movimiento, el mapeo deja de funcionar, la imagen se desfasa del volumen. Pero, en el caso de Osedax, la escultura sufre siempre movimientos, ya que al ser inflable, está suspendida, y el público se apoya y apoya objetos sobre esta. Por ende, es imposible intentar resolver Osedax con un video-mapping estático. Esto nos obligó a pensar una técnica de mapping dinámico, que fuera corrigiéndose, actualizando su configuración, en tiempo-real.

La forma en que se realiza es mediante dos “trucos”: el primero es que la cámara se calibra para que coincida con el proyector, el segundo es que el mapeo se realiza mediante una captación de formas claras y oscuras (mejor dicho, se discriminan formas claras respecto de un fondo oscuro).

Avancemos con el primer truco. En líneas generales, la mayoría de las técnicas de video-mapping consisten en deformar la imagen de video, realizando una deformación trapezoidal de la misma, hasta que la imagen coincida con los volúmenes sobre los que se proyecta (existen otras técnicas de video-mapping que apuntan a construir una réplica tridimensional del objeto y hacerlos coincidir en la proyección). Pero nosotros decidimos deformar la imagen de entrada (la imagen de la cámara) para que coincida con la de salida. La idea es que proyector y cámara deben tener el mismo punto de vista (el mismo es imposible porque físicamente siempre existe una pequeña distancia entre sus posiciones, pero llega a ser despreciable), esto se logra poniendo ambos juntos.

Figura 5

proyector y cámara sin calibrar



Por ejemplo, en la imagen de arriba, la cámara y el proyector están apuntado a la misma escena, pero sus encuadres no están calibrados, por lo que no hay una correspondencia exacta entre los píxeles de la cámara y los del proyector. Nosotros buscamos que haya una correspondencia entre los píxeles de entrada y de salida, ya que si es así, cualquier fenómeno que capturemos, al proyectar el resultado del fenómeno sobre este, el mapeo se produce automáticamente. Por ejemplo: si se

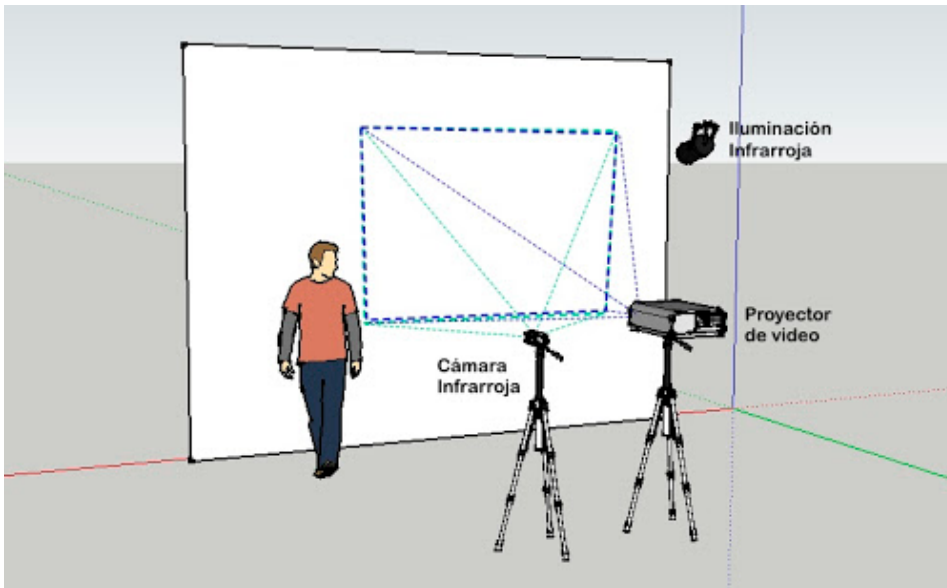


Figura 6

proyector y cámara calibrados

detecta que hay presencia del público en determinados píxeles de la cámara, y decido destacar de alguna forma los píxeles correspondientes de la proyección, entonces la proyección de esta imagen destacada se superpondrá con el público detectado. Debajo se muestra en la imagen la coincidencia entre los encuadres.

Si bien, esta calibración entre cámara y proyector se puede realizar físicamente, es decir moviendo los equipos durante el montaje, por varios factores (empezando por la diferencia de apertura entre los respectivos lentes) la mayoría de las veces es imposible hacer esto físicamente. La técnica, en realidad, consiste en hacer esta calibración por software, tomando en la cámara un encuadre mayor (que incluya al del proyector) y deformando trapezoidalmente la imagen de la cámara hasta que coincida con la de la proyección.

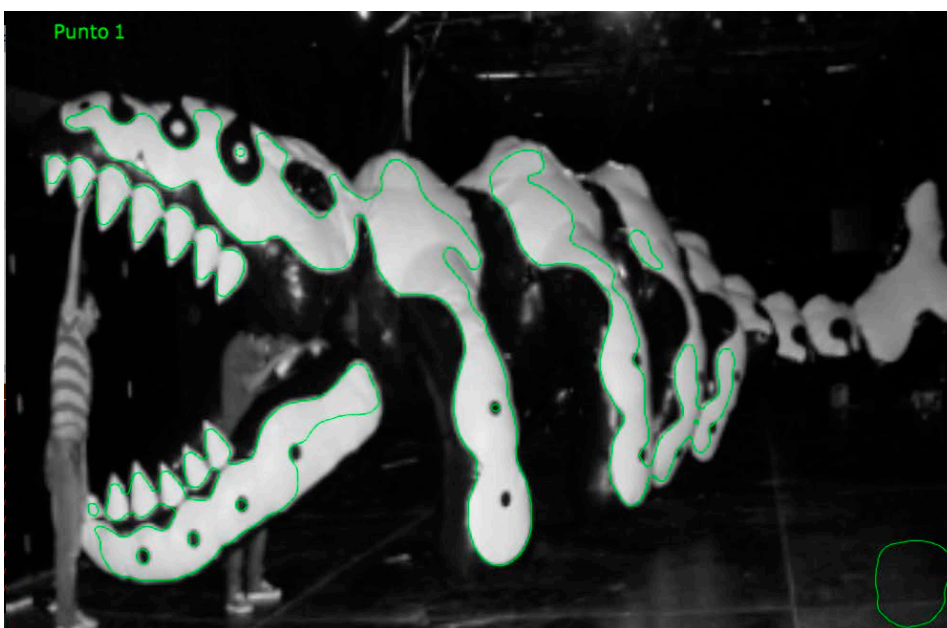
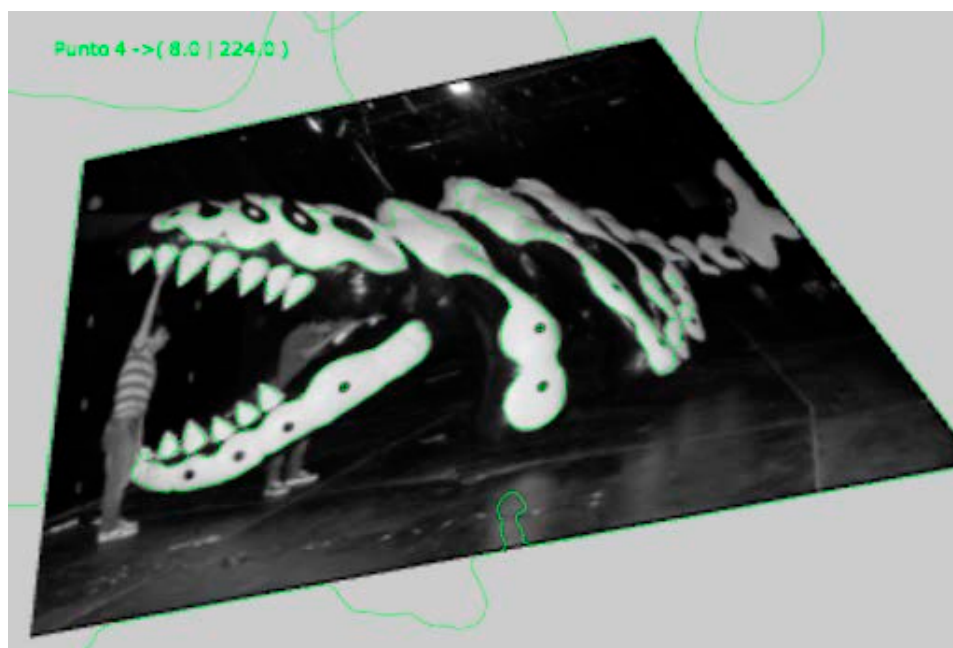


Figura 7

vista original de la cámara infrarroja (las líneas verdes corresponden a procesos aplicados posteriormente)

Figura 8

Imagen de la cámara transformada trapezoidalmente



Una vez resuelto este tema, y teniendo una correspondencia entre los encuadres de la cámara y el proyector, pasamos al segundo truco: captar formas claras respecto de un fondo oscuro.

Captación de presencia y formas

La captación de presencia y formas se realiza utilizando cámaras infrarrojas que están filtradas en el rango visible de la luz. Muchas cámaras de video (nosotros usamos las cámaras de la Play Station 3 de Sony, la PS3 Eye) tienen un sensor que es capaz de captar el rango visible de la luz (del rojo al violeta) y también el rango infrarrojo; generalmente estas cámaras traen un filtro para que al sensor no le llegue luz infrarroja y que de esta forma sólo responda al rango visible de la luz. Nosotros intervenimos estas cámaras, quitándole dicho filtro y lo reemplazamos por otro que no deja pasar el rango visible de la luz, de esta forma la cámara queda netamente infrarroja, no puede ver por encima de las frecuencias del rojo. A su vez, usamos lámparas para iluminar la escena que emiten luz infrarroja, en las mismas frecuencias que ve la cámara, esto se hace usando los mismos filtros (en nuestro caso son acetatos de color rojo sangre y azul ultramar superpuestos). ¿Cuál es el sentido de todo esto? El problema es el siguiente: el sistema de captación de presencia y movimiento es un sistema óptico, es decir que funciona a partir de la interpretación visual de la escena, por otra parte la instalación es un video-mapping, por lo que su forma de representación es fuertemente visual, entonces tenemos en la misma escena un sistema que interpreta el comportamiento visual de la escena y por otra parte algo que genera un comportamiento visual, lo que significa que podemos tener problema de retroalimentación. El sistema de captura puede terminar interpretando los movimientos visuales generados por el video-mapping como movimientos del público, y eso no es lo que queremos. Entonces frente a esta situación es necesario separar los rangos de la luz, haciendo que el sistema de captación no pueda ver las proyecciones de video.

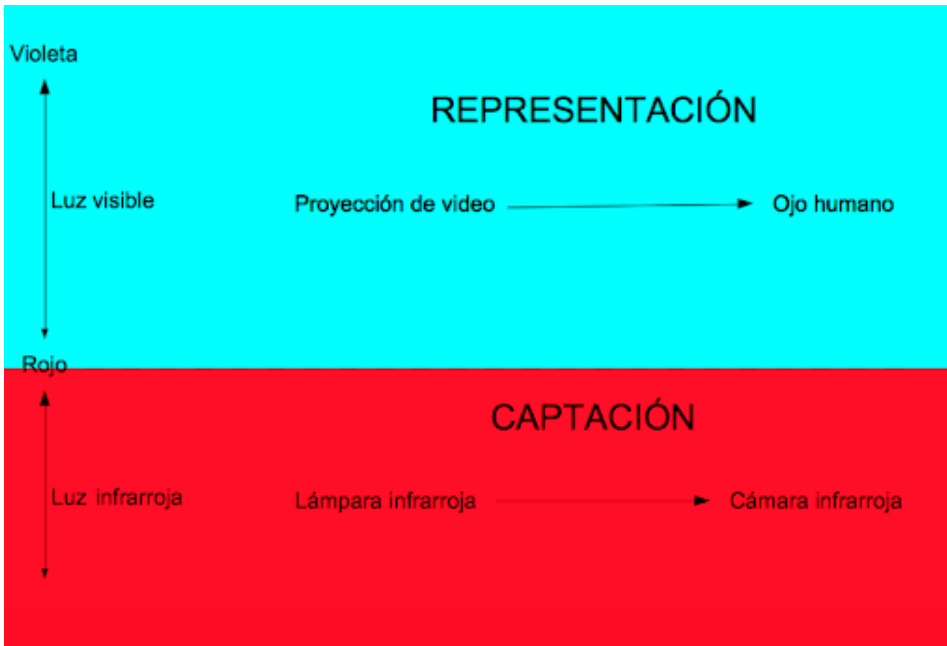


Figura 9

Separación del rango de la luz entre captación y representación

Tal como se puede ver en el gráfico de arriba, el rango visible de la luz se deja para el video-mapping, ya que los proyectores (idealmente) no emiten luz infrarroja, a la vez que este rango es el que ve el ojo del público. Por el otro lado, las cámaras son intervenidas para que sólo vean el rango infrarrojo, y por ende no pueden ver las proyecciones de video, ven la escena como si solo estuviera iluminada por una luz blanca, pero para que la cámara pueda ver es necesario iluminar la escena con luces también infrarrojas. Al ser las luces infrarrojas, no interfieren las proyecciones de video y no interfieren con la iluminación de la escena para el ojo humano. Es decir, la escena parece a oscuras y sólo se ven las proyecciones, visto

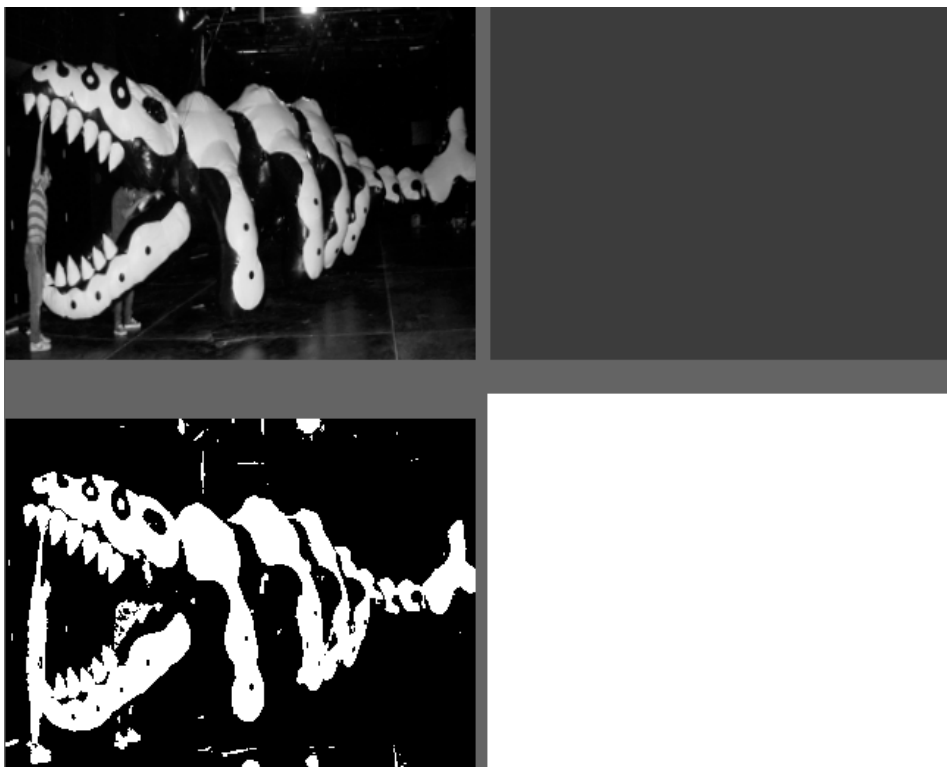


Figura 10

Separación del rango de la luz entre captación y representación

desde un ojo humano, y desde la cámara la escena parece iluminada y sin proyecciones. En los gráficos de abajo puede verse la imagen que capta la cámara (en el cuadro de arriba a la izquierda), nótese que la imagen es en grises ya que en infrarrojos no se captan los colores.

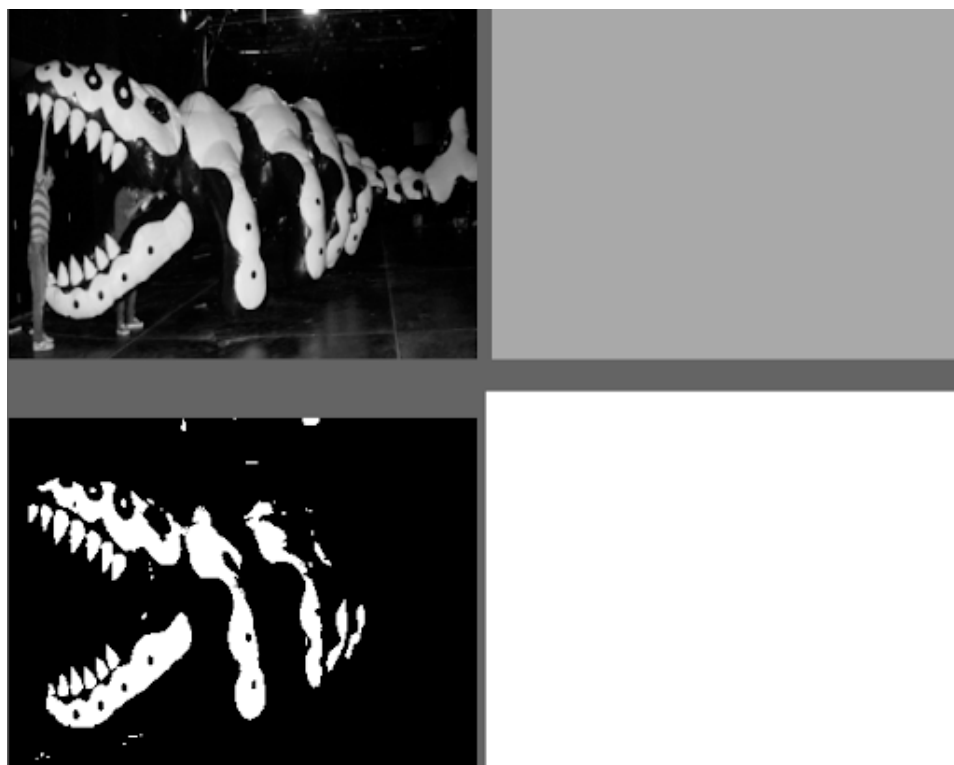
Ahora viene el segundo paso: cómo discriminar formas claras de oscuras. La técnica para hacerlo es haciendo una captura por umbral de brillo, la idea es que recorre la imagen de la cámara, pixel por pixel, y aquellos píxeles cuyos valor de brillo supera un umbral se los colorea de blanco y aquellos que no, de color negro, construyendo una imagen bitonal (sólo blanco o negro) que muestra de forma diferenciada formas claras de oscuras.

En la imagen de arriba puede verse una captura por umbral de brillo, en el cuadro de arriba a la izquierda se encuentra la imagen de entrada (la imagen de la cámara infrarroja), a su lado, a la derecha, puede verse el valor de gris que es usado como umbral y abajo a la izquierda el resultado de la operación.

Uno de los problemas de la captura por umbral de brillo con este tipo de escena, en la que tenemos un gran volumen (la escultura) y que presenta cierta complejidad a la hora de iluminarla, es que los valores claros y oscuros no son homogéneos. Es decir, lo que son valores de zonas claras en una región, pueden ser de zonas oscuras en otras. Por ejemplo, la zona de los dientes del esqueleto (a la izquierda de la escena) están muy iluminados y la zona de la cola (a la derecha) sub-iluminada. Cuando se establece un valor de umbral bajo, como para que los grises de la cola lo superen sucede que entran en la captación muchas cosas que son ruido, como puede verse en la imagen de arriba que es un caso de captura con valor de umbral bajo. En esta se puede ver cómo ingresaron en la captación algunos reflejos, personas y otras cosas de la escena que no nos interesan.

Figura 11

Captura por Umbral de Brillo
con valor de umbral alto



Si subimos el valor de umbral para que estos elementos salgan de la captación llegamos a la situación que se ve en la imagen de arriba (Captura por Umbral de Brillo con valor de umbral alto), en la que hemos logrado quitar de la escena los elementos “ruido”, pero en la operación ha quedado fuera de la captura gran parte de la escultura.

Este problema fue un gran desafío técnico en la producción de la obra y la forma que encontramos para resolverlo fue un importante hallazgo que nos permitió resolver muchos trabajos posteriores. Para hacerlo implementamos lo que llamamos “umbral selectivo”, lo que consiste en generar no un valor de umbral, sino todo un “cuadro de umbral”. De esta forma los píxeles de la cámara en vez de compararse con un único valor de umbral se comparan cada una con su correspondiente valor de umbral de “cuadro de umbral”. En la imagen de abajo puede verse en el cuadro de arriba a la derecha el cuadro de umbral que muestra diferentes niveles de grises para atender a las diferentes situaciones que la iluminación presenta. Así, en la zona de la cola los valores de grises son más bajos porque la iluminación es más pobre, mientras que en la zona de los dientes hay zonas aclaradas para quitar a las personas, o arriba hay zonas muy aclaradas para quitar las luces.

Cabe aclarar que en situaciones extremas, llevando el umbral al blanco, este sistema funciona como un enmascaramiento que permite directamente quitar regiones de la captación, lo que en algunas situaciones es muy útil y necesario.

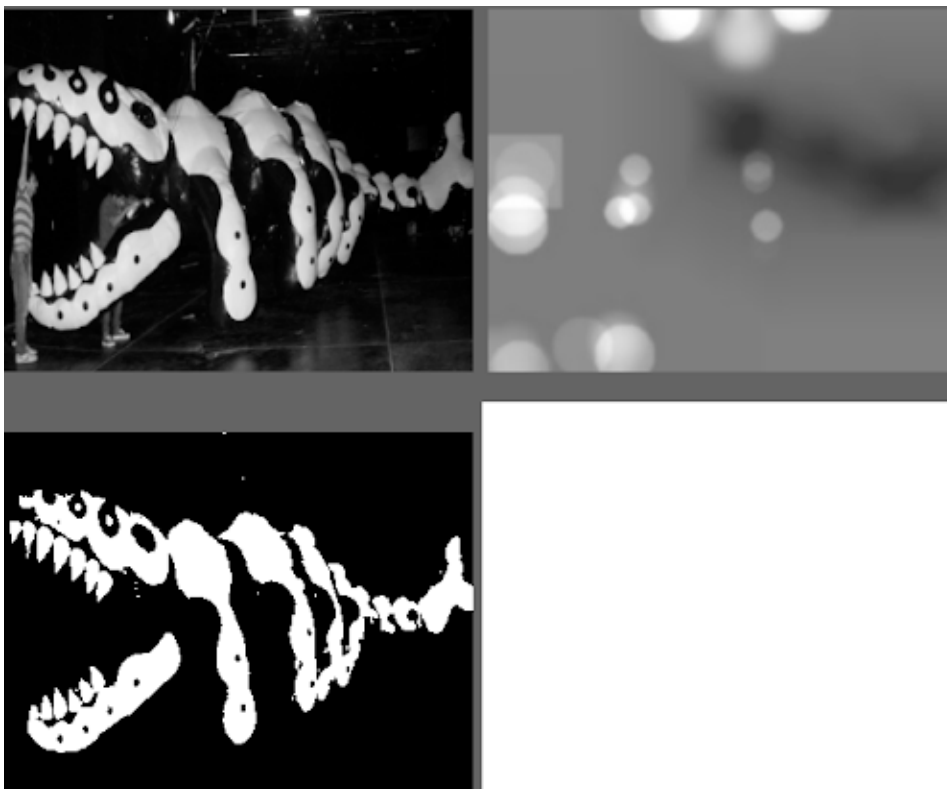


Figura 12

Captura por Umbral de Brillo con valor de umbral alto

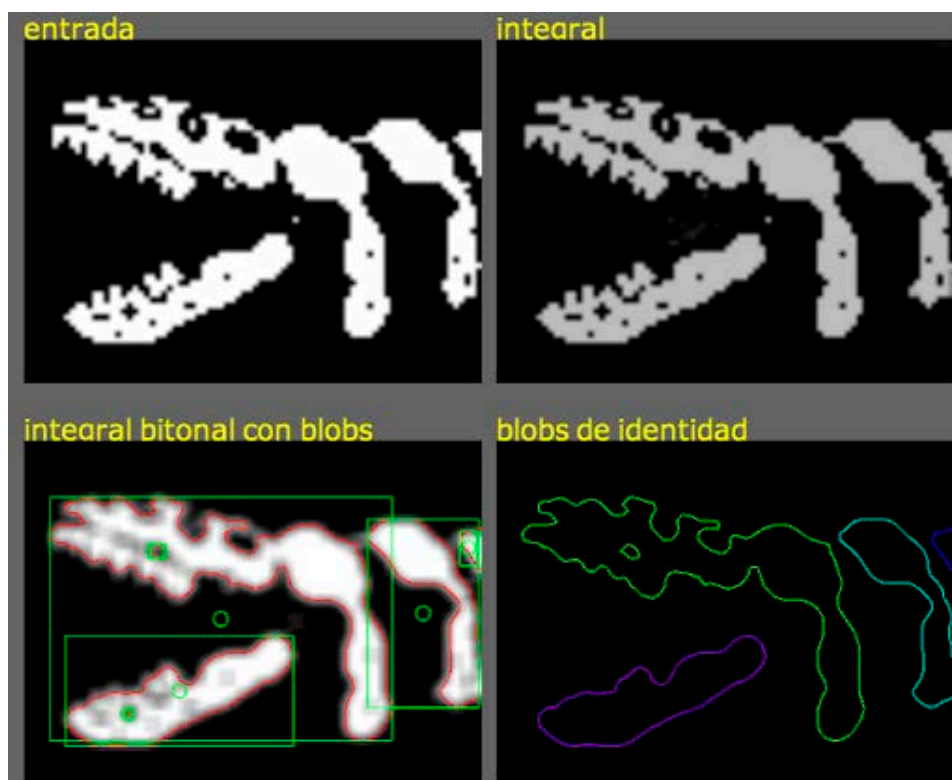
Generación del sistema de Vida Artificial

Una vez realizados la calibración entre cámara y proyector y el proceso de captación por umbral de brillo obtenemos las formas claras (que en términos técnicos se les llama “Blob”). En este punto sabemos dónde se encuentra la escultura, a la vez que tenemos una correspondencia entre las coordenadas que tenemos de estas formas y su proyección en el espacio, es decir están mapeadas. El paso siguiente es la generación del sistema de vida artificial.

El comportamiento de la obra consiste en generar pequeñas criaturas virtuales dentro de las zonas captadas del esqueleto, hacer que estas criaturas se desplacen dentro de los límites de este y que puedan trasladarse por sobre nuevas formas claras que aparezcan. Un aspecto importante es que debe establecer los límites de estas formas claras (los Blobs), esto se hace con un proceso de captación de contornos. En la imagen de arriba se puede ver el resultado de la captación de Blobs y sus contornos, donde el resultado final es el cuadro de abajo a la derecha

Figura 13

Detección de Blobs y sus contornos



donde puede verse los contornos con diferentes colores, según el Blob al que pertenezcan (el color representa identidad).

De esta forma las entidades de vida artificial se generan dentro de estos Blobs y a su vez guardan la identidad del Blob en el que nacieron como una forma de saber cuando se cruzan con entidades de otras regiones (extranjeras).

Una dificultad técnica que aparece en este punto es que cualquier forma clara que aparece en la escena podría ser interpretada como parte del esqueleto. Por ejemplo, alguien del público con una camisa blanca sería interpretado por el sistema de captura de presencia y formas como un hueso más del esque-

leto. Por eso decidimos hacer que el sistema pudiera reconocer las formas “permanentes” de las “transitorias”, las permanentes son las que está todo el tiempo en la escena (el esqueleto de la ballena), las transitorias son las que tienen una presencia efímera en el espacio (el público con ropas claras, por ejemplo). Para esto aplicamos una operación de “integración”, en el que la imagen se superpone por pequeñas capas de mucha transparencia y que solo logra tener consistencia después de mucho tiempo; un proceso similar al de usar un tiempo de exposición muy largo (minutos) en una cámara fotográfica, en la que sólo impacta en el film lo que permanece mucho tiempo, mientras que lo efímero no llega a estar el suficiente tiempo como para imprimirse.

Abajo podemos ver la imagen que recibe la cámara de la escena cuando la escultura no tiene público presente.



Figura 14

Image de la cámara de la escultura sola (sin público presente)

Ahora, en la siguiente imagen se ve la misma escena pero con público presente. En esta situación habría tres formas permanentes, las correspondientes a las formas claras de la escultura (en este caso las dos cos-



Figura 15

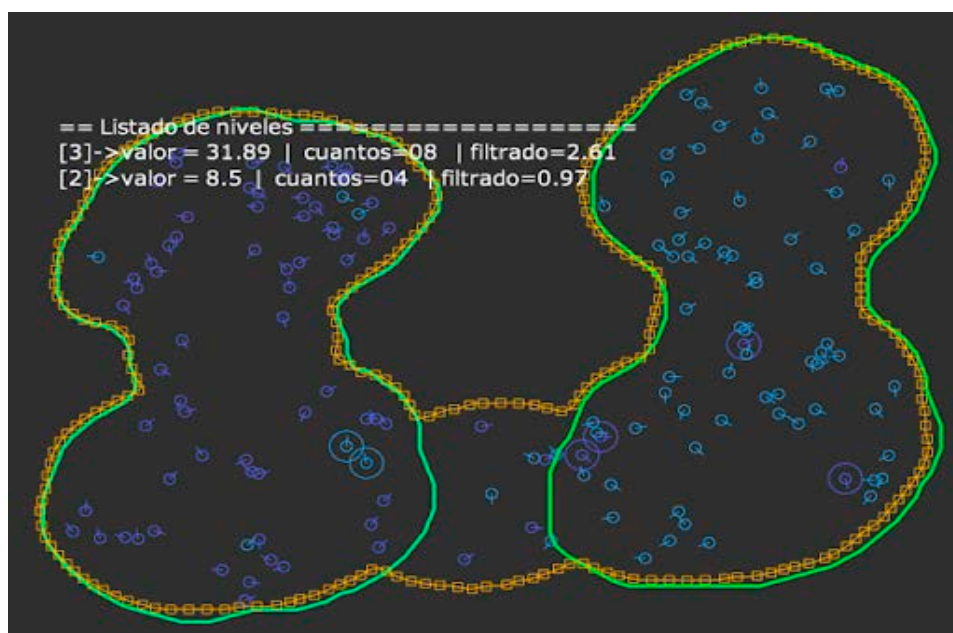
Imagen de la cámara de la escultura con presencia de público

tillas que están en primer plano en la imagen anterior, y la vértebra que se ve en la esquina superior izquierda). Por otra parte, la niña del público y el muñeco que incorpora a la escena son las formas transitorias.

En la imagen de abajo se puede ver la interpretación de una situación similar: hay dos formas permanentes (que están representadas con un contorno continuo de color verde) y estas formas se unen con un nuevo contorno (de trazo discontinuo con pequeños cuadrados) que surge como unión entre ambas y una forma transitoria. Los pequeños círculos representan agentes virtuales (criaturas) que transitan dicha región, y aquellos que están encerrados por un segundo círculo mayor, son los “extranjeros” (es decir, aquellos que nacieron en otra región y usaron el puente para transitar de uno a otra).

Figura 16

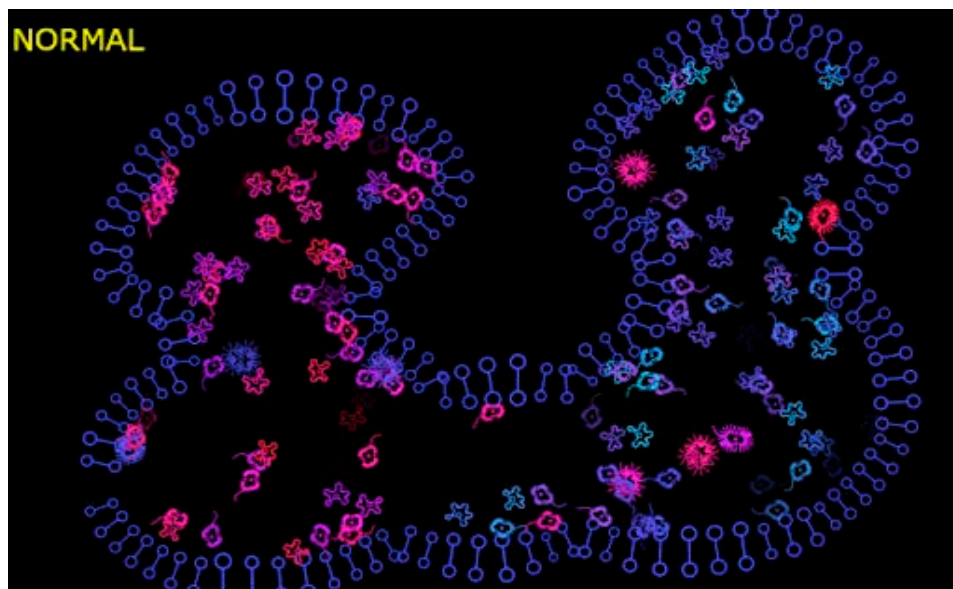
Análisis del sistema con dos formas permanentes y una transitoria de puente



La escena anterior se representa finalmente de la forma que puede observarse en la imagen de abajo, Es decir, toda la forma de la unión

Figura 17

Imagen de la representación del sistema de la situación anterior



entre Blobs permanentes y transitorios se encierra con un contorno trabajado de “eslabones” (hechos con dos círculos y una línea c/u) y en su interior los agentes virtuales representados como organismos unicelulares al estilo de amebas y paramecios.

A continuación podemos ver dos imágenes que nos muestran la escultura sin las proyecciones de video-mapping y la misma escena pero con las proyecciones de video-mapping, a partir de los procesos recién descritos.



Figura 18

Escultura montada sin las proyecciones de video-mapping



Figura 18

La misma situación de la imagen anterior pero con proyecciones de video-mapping

La construcción de la escultura

Obviamente un elemento central en la realización de la obra es la construcción de la escultura inflable. La decisión de utilizar esta tecnología respondió a una serie de necesidades. La primera, construir una escultura de gran tamaño (que terminó siendo de 12 x 3.5 x 2.5 mts aproximadamente) en función de producir el impacto que hemos referido anteriormente. Las esculturas inflables permiten construir estructuras de gran tamaño a un costo realmente muy bajo. La segunda cuestión, es la posibilidad de transportar (y almacenar) dicho volumen de forma muy sencilla, ya que toda la escultura entre en una valija grande (de las de 30 kilos), lo que permite llevarla fácilmente en avión en largos viajes. Este aspecto fue fundamental a la hora de llevar la obra a Bilbao (España), ya que el costo de transportar en avión un volumen de aproximadamente 50 m³ y 12 mts de largo sería impensado, en cambio al poder reducirlo a menos de medio m³, se transforma sólo en exceso de equipaje.

Otra cuestión importante es lo sencillo que es emplazar la escultura en una sala, ya que sólo hay que colgarla de resistentes hilos de tanza (el peso total no debe superar los 20 kilos), comparado con la complicaciones técnicas de emplazar estructura colgantes de varios kilos de peso. De esto se deduce que la estructura no implica, ni puede implicar, ningún peligro para el público, lo que también es un factor importante a tener en cuenta.

No estábamos interesados en que la forma de la estética respondiera a una propuesta realista, lejos de eso, preferimos seguir la estética de alguno de nuestros trabajos anteriores, en la que utilizamos formas circulares para generar otras más complejas mediante empalmes. Por otra parte, debido a la técnica de video-mapping, necesitábamos que la escultura tuviese grandes regiones blancas, una forma realista no provee tanta superficie blanca.

Figura 20

primeros diseños

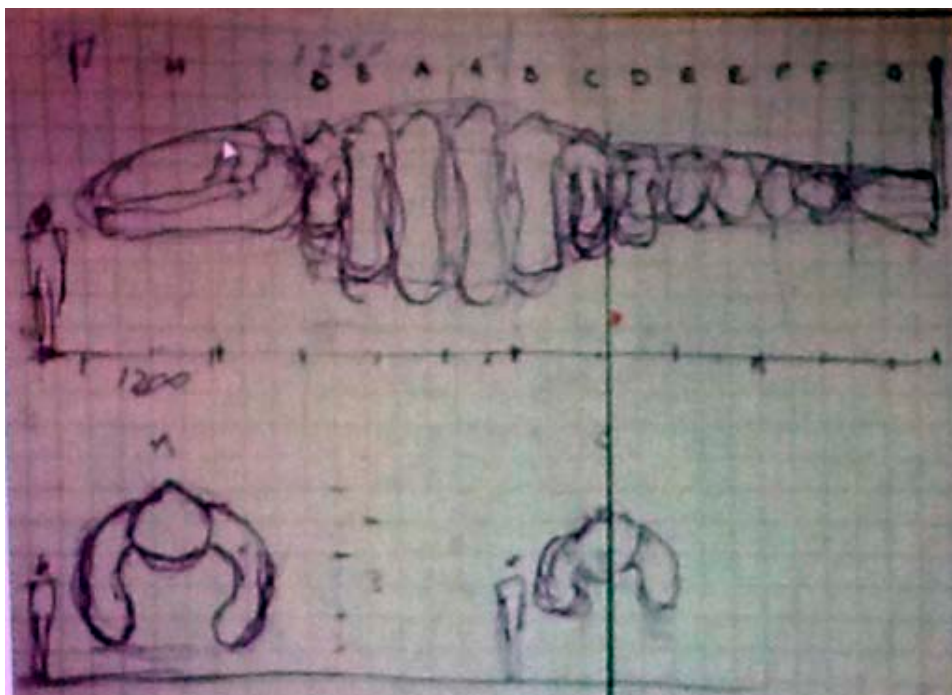




Figura 21

soldado de piezas de polietileno

La construcción de la escultura se hizo con polietileno industrial, de gran espesor y resistencia, y como técnica de costura se usó el soldado por calor.

Otra estrategia de la construcción fue pensar la resolución de la forma mediante módulos que se pudiesen repetir a diferentes escalas. De esta manera, por ejemplo, el molde de las costillas fue uno y se repitió cuatro veces, como puede verse en la siguiente imagen:

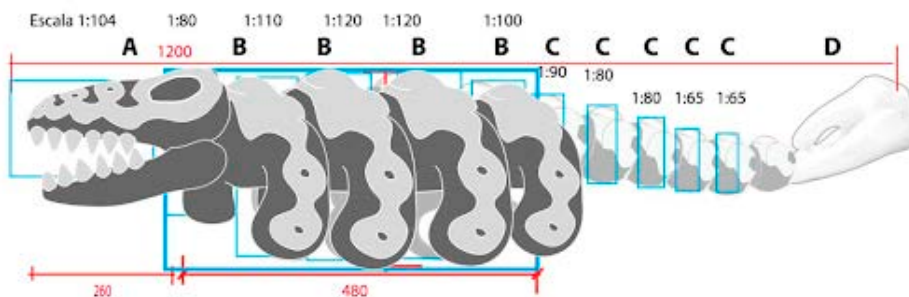


Figura 22

módulos de construcción

El diseño de los moldes se obtuvo mediante modelos a escala de los que se realizó el despiece en cortes (bidimensionales). En la imagen de abajo puede verse el prototipo del módulo de la costilla, en un tamaño aproximado a los 20 cm, y un modelo a escala (inflable) de aproximadamente un metro. En esta etapa del proceso tuvimos la fortuna de contar con el asesoramiento de Alejandro Mañanes, artista ampliamente dedicado a la construcción de esculturas inflables en Argentina.

Figura 23

prototipo y modelo a escala



Figura 24

primer modelo del cráneo



Música y diseño de sonido

Como se explicó anteriormente, la música se modifica en tiempo real en función de la evolución del sistema de vida artificial proyectado sobre la ballena. Esto planteó el problema inicial de establecer el criterio por el cual esta relación tendría lugar. En otras palabras, de qué manera la evolución de un comportamiento emergente (la que surge de la interre-

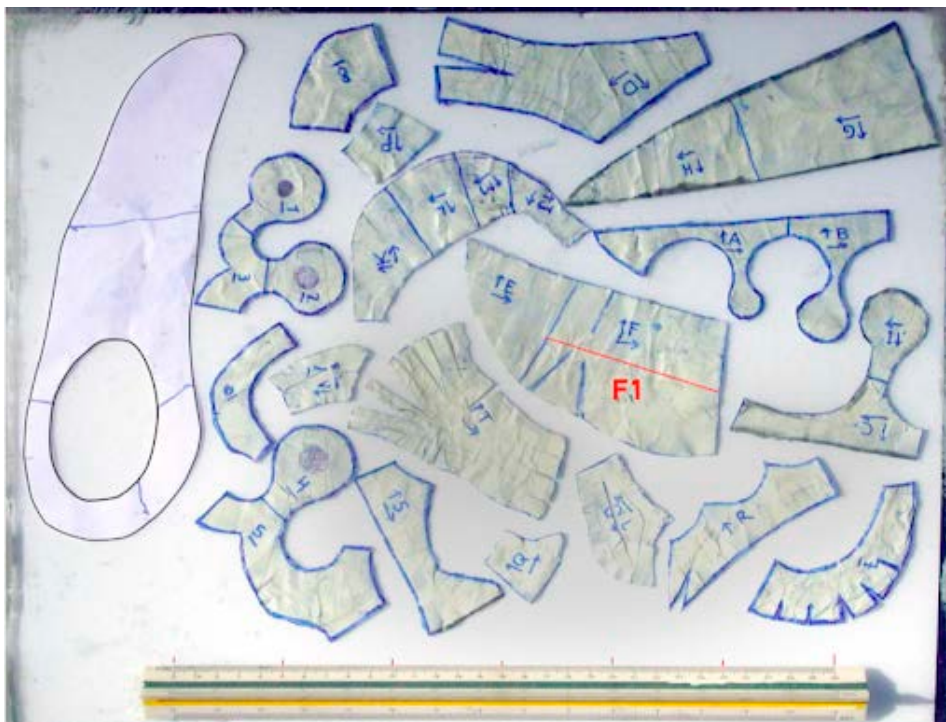


Figura 25

despiece del modelo del cráneo

lación entre cada uno de las criaturas virtuales del ecosistema) definiría la evolución de la música. Al igual que en trabajos anteriores, decidimos adoptar un criterio perceptual y establecer relaciones de tipo global entre las características más pregnantes de cada uno de los lenguajes. Para ponerlo en palabras simples, los cambios notablemente perceptibles en la imagen tienen su respuesta en cambios notables en la música. Las variables analizadas fueron:

1. La densidad de población, tanto global como de cada especie por separado.
2. Nivel de excitación de cada región.

Un aspecto fundamental a destacar es que, *estas variables fueron observadas no solamente desde su estado en cada instante, sino desde su evolución en el tiempo, centrándonos en la cantidad de cambio producido en la variación de las mismas*¹.

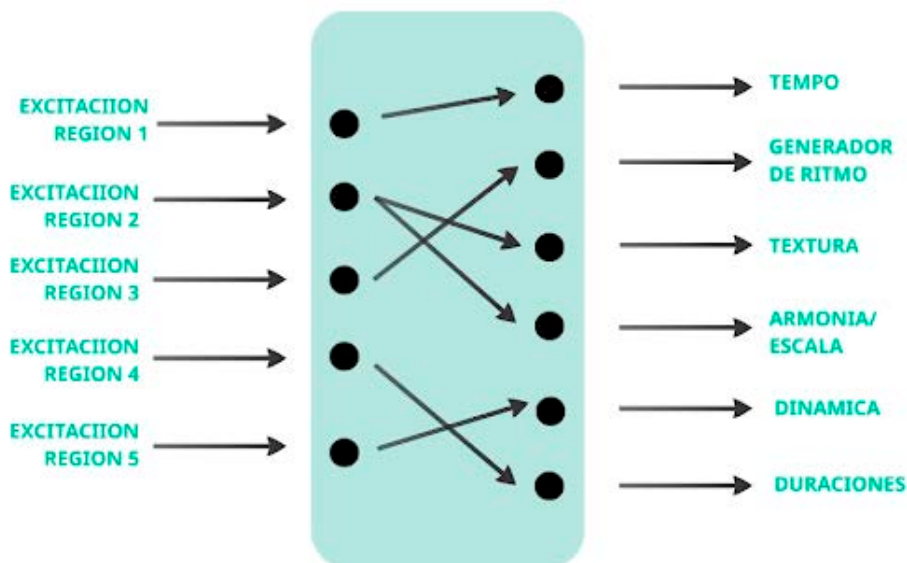
A nivel de diseño se establece un mapeo de datos, desde processing a pura data, en donde una matriz redirecciona los datos de entrada (por ejemplo los niveles de excitación de cada región) y determina qué parámetros musicales, y en qué medida, serán afectados. Así, por ejemplo, un mayor grado de excitación en una región puede definir una aceleración del ritmo, un crecimiento de la dinámica, un cambio de registro, etc.

De esta manera, existe una serie de “estados musicales”, cada uno de los cuales posee una serie de parámetros predefinidos que representan una analogía o complemento sonoro de la actividad visual, con el objetivo de mantener una coherencia sensorial global de la obra.

Esta decisión estratégica en el modo en que se relaciona la imagen y el sonido, propone una posición intermedia entre un control total de los

Figura 26

Matriz de mapeo de datos



parámetros por parte del público que interactúa y una mera expectación de un discurso totalmente definido a priori. La gente sabe que su interacción genera cambios en la obra que son claros y evidentes, pero al mismo tiempo estos cambios tienen una riqueza y complejidad que permiten múltiples lecturas del fenómeno.

Consideraciones estéticas

La música acusmática (o de soporte fijo multicanal), se nutre de herramientas para abordar expresivamente diversos aspectos del sonido, como por ejemplo el moldeado espectral en el devenir espacio-temporal del sonido. En la tradición de la música acústica interpretada, estos aspectos son estructurales, pero las características expresivas son diferentes. En un contexto de música interpretada o en una performance instrumental, tenemos una tendencia natural a asociar el sonido con un instrumento y con una acción interpretativa. En una situación acusmática la ambigüedad en varios aspectos de un sonido nos posibilitaría trazar otros tipos de asociaciones (por ejemplo un objeto construido por la superposición ordenada de varios objetos sonoros de espectros diferentes, siendo difundido por más de un parlante). Desde un enfoque hacia la hibridación y la expresividad tímbrica, la etapa de diseño de sonido se propuso asociar sonidos de naturalezas diferentes. Esta concepción condujo hacia el diseño de una amplia gama de sonoridades híbridas, partiendo desde bandas de ruido, sonidos instrumentales y sonidos sintetizados, generando objetos con asociaciones a situaciones simbólicas diversas, moldeando sus espectral-morfologías² en el espacio/tiempo y aglutinándolos en ensambles dinámicos creando un entorno de fondo de mar subjetivo.

La obra Osedax propone una circulación en el fondo del mar, interactuando con seres microscópicos aumentados que viajan sobre un esqueleto de ballena, generando cambios en dicho ecosistema. De la conciencia en la interacción, dependerá un devenir en calma o en saturación (contaminación). La obra se emplaza en un amplio recinto para ser recorrido por el público sin ningún orden o pauta de circulación espaciotemporal salvo

por un punto de entrada/salida.

El planteo sonoro fue concebido desde esta espacio-temporalidad laxa y no lineal, a partir de un paisaje sonoro híbrido analógico-digital, sumergido en este equilibrio de latente alteración. Este organismo fue compuesto a través de la orquestación y vinculación de numerosos objetos sonoros capaces de atravesar diferentes estadíos, hasta evocar el desequilibrio y la contaminación.

Dado este escenario, el diseño de sonido no sólo parte de ser cohesivo con los componentes visuales y las premisas del comportamiento del ecosistema, sino también potenciar la inmersividad y la subjetividad en esta experiencia de realidad aumentada.

Diseño de sonido

El planteo sonoro está desarrollado según las premisas que implican situaciones extremas entre la calma y la contaminación, es decir, 5 estadíos que puedan focalizarse por zonas según la interacción del público. Como la relación espacio-temporal del sonido es muy diferente a las proyecciones, se creó una paleta híbrida electroacústica compuesta de sonoridades muy contrastantes y complementarias que pudieran coexistir en una situación de máxima actividad. A su vez, Los planos que integran dicha masa sonora debían articularse desde un contrapunto pseudo-aleatorio.

En este marco, el diseño de sonido se desarrolló desde dos ejes en vinculación. El primero, a nivel estético, involucra aspectos sonoros puestos en relieve en pos de la identidad sonora de la obra en vinculación subjetiva con su concepto y con el imaginario visual. El otro, a nivel funcional, implica la articulación entre la acción del público y la respuesta sonora, desplegando una paleta de contenidos dinámicos a una lógica de posibilidades. Ambos ejes se retroalimentan en un entorno sonoro inmersivo materializado por una orquesta experimental de instrumentos virtuales híbridos. Estos son capaces de variar diversos parámetros en tiempo real, ensamblados en grupos de constante movimiento espectral.

Los aspectos estructurales en la concepción del planteo sonoro instrumental son principalmente el espectro y la envolvente dinámica, es decir su espectro-morfología, por sobre otros, como ser el campo de las alturas desde una perspectiva temperada. Esta característica estructural del sonido implicó varios puntos de complejidad a atender durante el desarrollo del diseño sonoro:

1. Identidad en el rango de su banda de frecuencias y dinámicas, enfocando en su espectro-morfología: de espectro homogéneo ó multi-tímbrico, y cómo cada evento se desenvuelve en el tiempo.
2. Esta concepción instrumental basada en la espectro-morfología y en muchos casos con afinaciones no temperadas o sin afinación, requirió una evaluación permanente al vincular el contenido sonoro con el software lógico de sonido, ya que, como se detalla en su apartado, la lógica administra direcciones de eventos cargados en un sampler, variando los parámetros: armonía (alturas organizadas en Pitch Class Sets), ritmo (ritmos y duraciones) y dinámica.

3. Complementariedad, riqueza tímbrica y balance en la superposición. Para tal fin se pautó una cantidad total de 16 instrumentos, agrupados de a 4, estableciendo 4 “Ensamblés” estéreo.
4. El entorno sonoro, a nivel funcional, debe propiciar la percepción de 5 estados diferenciables, entre la quietud o estabilidad (estado 1) y la contaminación (estado 5).

Plataforma de herramientas en etapas de sonido

1. Herramientas de procesamiento y edición sonora
 - Sonidos acústicos, generación por síntesis
2. Mapeo en Sampler (Kontakt)
 - Sampleo. Construcción multilayer (ver Mapping Editor)
3. Sampler (Kontakt)
 - Procesos y controles nativos para el tiempo real
 - (Convolución, delay, filtros, modificación de ADSR)
4. Patch Pure Data
 - Asignación de nº de nota y densidad temporal, volúmenes, control de ADSR

Diagrama de etapas

La orquesta se divide en 4 ensambles de 4 instrumentos, sonando todos simultáneamente, cada ensamble en un procesador.

Computadora 1 | PD > Kontakt Ensamble 1 > salida estéreo 1

Computadora 2 | PD > Kontakt Ensamble 2 > salida estéreo 2

Computadora 3 | PD > Kontakt Ensamble 3 > salida estéreo 3

Computadora 4 | PD > Kontakt Ensamble 4 > salida estéreo 4

Sonido/Música y espacio

El tamaño pautado para la sala debe dar lugar a una escultura central de 12 metros de largo, 3 de ancho y 2,5 de alto. En todos los puntos del espacio descrito, hay sonido proveniente de 8 parlantes a una altura aproximada de 2 metros. Estos corresponden a las salidas estéreo de 4 computadoras. En cada computadora corre un ensamble de 4 instrumentos estéreo difundido por un par de parlantes correspondientes. Estos parlantes circundan la osamenta, a una altura y distancia que permite al público alejarse/acercarse del centro y sea visto desde otros planos de distancia sin obstáculos físicos o visuales.

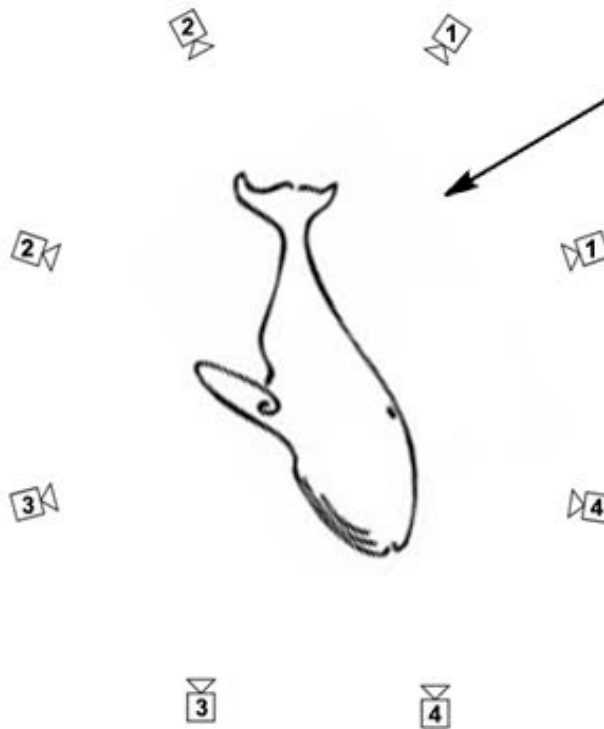


Figura 27

Vista central ballena rodeada de 4 pares de parlantes

Instrumentos, detalle de diseño individual

La orquesta integra instrumentos virtuales contrastantes, algunos de espectromorfología simple (ataque y resonancia) y en otros más compleja (donde los eventos cambian en espectro e intensidad respondiendo a otras abstracciones o superposiciones sonoras). En la masa sonora coexisten entonces instrumentos que han sido diseñados a base de modelos físicos, otros partiendo de sonidos concretos procesados (instrumentales y no instrumentales) y otros instrumentos de naturaleza digital, compuestos por diferentes tipos de tonos puros, bandas de ruido y errores de lectura audio.

Imagen 28: La espectro-morfología final de cada instrumento resulta luego de una etapa de procesos cargados dentro del mismo sampler y de envolventes de su ADSR variables en el tiempo.

En la captura puede observarse el esquema de algunas etapas del sam-

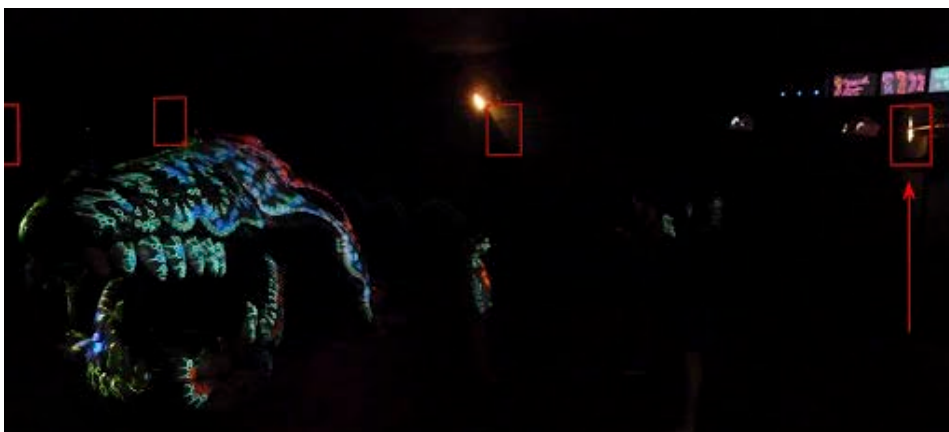


Figura 27

Detalle de un instrumento en sampler

Figura 29

Detalle de un instrumento en sampler



pler, que involucra el mapeo de samples superponiendo dos capas de sonido a lo largo de casi 4 octavas.

Se aplica una convolución en tiempo real. La sonoridad resultante varía ante cada evento de diferente velocity controlada desde PD.

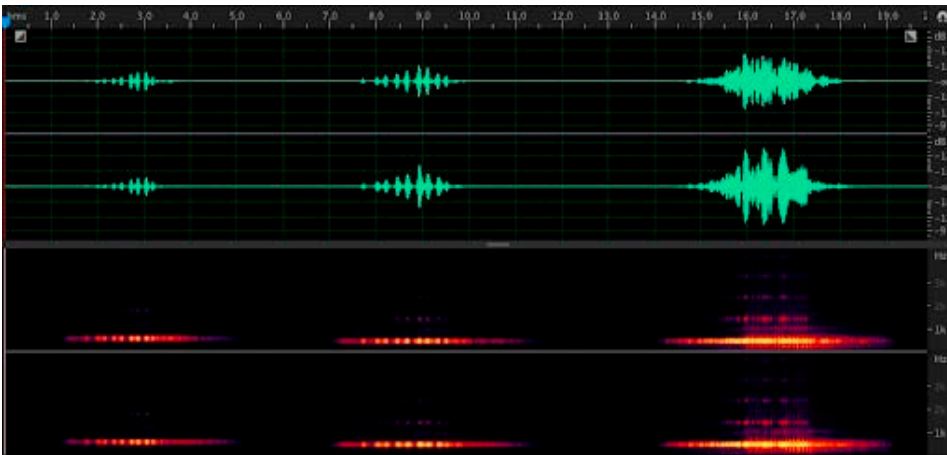


Figura 30

Captura del audio "osedax ensamble 2 estado 1 instrumento 1 campana 3 instancias.wav"

La envolvente ADSR es modificada en tiempo real controlada desde PD.

Ensamblés

En la siguiente captura se observan 4 momentos sonoros correspondientes a eventos separados (hasta el segundo 13), cada uno corresponde a un instrumento del ensamble 2.

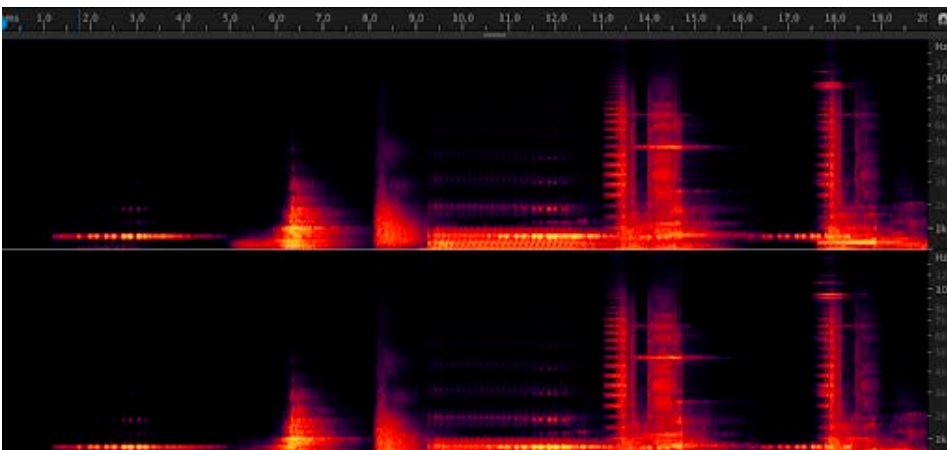


Figura 31

Captura del audio "osedax ensamble 2 estado 1 instrumentos separados.wav"

Se puede apreciar en el gráfico de frecuencia espectral las diferentes espectromorfologías de cada evento. A partir del segundo 13 se dan superposiciones por el cambio de estado (mayor actividad).

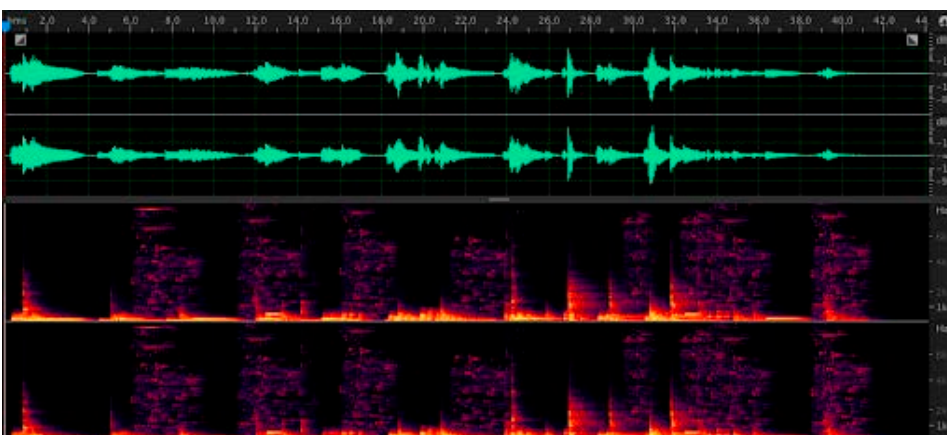


Figura 32

Imagen 32: Captura del audio "osedax ensamble 1 estado 2.wav"

Figura 29

Detalle del ensamble 2. Rack multi-instrumento en sampler



De estas ilustraciones a modo de ejemplo se pueden traducir dos recorres entre las numerosas combinaciones de envolventes y comportamientos espectralomorfológicos que han sido compuestas para posibilidades muy diversas en el devenir temporal de la obra.

Conclusión

En el presente texto, hemos querido dar cuenta del arduo proceso que implicó la realización de la obra. Para el colectivo Biopus, así como el equipo de personas que participó del mismo, Osedax significó un desafío debido a las problemáticas involucradas como resultado de la escala de la escultura: la cantidad de equipo necesario y su interconexión, la gran superficie a cubrir con procesos de captura óptica, la distribución espacial de las proyecciones de video y el sonido. Debido a la escala y complejidad, la obra constituye un sistema de muchas aplicaciones informáticas, procesos y equipos, interactuando para producir la ilusión de una integridad, la ilusión del esqueleto como un único todo perceptivo. Esa ilusión no fue fácil de construir y la gran cantidad de problemáticas abordadas en este texto dan cuenta de que el fenómeno es más parecido al monstruo de Frankenstein (construidos de pedazos dispersos luego unidos mediante la costura), que al de un único objeto/ algoritmo en sí. Por esto, el proceso fue una búsqueda constante por encontrar la correcta articulación armónica de los recursos multimediales que permitiera llegar a esa ilusión. Esperamos que esta bitácora de producción sirva y propicie que otros artistas aborden desafíos similares y superadores de esto que para nosotros fue una aventura.

Créditos de la obra:

Idea y Dirección General: BIOPUS (Emiliano Causa y Matías Romero Costas)

Programación de Software: Emiliano Causa y Matías Romero Costas

Diseño y dirección escenográfica: David Bedoian

Producción Escenográfica: Matías Jauregui Lorda, Juan Diego Fernández, Antonio Martínez Vigil

Diseño de Sonido: Rosa Nolly

Música: Matías Romero Costas y Rosa Nolly

Asistencia en Montaje: Proyecto 032 (Sebastián Nill y Lisandro Peralta)

Notas

1. Causa, Emiliano y Romero Costas, Matías, *Vinculación entre imagen y sonido en los sistemas interactivos y de vida artificial*. Online en: www.biopus.com.ar
2. La espectro-morfología es un concepto acuñado por el compositor Denis Smalley como una herramienta para describir y analizar la experiencia auditiva. Las dos partes del término aluden a la interacción entre el contenido espectral del sonido (espectro) y a las maneras en que éste cambia o es moldeado, adoptando una forma en el tiempo (morfología). Este enfoque está basado, en parte, en el Tratado de los Objetos Musicales de Pierre Schaeffer (1966). Ref. "*Spectromorphology: explaining sound-shapes*" Denis Smalley, Department of Music, City University, Northampton Square, London EC1V 0HB, UK. (1997)
3. ADSR: en inglés Attack, Decay, Sustain, Release. Es una envolvente de un parámetro, en este caso en particular aplica a la silueta dinámica del sonido, cómo cambia su intensidad en el tiempo.
4. Los audios pueden ser solicitados al email rosanolly@gmail.com ó descargarse en la dirección web https://drive.google.com/drive/folders/1TXeshzq_l-ttp14X7m65tqjo3LkjdU9g?ogsrc=32