

CUERNO ELECTROACÚSTICO

Restauración de patrimonio en la UPV/EHU

ADAR ELEKTROAKUSTIKOA

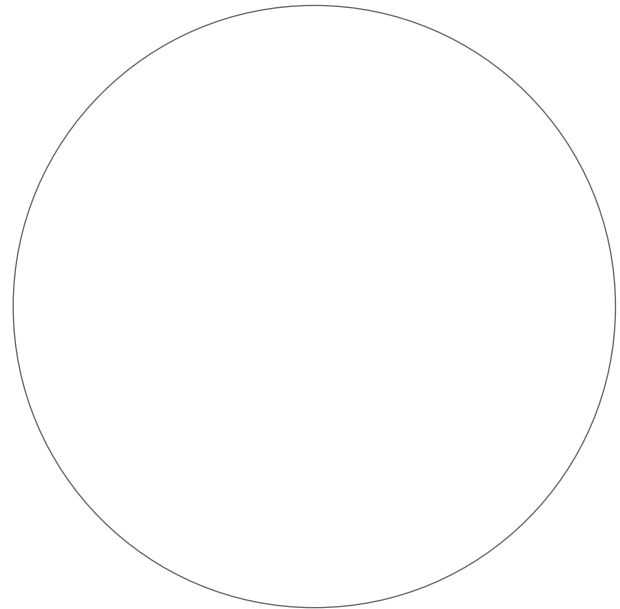
Ondarearen Zaharberrikuntza UPV/EHU-n

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



ÍNDICE

- 3** COMPONENTES DEL PROYECTO
- 7** EL CUERNO ELECTROACÚSTICO:
RESTAURACIÓN DE PATRIMONIO
EN LA UPV/EHU
Jon Barredo
- 11** PROYECTO DEL CUERNO
Félix Barcina
- 15** ATRIBUTO DEL BIEN PÚBLICO
Lourdes Méndez
- 19** SONIDO, ESPACIO Y FORMA
EN LA ESCULTURA PÚBLICA
Mikel Arce
- 37** CONSERVACIÓN
RESTAURACIÓN
Amparo Lozano
- 41** SOLUCIÓN DE APOYO DE LA
ESTRUCTURA A LA CIMENTACIÓN
Jesús Cuadrado
Aitor Maturana
- 51** LA REPRESENTACIÓN 3D
DEL OBJETO
Lander Barrenetxea
Eneko Solaberrieta

AURKIBIDEA

- 3** PROIEKTUKO KIDEAK
- 7** ADAR ELEKTROAKUSTIKOA:
ONDAREAREN
ZAHARBERRIKUNTZA UPV/EHU-N
Jon Barredo
- 11** ADARRAREN PROIEKTUA
Félix Barcina
- 15** ONDASUN PUBLIKOAREN IKURRA
Lourdes Méndez
- 19** SOINUA, ESPAZIOA ETA FORMA
ESKULTURA PUBLIKOAN
Mikel Arce
- 37** KONTSERBAZIOA
ZAHARBERRIKUNTZA
Amparo Lozano
- 41** EGITURA ZIMENDUEI LOTZEKO
IRTENBIDEA
Jesús Cuadrado
Aitor Maturana
- 51** OBJEKUAREN 3D-KO
IRUDIKAPENA
Lander Barrenetxea
Eneko Solaberrieta

ISBN
978-84-9082-001-8

Depósito Legal/Lege gordailua
BI-1001-2014

© Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
/Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua

COMPONENTES DEL PROYECTO

ANTONIO ACHÚCARRO

Profesor Titular de Escultura,
UPV/EHU

MIKEL ARCE

Profesor Titular de Arte y
Tecnología, UPV/EHU

FÉLIX BARCINA

Escultor, coautor de la obra

LANDER BARRETXEA

Profesor Colaborador de Expresión
Gráfica en la Ingeniería, UPV/EHU

PILAR BUSTINDUY

Profesora Titular de Restauración,
UPV/EHU

JESÚS CUADRADO

Profesor Titular de Ingeniería
Mecánica, UPV/EHU

ANDERE ETXEGARAI

Alumna de la Licenciatura de BBAA

IÑIGO IBAIBARRIAGA

Músico, Doctor en BBAA

AMPARO LOZANO

Máster CYXAC,
Restauradora

AITOR MATURANA

Profesor Colaborador de Ingeniería
Mecánica, UPV/EHU

LOURDES MÉNDEZ

Catedrática de Antropología,
UPV/EHU

ENEKO SOLABERRIETA

Profesor Adjunto de Expresión
Gráfica en la Ingeniería, UPV/EHU

PROIEKTUKO KIDEAK

Eskulturako Irakasle Titularra,
UPV/EHU

Arte eta Teknologiako Irakasle
Titularra, UPV/EHU

Eskultorea, obraren egilekidea

Ingeniaritzako Adierazpen Grafikoko
Irakasle Laguntzailea, UPV/EHU

Zaharberrikuntzako Irakasle
Titularra, UPV/EHU

Ingeniaritza Mekanikoko Irakasle
Titularra, UPV/EHU

Arte-Ederren Lizentziaturako ikaslea

Musikaria, Arte Ederretan Doktorea

CYXAC Masterduna,
Zaharberritzailea

Ingeniaritza Mekanikoko Irakasle
Laguntzailea, UPV/EHU

Antropologiako Katedraduna,
UPV/EHU

Ingeniaritzako Adierazpen Grafikoko
Irakasle Atxikia, UPV/EHU

Dirigido por **JON BARREDO**
Catedrático de Dibujo,
UPV/EHU

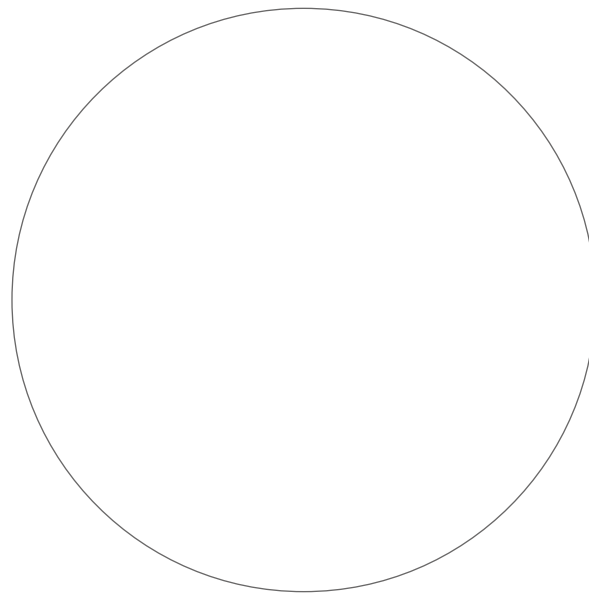
Colaboración de
MAITE INSAUSTI, Directora
de Euskera y Plurilingüismo

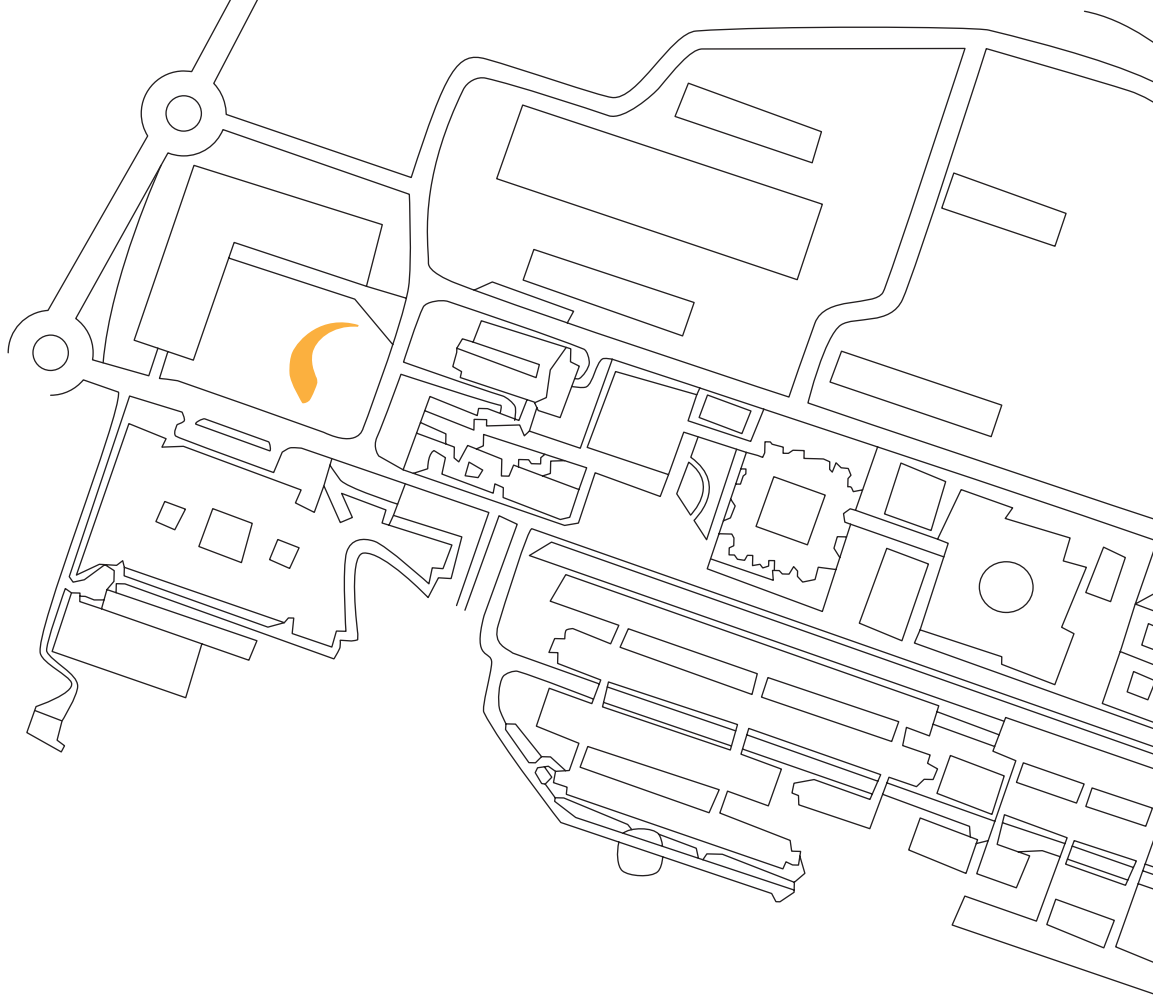
**DISEÑO GRÁFICO. TRATAMIENTO DE IMAGEN
HAYDÉ NEGRO**

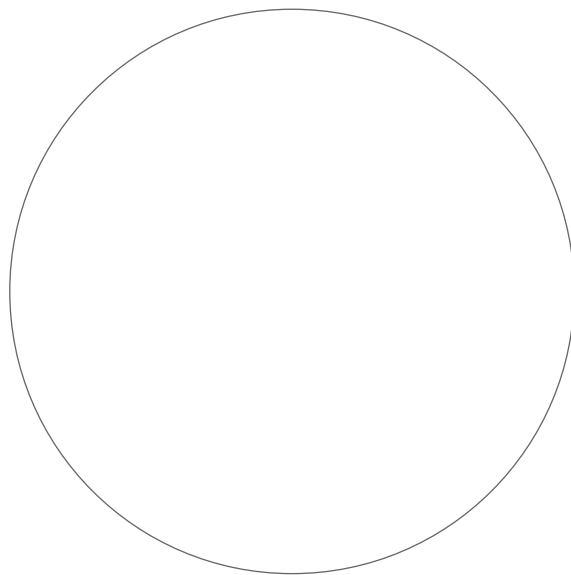
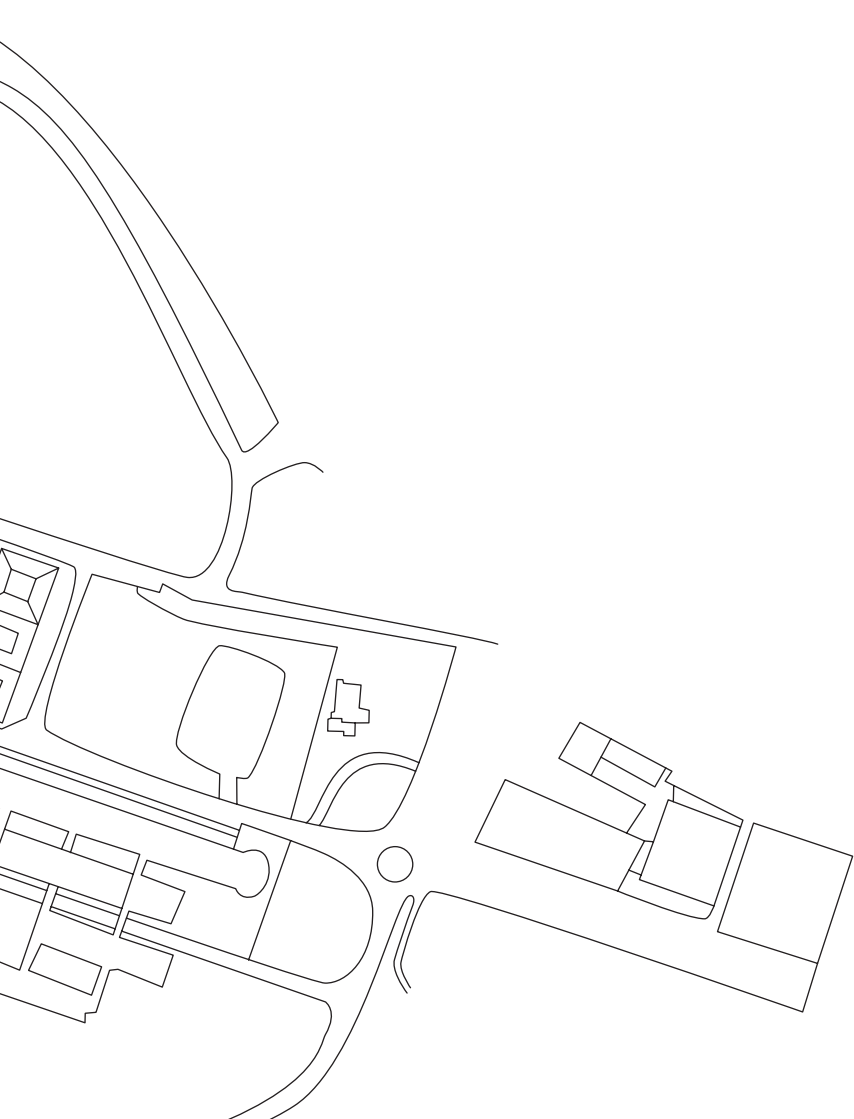
Zuzendaria: **JON BARREDO**
Marrazketako Katedraduna,
UPV/EHU

MAITE INSAUSTI, Euskara eta
Eleaniztasuneko Zuzendariaren
Laguntzaz

**DISEINU GRAFIKOA. IRUDI TRATAMENDUA
HAYDÉ NEGRO**









EL CUERNO ELECTROACÚSTICO: RESTAURACIÓN DE PATRIMONIO EN LA UPV/EHU

Jon Barredo

Hemos querido convertir la operación de traslado, restauración e instalación de sonido en la escultura del cuerno en un esfuerzo coordinado de universitarios para resolver el dibujo, el cálculo estructural, su restauración y anclaje. Se ha realizado un estudio previo como trabajo fin de máster y la confección de la maqueta para su publicación como trabajo fin de grado configurando, en mi opinión, un buen trabajo interdisciplinar.

La escultura dispuso, para su construcción, de la ayuda del Vicerrectorado de Campus de Bizkaia y del Decanato de la Facultad de Bellas Artes, como trabajo de 5º curso de un grupo de alumnos de la Licenciatura, en 1994-1995, siendo colocada en el campus en junio de ese mismo año.

En su primera ubicación, frente al edificio de la Facultad de Bellas Artes, no se resolvió su sonoridad, pretendidamente eólica en el primer proyecto, quedando la escultura inconclusa. En la actualidad suena mediante un sistema de amplificación electrónica con sonidos

ADAR ELEKTROAKUSTIKOA: ONDAREAREN ZAHARBERRIKUNTZA UPV/EHU-N

Jon Barredo

Adarraren eskultura lekualdatzeko, zaharbertitzeko eta soinua instalatzeko lana unibertsitateko kideek marrazkia, egiturazko kalkulua, zaharberrikuntza eta ainguraketa konpontzeko egindako ahalegin koordinatu bihurtu nahi izan dugu. Aurretiko azterlana egin da, masterraren amaierako lan gisa, baita argitaratzeko maketa ere, gradu amaierako lan gisa. Nire ustez, horrela diziplina anitzeko talde-lan merkea osatu da.

Eskultura egiteko Campuseko Errektoreordetzak eta Arte Ederren Dekanotzak laguntza eman zuten, lizentziaturako 5. mailako lana zen aldetik, eta 5. mailako ikasle talde batek egin zuen 1994-1995 ikasturtean. Urte horretako ekainean bertan campusean instalatu zen.

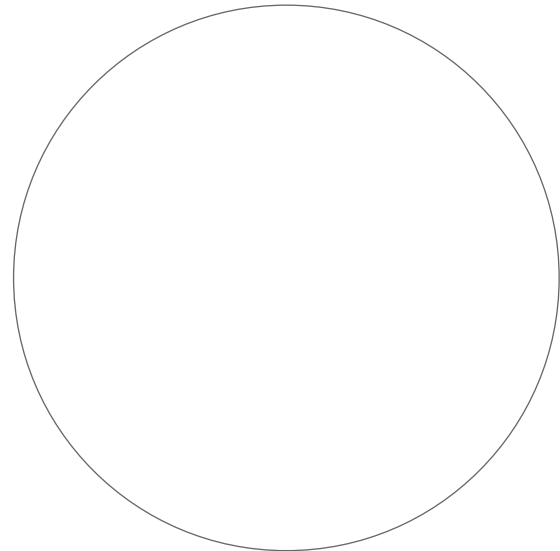
Hasieran Arte Ederren Fakultatearen aurrean kokatu zen, baina haren ezaugarri akustikoak, lehenengo proiektuan haize bidezkoak izan behar zirenak, ez ziren konpondu, eskultura amaitu gabe geratu zela. Gaur egun barneko eta teleagindutako elektronikoa eta amplifikazioak

pregrabados por el músico Iñigo Ibaibarriaga, controlado a distancia.

Con motivo de las obras del nuevo edificio de la Escuela Universitaria de Magisterio, en 2010, se trasladó junto a la Escuela de Hostelería y finalmente en 2013 ha sido reinstalada con la ayuda del responsable del Servicio de Mantenimiento Patxi Ayastuy y su equipo, en el mismo espacio inicial pero en un lugar más próximo al nuevo edificio, para ser posteriormente restaurada.

ditu, Iñigo Ibaibarriagak aurretik grabatutako soinua erreproduzitzen dituztenak.

Irakasle Eskola berriaren 2010eko obrak izan zirela eta, Ostalaritza Eskolaren ondoan lekualdatu zen, eta, amaitzeko, 2013an, hain zuzen, hasierako tokian instalatu zen berriro, baina Irakasle Eskolaren eraikinetik hurbilago, Patxi Ayastuyren eta UPV/EHUko mantentze taldearen laguntzaz, ondoren zaharbertitzeko.





Sus autores un numeroso grupo que se fue reduciendo a medida que avanzó el curso, Félix Barcina, Jorge López, Mercedes Hoyuelos, Isidoro Fernández de la Fuente, Adirane Olano, Jorge Bocanegra, Eva Bolado, José Carrera, siendo Félix Barcina quien asumirá el peso de la conclusión e instalación de la pieza.

Se trata, por tanto, de una obra escolar que figura en el catálogo de patrimonio de la UPV/EHU y está referida, también, en el registro del Ayuntamiento de Leioa como escultura pública.

Dieciocho años después de su construcción, la escultura necesitaba un esfuerzo de mantenimiento que hemos optado por realizar en el momento de su traslado definitivo, un trabajo de equipo que pone en orden, valor y al servicio de la comunidad universitaria otro esfuerzo grupal, el de su realización.

En este momento de su instalación definitiva hemos querido resolver también una cuestión estética de cierta relevancia que es la derivada del anclaje de la pieza. En las dos ubicaciones anteriores estaba fijada al suelo con cuatro tubos de acero de 120 milímetros que tenían una importante presencia visual, desfigurando la

Haren egileak pertsona asko izan ziren, baina egileen taldea murrizten joan zen, ikasturteak aurrera egiten zuen neurrian. Horien artean Félix Barcina, Jorge López, Mercedes Hoyuelos, Isidoro Fernández de la Fuente, Adirane Olano, Jorge Bocanegra, Eva Bolado eta José Carrera zeuden, Félix Barcinak piezaren amaieraren eta instalazioaren gaineko erantzukizuna hartu zuela bere gain.

Beraz, eskola obra da, UPV/EHUren ondarearen katalogoan agertzen dena eta Leioako Udaleko erregistroan eskultura publiko gisa inskribatuta dagoena.

Eskultura egin eta hamazortzi urte igaro ondoren, eskulturak mantentzeko ahalegina behar zuen, eta hori behin betiko lekualdaketaren unean egitea erabaki dugu. Talde-lan horrek taldeko beste ahalegin baten garrantzia azpimarratu, eta ahalegin hori unibertsiteateko kideen zerbitzura jarri du.

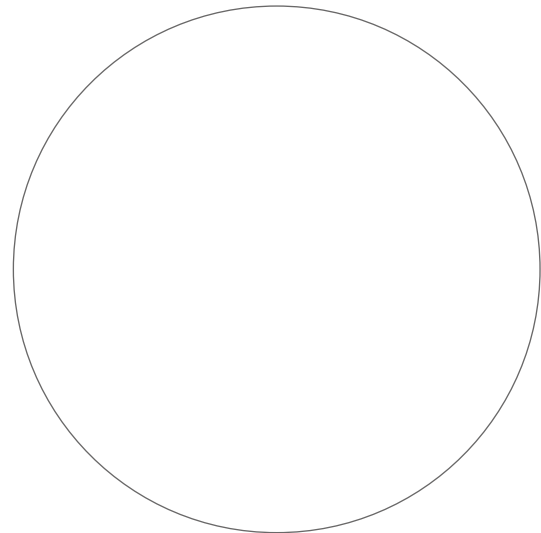
Behin betiko instalazioaren unean, nolabaiteko garrantzia duen kontu estetiko bat ere konpondu nahi izan dugu: piezaren ainguraketa. Aurreko bi kokapenetan lurzoruan finkatuta zegoen altzairuzko 120 mm-ko lau tuturen bidez; tutu horiek neurri handian ikusten

configuración general del objeto. En esta ocasión ha sido sustituido por múltiples y finas conexiones de acero inoxidable entre la pieza y la zapata, que no tienen presencia visual por lo que la escultura descansa, aparentemente, sobre la hierba.

El proyecto ha sido financiado por la UPV/EHU como “Acción Especial” AE12/37 de la UFI Investigación en arte contemporáneo en 2013.

ziren, eta horrek objektuaren konfigurazio orokorra desitxuratzeko zuten. Oraingo honetan piezaren eta zapataren artean altzairu herdoilgaitzeko hainbat konexio erabili dira, ikusezina direnak. Hori dela eta, badirudi eskultura lurzorua gainean dagoela.

Proiektua UPV/EHUK finantzatu du Arte Garaikideko Ikerketa AE12/37 PIUren 2013ko “Ekintza Berezi” gisa.





PROYECTO DEL CUERNO

Félix Barcina

Aunque entiendo que este proyecto plástico se erigió como acicate para que otros alumnos se decantaran por la realización de esculturas de gran tamaño y que, de este modo, se pudieran colocar al aire libre, ciertamente solo se llegó a materializar esta pieza.

Son numerosos los referentes que pueden quedar implícitos a la hora de analizarla y reinterpretarla pero uno de sus objetivos, sin duda, fue crear una escultura con forma de cuerno que hiciese alusión al efecto llamada, por un lado para que otros compañeros se comprometiesen con este tipo de iniciativas, y por otro como instrumento de convocatoria para todo tipo de actos dentro del campus universitario. En su factura pudimos evidenciar el sentido de la unión y el esfuerzo que requiere la ejecución física y mental de una pieza escultórica de gran formato.

Se realizó con una sucesión de anillas de acero inoxidable de 10 milímetros de diámetro conectadas con varillas transversales del mismo material, lo que permitía armar y afianzar la estructura inicial. Posteriormente se recubrió con malla conejera y se aplicó fibra de vidrio con poliéster.

ADARRAREN PROIEKTUA

Félix Barcina

Nahiz eta ulertzen dudan proiektu plastikoa hau beste ikasle batzuek eskultura handiak egitearen alde egiteko eta, horrela, aire zabalean instalatu ahal izateko estimulu gisa sortu zela, egia esan, pieza hori baino ez zen gauzatu.

Eskultura aztertu eta berriro interpretatzeko orduan implizituki egon daitezkeen erreferentziak asko dira, baina, zalantzarik gabe, haren helburuetako bat dei-efektua aipatzen zuen eta adar itxura zeukan eskultura sortzea izan zen, alde batetik, ikaskideek mota horretako ekimenekin konpromisoa har zezaten, eta, beste aldetik, unibertsitateko campusaren barnean mota guztietako ekitaldiak deitzeko tresna gisa erabil zedin. Haren egikeran eskultura pieza handi baten exekuzio fisikoak eta mentalak eskatzen dituzten lotura eta ahalegina agerian utzi ahal izan genituen.

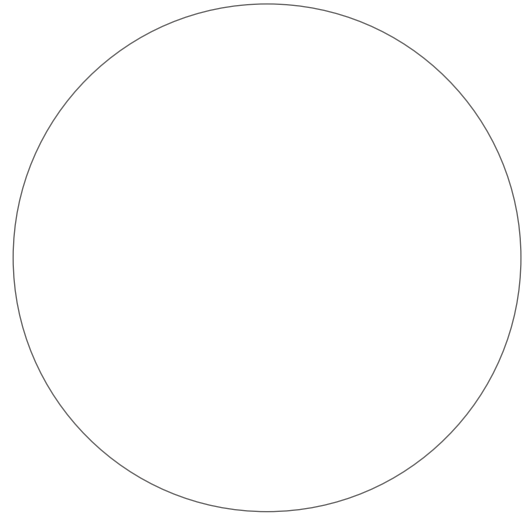
10 milimetroko diametroa zuten altzairu herdoilgaitzezko uztaien segida batez egin zen, eta altzairu herdoilgaitzezko zeharkako hagek uztaiak konektatzen zituzten. Horri esker, hasierako egitura muntatu eta finkatu zen. Ondoren, sare hexagonalez estali, eta poliesterdun beira-zuntza aplikatu zen.

Dimensiones aproximadas de la pieza:
2 m de ancho x 2 m de alto x 8 m de largo.

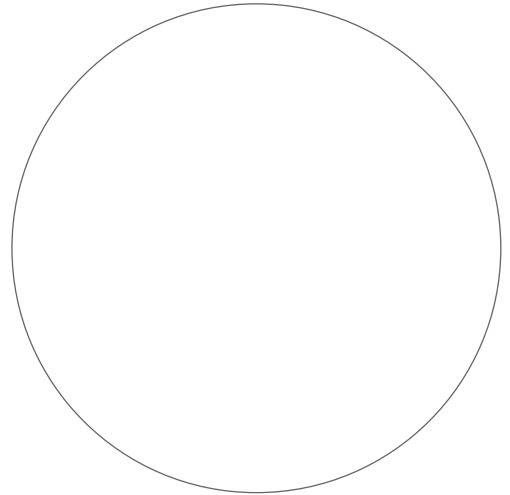
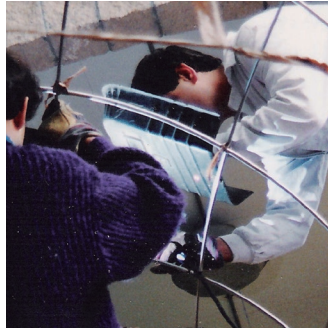
Ahora otro equipo interdisciplinar, encabezado por el profesor Jon Barredo, con restauradoras, artistas, músicos, ingenieros y el propio artífice, hemos trabajado en la sonorización, la restauración y el anclaje de la pieza en su nueva ubicación poniendo fin a la obra que nosotros, un grupo de alumnos, iniciamos en 1994.

Piezaren gutxi gorabeherako neurriak:
2 m-ko zabalera x 2 m-ko garaiera x 8 m-ko luzera.

Orain diziplina anitzeko beste talde bat aritu gara horretan: Jon Barredo irakaslea burua izan da, eta taldeak zaharberritzaileak, artistak, musikariak, ingeniariak eta egilea bera bildu ditu. Piezaren soinu-instalazioan, zaharberrikuntzan eta kokapen berriko ainguraketan lan egin dugu, ikasle talde batek 1994an abiarazi zuen obrari amaiera emanda.









ATRIBUTO DEL BIEN PÚBLICO

Lourdes Méndez

Durante años, frente a la Facultad de Bellas Artes de la UPV/EHU, en sutil equilibrio sobre el césped, la escultura de un cuerno yacente se perfilaba en el espacio. El cuerno atraía la atención, parecía llamar, invitar a algo. A veces, quienes con curiosidad se acercaban a él osaban penetrar en su interior. Un interior vacío y, a la par, sorprendentemente lleno: de sonidos, de sombras, de ecos que no se sabía muy bien desde dónde llegaban, ni hacia dónde iban, ni quién o quiénes los emitían, ni quién o quiénes podrían captarlos. Espacio a un tiempo secreto y público en el que soñar, en el que escuchar, en el que pensar, en el que decir, en el que mantenerse en silencio, en el que esperar a que escampara, en el que protegerse de sol.

Todos esos inesperados usos, inducidos tanto por su tamaño como por su forma, indican hasta qué punto su mera presencia podía interpelarnos, quizás por tratarse de una de esas formas arquetípicas a las que muy diversas culturas han atribuido múltiples significados. De hecho, tan numerosas son las culturas en las que el cuerno ha sido dotado de contenido simbólico

ONDASUN PUBLIKOAREN IKURRA

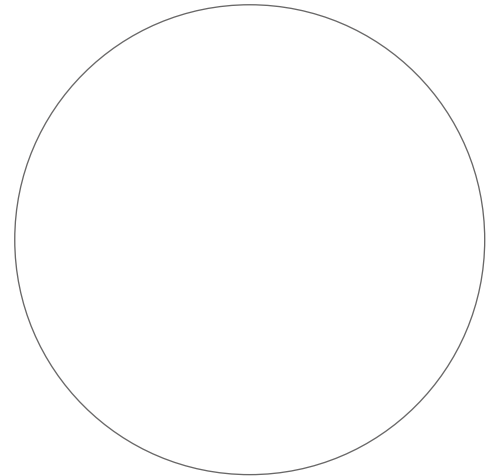
Lourdes Méndez

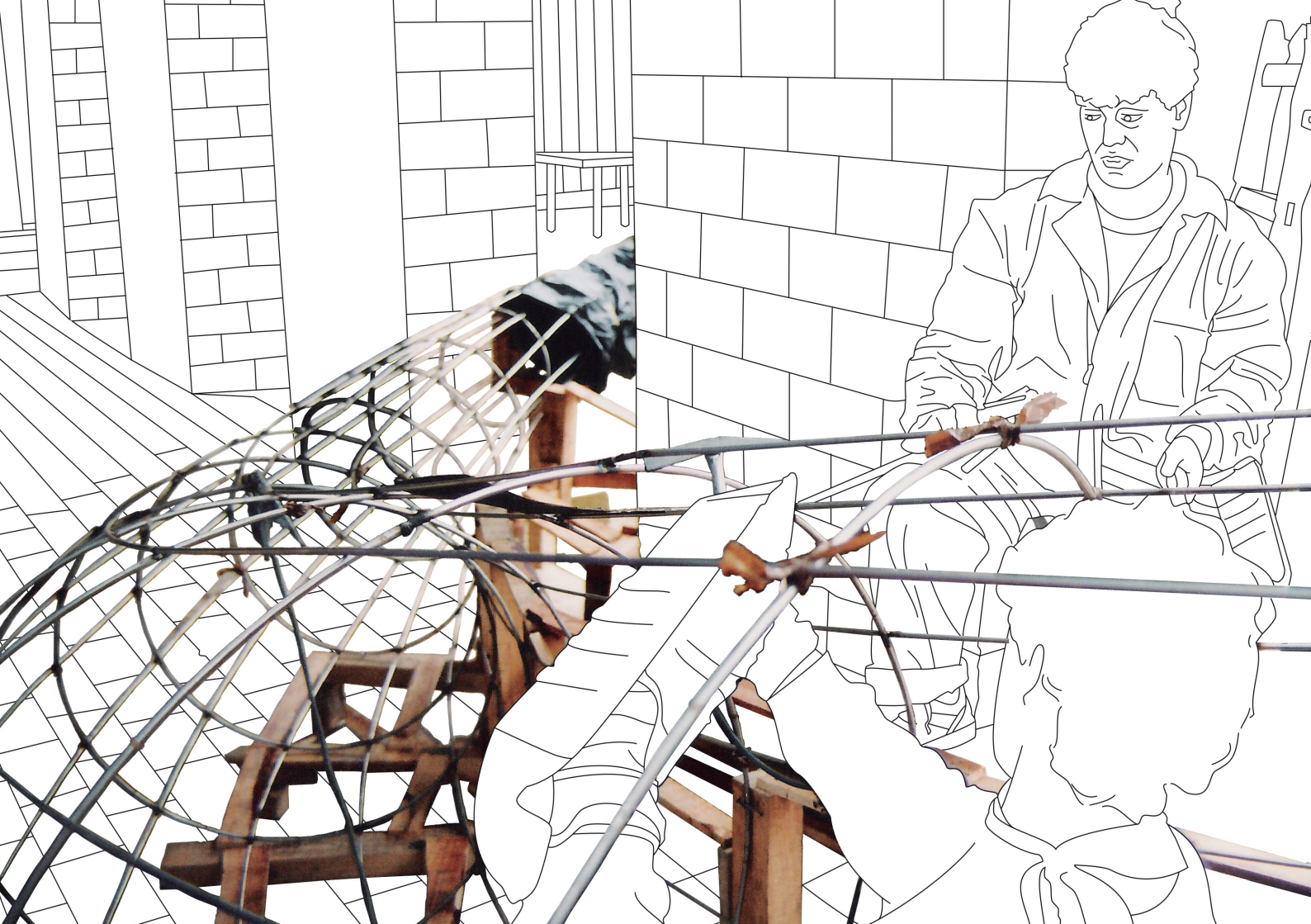
Hainbat urtetan eskultura UPV/EHUko Arte Ederren Fakultatearen aurrean egon da, soropilaren gaineko oreka mehean, eta adar etzana espazioan nabarmentzen zen. Adarrak arreata deitzen zuen, eta bazirudien deitu edo zerbaitea bultzatzen zuela. Batzuetan, jakin-minak bultzatuta horretara hurbiltzen zirenak barnealdera sartzen ziren. Barnealdea hutsik zegoen, eta, aldi berean, bete-beteta: soinuak, itzalak eta oihartzunak. Hala ere, inork ez zekien nondik zetozen oihartzun horiek, norantz zihoazen, nork egiten zituen eta nork antzeman zitzakeen. Denbora sekretu eta publiko batera doan espazioa, horretan amets egin, entzun, pentsatu, esan, isiltsunari eutsi, atertu zain itxaron, eta eguzkitik babesteko aukera dagoela.


Ustekabeko erabilera horiek guztiek, bai haren tamainak bai haren formak eragindakoez, adierazten dute zein neurritaraino interpelatzen gaituen haren agerpen hutsak, beharbada kultura askok hainbat esanahi eman dizkieten forma arketipiko horietako bat izateagatik. Izan ere, hainbeste dira adarrari eduki sinbolikoa eman

que resulta imposible e innecesario enumerarlas. Símbolo lunar para las unas, de poder y fuerza para las otras, de fecundidad y abundancia para las de más allá, de defensa o de ataque para las de acullá. Lo cierto es que el cuerno ha cautivado la mente humana a lo largo del tiempo y del espacio. A menudo utilizado como instrumento aerófono para ahuyentar todo tipo de males, pero también para comunicar, es esta última asociación simbólica la que debería prevalecer en el espacio en el que esta escultura se ubica: el campus de la Universidad Pública del País Vasco.




dioten kulturak, non ezinezkoa eta ez-beharrezkoa den horiek zerrendatzea: batzuetarako ilargi ikurra da, eta beste batzuetarako, aldiz, boterea eta indarra islatzen ditu, baita emankortasuna eta ugaritasuna, defentsa edo eraso ere. Egia esan, adarrak giza adimena erakarri du denbora eta espazio guztietan. Sarritan mota guztietako gaitzak uxatzeko tresna aerofono gisa erabiltzen zen, baita komunikatzeko ere. Izan ere, azken elkarte sinboliko hori da eskulturaren kokapenean nagusitu beharko litzatekeena: Euskal Herriko Unibertsitateko campusa.







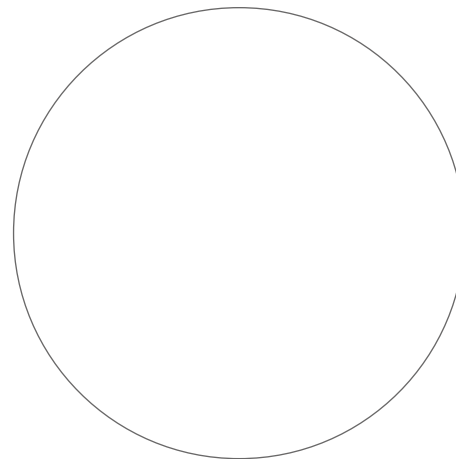
Aunque es cierto que solemos creer, que queremos creer, que la comunicación sólo pasa por la palabra, nada más lejos de la realidad. Sonidos, formas que, si sabemos escucharlas, mirarlas, además de interpelar a nuestros sentidos y de despertar emociones también, y a la par, se dirigen a nuestra razón. Quizás hoy más que nunca hay que recuperar ese simbolismo del cuerno articulándolo con otro igualmente importante y ya mencionado: el de la abundancia.

Esa articulación entre comunicación y abundancia es posible si en vez de pensar en el cuerno de la abundancia reduciéndolo, como a menudo vemos en la iconografía centrada en la mitología greco-romana, a mero contenedor desbordante de bienes materiales, lo pensamos como atributo del bien público, de la equidad y de la hospitalidad y seguimos el camino que esos principios encarnan.

Nahiz eta normalean uste dugun eta uste nahi dugun komunikazioak hitza behar duela, hori ez dator bat errealitatearekin. Izan ere, soinuak eta formak entzun eta ikusten badakigu, gure zentzumenak interpelatzeaz eta emozioak pizteaz gain, gure arrazoimenera zuzentzen dira. Beharbada gaur inoiz baino neurri handiagoan berreskuratu behar dugu adarraren simbolismo hori, aurretik aipatu den beste simbolismo garrantzitsu batekin bateratuta: ugaritasuna.

Komunikazioaren eta ugaritasunaren arteko batasun hori litekeena da, baina, horretarako, ugaritasunaren adarra ondasun publikoaren, ekitatearen eta harreraren ikurtzat jo behar dugu, Greziako eta Erromako mitologian oinarritzen den ikonografian ikusi bezala, ondasun materialez beteriko ontzitzat jo beharrea, eta printzipio horiek berekin dakarten bideari jarraitu behar diogu.





SONIDO, ESPACIO Y FORMA EN LA ESCULTURA PÚBLICA

Mikel Arce

SONIDO Y REPRESENTACIÓN

Cuando hablamos o teorizamos sobre las múltiples maneras de representación de nuestro discurso plástico actual, se hace necesario cada vez más el reservar una parcela destacada a las muchas formas en las que lo sonoro, el sonido, se convierte en parte importante de la obra. Dejando atrás (sin olvidar) sus manifestaciones y adjetivados estilos musicales, y las evidenciadas audiovisuales, el sonido se ha ido convirtiendo en un elemento cada vez más presente en el Arte Contemporáneo.

Cuando está unido a otras representaciones o es conductor de ellas, podríamos denominarlo instalación sonora o escultura sonora, en las que el sonido está presente de alguna manera y puede llegar a dirigir la obra. Su planteamiento o propuesta sónica puede tomar elementos y participar de los mismos lenguajes de la creación contemporánea para integrarse en la obra resultante. En las instalaciones sonoras la simple distribución de diferentes focos sonoros en lugares concretos va

SOINUA, ESPAZIOA ETA FORMA ESKULTURA PUBLIKOAN

Mikel Arce

SOINUA ETA IRUDIKAPENA

Gure egungo diskurtso plastikoa irudikatzeko moduei buruz hitz egin edo teorizatzen dugunean, toki nabarmena gorde behar zaio gero eta neurri handiagoan soinua obraren zati garrantzitsu bihurtzen duten forma askori. Haren adierazpenak, musika-estilo adjektibatuak eta ikus-entzunezko adierazpen nabarmenak atzean utzita (baina horiek ahaztu gabe), soinua Arte Garaikidean gero eta maizago agertzen den elementu bihurtzen joan da.

Beste irudikapen batzuei lotuta dagoenean edo horien elementu eroalea denean, soinudun instalazio edo soinudun eskultura deitu liteke, horretan soinua nolabait agertzen dela eta obra gidatu dezakeela. Haren soinu proposamenak elementuak hartu, eta sormen garaikidearen hizkuntzak erabil ditzake, emaitzazko obran integratzeko. Soinudun instalazioetan hainbat soinu-foku leku zehatzetan banatze hutsak ilusioak sortuko ditu, espazioa zehaztuta eta entzumen pertzepzio bereziak sortuta.

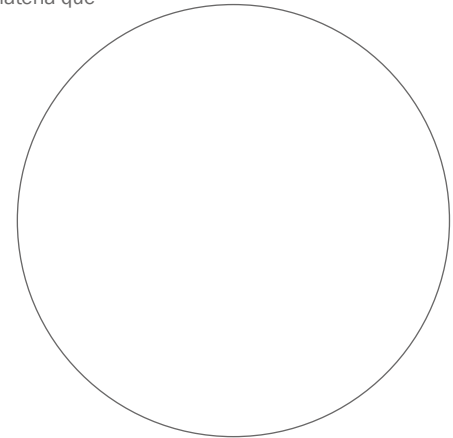
a crear ilusiones, determinando el espacio y creando percepciones auditivas singulares.

La presencia del sonido, o la referencia a los elementos sonoros en cualquiera de sus posibles manifestaciones, a lo largo de la historia reciente del Arte Contemporáneo no es un hecho aislado, ni tampoco es exclusivo medio expresivo de artistas circunscritos dentro del denominado “Arte Sonoro”.

El sonido siempre está presente o forma parte del espacio, y muchas veces este espacio se evidencia o toma relieve a través del sonido y este nos informa de su dimensión, e incluso del tipo de materia que lo envuelve.

Arte Garaikidearen orain dela gutxiko historian soinua agertzea edo soinudun elementuak haien adierazpenetako edozeinetan aipatzea ez da gertaera isolatu bat, eta ez da bakarrik agertzen “Soinudun Artea”ren barruko artisten adierazpidean.

Soinua espazioan dago beti edo horren zatia da, eta askotan espazio hori soinuaren bidez agertu edo nabarmentzen da, soinuak espazioaren edota hori inguratzen duen materia motaren berri ematen digula.



Muchos artistas conscientes de las propiedades espaciales del sonido, lo han tomado como parte integrante de sus obras.

Es quizás en la escultura donde el elemento sonoro más se ha manifestado o lo han manifestado diferentes artistas a lo largo de la historia del Arte, siendo actualmente un elemento no tan extraño en la escultura.

A veces este elemento sonoro no está definido como elemento principal de la obra pero es parte fundamental, complementaria y necesaria para su observación.

Pongo como ejemplo el conjunto escultórico *La Materia del Tiempo*

Soinuaren espazio-ezaugarriak jakinda, artista askok beren obran zati bihurtu dute.

Artearen historia osoan, artistek beharbada eskulturaren agertu dute gehien soinudun elementua, eta gaur egun ez da hain elementu bitxia eskulturaren.

Batzuetan soinudun elementu hori ez da obraren elementu nagusia, baina bai funtsezkoa, osagarria eta beharrezkoa, obra behatzeko orduan.

Adibidez, Richard Serraren *Denboraren Materia* eskultura multzoa aipatuko dut. Horretan esperientzia bat proposatu du, obraren espazioa eta materia

de Richard Serra, en el que la experiencia que propone, explorar con todos los sentidos el espacio y la materia de esta obra, no sería en absoluto la misma sin las continuas y singulares sensaciones sonoras que encuentra el espectador al recorrer este conjunto de esculturas, informándole continuamente mediante las reverberaciones variables que se producen, de lo convexo y lo cóncavo, del espacio cerrado y el abierto, en continua variación durante el recorrido.

Y es también el caso de Eduardo Chillida en *“El Peine del Viento XV”* (1973), en el que junto al arquitecto Luis Peña Ganchegui realiza una muy sensible intervención en el paisaje visual y también sonoro en un lugar muy concreto de San Sebastián. En este lugar, no solo crea y desarrolla un nuevo entorno visual y escultórico totalmente armonizado con el paisaje de mar, rocas y monte que lo contiene, sino que siendo muy consciente de su realidad sonora (rompiente de mar contra las rocas) plantean, junto con el músico contemporáneo Luis de Pablo, intervenir en lo sonoro mediante siete perforaciones en la superficie de la plataforma, perfectamente localizadas y resaltadas. Peña Ganchegui

zentzumen guztien bidez arakatzeko, baina emaitza ez litzateke berdina izango, ikusleak eskultura multzo horretatik ibiltzean hautematen dituen soinudun sentrazio etengabe eta bereziak egon gabe. Izan ere, horiek konbexuaren eta konkaboaren, espazio itxiaren eta espazio irekiaren berri ematen diote etengabe dirdira aldakorren bidez, ibilbidean etengabe aldatzen direla.

Gauza bera gertatzen da Eduardo Chillidaren *“Haize Orratza XV.a”* (1973) obran. Luis Peña Ganchegui arkitektoarekin batera, bertan esku-hartze oso nabarmena egin zuen ikus eta soinu paisaian, Donostiako toki zehatz batean. Toki horretan hori barne hartzen duen itsaso, haitz eta mendien paisaiarekin erabat bat datorren ikus eta eskultura ingurune berri bat sortu eta garatzeaz gain, haren soinudun errealitatea (haitzen eta itsasoaren aurkako itsas hautsia) ondo ezagututa eta Luis de Pablo musikari garaikidearekin batera, soinu arloan esku hartzea proposatu zuten, plataformaren azalera ondo lokalizatu eta nabarmentzen diren zazpi zulo eginez. Peña Ganchegui tokian zegoen hodi-biltzaile zahar bat aprobetxatu, eta alderantziz erabili zuen. Horrela, olatuak

aprovechó un antiguo colector existente en el lugar, usándolo al revés de manera que con la entrada de las olas por debajo de la plaza expulsara el aire o chorros de agua por las aberturas dejadas entre los adoquines. Pretendían de alguna forma modular, controlar o dirigir el sonido que ya existía en ese lugar, canalizándolo y organizándolo¹; el mar en función de la fuerza y presión con la que entra en el subsuelo del peine produciría una presión en el aire que al salir por cada uno de los siete orificios, haría que el mar y el aire presionados por las olas saliesen al exterior con sonidos diferenciados², que podrían corresponder hipotéticamente a notas musicales. Posiblemente, o al menos algo análogo a eso es lo que se produce si registramos –como realicé personalmente– el sonido producido por cada uno de los orificios y los reproducimos en el orden correspondiente, cada uno de ellos reproduce sonidos diferentes (están excavados con longitudes distintas) y, curiosamente, se podría establecer una analogía a la escala musical diatónica tradicional. Habitualmente solo escuchamos el sonido simultáneo de todos ellos, variando únicamente en unísono su intensidad en función del estado de la mar.

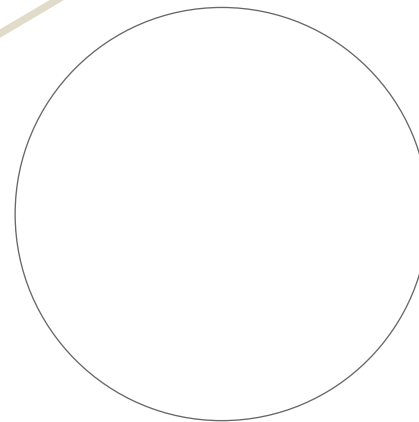
plazaren azpitik sartzean, airea edo ur zurrustak ateratzen dira galtzada-harrien artean utzitako zuloetatik. Forma modularren batean, toki horretan aurretik zegoen soinua kontrolatu edo bideratu nahi zuten, hori bideratuta eta antolatuta¹; orratzaren lurpean sartzeko indarraren eta presioaren arabera, itsasoak presioa sortzen du airean, eta, presio hori zazpi zuloetako bakoitzetik irtetean, olatuek presionatutako itsasoa eta airea kanpoaldera irteten dira soinu bereziekin², soinu horiek musika-notak izan litezkeela. Izan ere, zuloetako bakoitzak egindako soinua erregistratu, eta bidezko ordenan hori erreproduzitzen badugu, nik neuk egin nuen bezala, horietako bakoitzak soinu ezberdinak erreproduzitzen ditu (luzera ezberdinetan hondeatu ziren) eta, bitxia bada ere, musika eskala diatoniko tradizionalarekiko analogia ezar liteke. Normalean zulo guztien aldi bereko soinua baino ez dugu entzuten, haien indarra itsasoaren egoeraren arabera baino ez dela aldatzen batera.

¹ BUSCH, Ina. (1998). *Eduardo Chillida, arquitecto del vacío. Sobre la síntesis entre arquitectura y escultura. Chillida 1948-1998*. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. *Pasado y Presente*.

² SADA, Javier (2007). *El Peine del Viento*, Diario Vasco, http://www.diariovasco.com/prensa/20070128/san_sebastian/peine-viento_20070128.html (Consulta: abril 2013).

¹ BUSCH, Ina. (1998). *Eduardo Chillida, arquitecto del vacío. Sobre la síntesis entre arquitectura y escultura. Chillida 1948-1998*. Madrid: Reina Sofía Museo Nacional eta Arte Zentroa. *Pasado y Presente*.

² SADA, Javier (2007). *El Peine del Viento*, Diario Vasco, http://www.diariovasco.com/prensa/20070128/san_sebastian/peine-viento_20070128.html (Kontsulta: 2013ko apirila).



ALGUNAS REFLEXIONES DE ARTISTAS SOBRE EL ESPACIO Y EL SONIDO

La escucha en un lugar determinado en el espacio de difusión sonora no solo nos permite percibir las estructuras y características primarias del sonido (tono, timbre, intensidad y duración) sino que las posibles variaciones que podamos observar en ellas, originadas por las propias características de dicho espacio, nos permiten evaluar y obtener una valiosa información de sus propiedades y contexto particular.

ESPAZIOARI ETA SOINUARI BURUZKO GOGOETA BATZUK

Soinu difusioko espazioaren barnean toki zehatz batean entzuteak honako hau ahalbidetzen ditu: alde batetik, soinuaren oinarriko egiturak eta ezaugarriak (tonua, tinbrea, intentsitatea eta iraupena) hautematea; eta, beste aldetik, horietan antzeman ditzakegun eta espazioaren beraren ezaugarriek eragiten dituzten balizko aldakuntzek aukera ematen digute haren ezaugarriak eta testuinguru berezia ebaluatu, eta horiei buruzko baliozko informazioa eskuratzeko.





Además, si esta escucha la realizamos de una manera más profunda y consciente o ésta la provocamos intencionadamente, como la efectúa el artista al utilizar el espacio o modificarlo para la creación sonora, se establecerán relaciones directas entre la escucha y la percepción de dicho espacio, revelando sus peculiaridades y vinculando íntimamente la emisión sonora y la recepción-escucha.

El sonido de los objetos, tomado como elemento individual e independiente, formará perceptivamente parte constituyente del espacio donde se producen, como enuncia el artista sonoro japonés Jio Shimizu³ planteando que únicamente a través de la escucha de los sonidos individuales existentes en

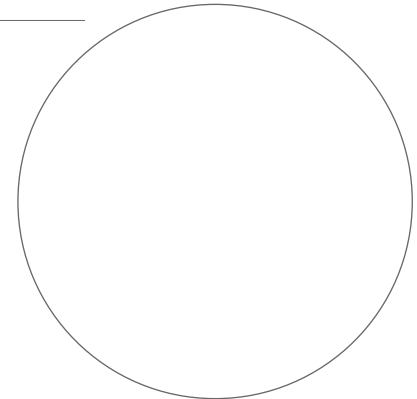
Gainera, sakonago eta kontzienteago entzuten badugu edo nahita eragiten badugu (soinudun sormenerako, artistak espazioa erabili edo aldatzean egiten duen bezala), zuzeneko harremanak ezarriko dira espazio hori entzutearen eta hautematearen artean, haren berezitasunak agertuta eta soinu-emisioa eta harrera-entzumena estu lotuta.

Banakako elementu eta elementu independentetzat hartuta, objektuen soinuak inguruan duen espazioa osatuko du pertzepzioaren aldetik, Jio Shimizu Japoniako soinu artistak³ dioen bezala: “*Espazioan dauden banakako soinuak entzunez baino ez dira lortzen espazioaren beraren sentsazioa eta kontzientzia*”.

el espacio es como alcanzamos la sensación y la consciencia del espacio en sí mismo.

³ SHIMIZU, Jio. (1999). *Concerning the relationships between space, objects & the production of sound*. Site os Sound: of Architecture & the Ear. Los Angeles.

³ SHIMIZU, Jio. (1999). *Concerning the relationships between space, objects & the production of sound*. Site os Sound: of Architecture & the Ear. Los Angeles.



John Cage en una entrevista con Daniel Charles⁴ afirma: «tenemos una tendencia por olvidar el espacio que hay entre las cosas. Nos movemos a través de él para establecer nuestras relaciones y conexiones, creyendo que podemos pasar instantáneamente de un sonido al próximo, de un pensamiento al próximo. En realidad, nos caemos y ni siquiera nos damos cuenta. Nosotros vivimos, pero vivir significa cruzar a través del mundo de las relaciones o representaciones. Sin embargo, nunca nos vemos en el acto de cruzar ese mundo, y nunca hacemos otra cosa que eso».

Daniel Charlesek⁴ egindako elkarrizketa batean, John Cagek honako hau adierazi zuen: “Gauzen artean dagoen espazioa ahazteko joera daukagu. Espaziotik mugitzen gara, gure harremanak eta loturak ezartzeko, soinu batetik bestera edo pentsamendu batetik bestera berehala pasatu gaitzkeela uste izanda. Egia esan, erori egiten gara, eta ez gara horretaz konturatzen. Gu bizi egiten gara, baina bizi izateak harremanen edo irudikapenen mundutik gurutzatzea esan nahi du. Hala ere, ez dugu inoiz gure burua ikusten mundu hori gurutzatzeko ekintzan, nahiz eta hori den etengabe egiten duguna”.

Así Cage además de negar el silencio y remarcar la existencia del espacio en el que se desarrolla toda nuestra vida, también habla sobre una nada o espacio vacío entre los sonidos que hace que no se obstruyan entre sí, formando así parte de una relación que une el espacio con el sonido de manera inseparable y complementaria.

Las formas espaciales modelan el sonido e inciden en la percepción sonora, afectando ambas dimensiones a la identidad y al carácter del espacio. Así todos los fenómenos acústicos que suceden en ellos o son característicos de lugares diseñados con una intención acústica determinada y que nuestra propia naturaleza y sistema auditivo perciben, forman parte de nuestra escucha e influyen en la percepción son, por lo tanto, susceptibles de ser utilizados como recursos, como métodos; o como objeto de interés para la construcción de mensajes determinados y obviamente participantes de la sensación y sentido del concepto de espacialidad sonora.

El espacio y el tiempo son nuestras condiciones de existencia, todos nuestros procesos existenciales suceden dentro del espacio y del tiempo, nunca fuera de ellos.

Horrela, Cagek, isiltasuna ukatzeaz eta gure bizitza osoa garatzen duen espazioaren existentzia nabarmentzeaz gain, soinuen arteko ezerezi edo espazio hutsari buruz hitz egiten du; espazio horri esker, ez dute elkar oztopatzen, eta, horrela, espazioa eta soinua modu bereiziezinean eta osagarrian lotzen dituen harremanaren zati da.

Espazio-formek soinua modelatu, eta soinuaren pertzepzioari eragiten diote, bi dimentsioek espazioaren identitateari eta izaerari eraginda. Gauzak horrela, horietan gertatzen diren edo soinu asmo zehatz batekin diseinatutako lekuen berariazkoak diren eta gure izaerak berak eta entzumen-sistemak hautematen dituzten soinu fenomeno guztiak gure entzumenaren zati dira, eta pertzepzioari eragiten diote. Beraz, baliabide edo metodo gisa erabil daitezke, edo mezu zehatzak osatzeko objektu interesgarri gisa. Normala denez, soinudun espazialitatearen kontzeptuaren sentsazioan eta senean ere parte hartzen dute.

Espazioa eta denbora gure existentziaren baldintzak dira, hau da, gure prozesu existenzial guztiak espazioaren eta denboraren barnean gertatzen dira, eta inoiz ez horietatik kanpo.

No concebimos, ni de manera abstracta ni concreta, imaginar nuestra existencia fuera del tiempo, por lo que tampoco podríamos concebirla fuera del espacio.

Principalmente percibimos el espacio a partir de lo que vemos. Y hemos comprendido las leyes geométricas que relacionan la imagen visualizada con el objeto tridimensional en el espacio que construye en nosotros esta imagen. Sin embargo, somos menos conscientes de que existe una percepción del espacio construida a partir de lo que oímos.

⁴ CHARLES, Daniel. (1976). *Pour les Oiseaux (Entretiens avec John Cage)*. Paris: Pierre Belfond.

Ezin dugu gure existentzia ulertu denboratik kanpo, ez modu abstraktuan ez zehatzean. Beraz, ezin dugu hori ulertu espaziotik kanpo.

Nagusiki espazioa hautematen dugu, ikusten dugunetik aurrera. Eta lege geometrikoak ulertu ditugu, bistaratutako irudia eta gure adimenean irudi horrek espazioan sortzen duen hiru dimentsioko objektua erlazioan ditzutenak. Hala ere, arraroagoa egiten zaigu entzuten dugunetik aurrera eraikitako espazioaren pertzepzioa dagoela barneratzea.

⁴ CHARLES, Daniel. (1976). *Pour les Oiseaux (Entretiens avec John Cage)*. Paris: Pierre Belfond.

EL ESPACIO Y LA FORMA COMO INSTRUMENTO

El espacio y el sonido de las formas contenidas en él, pueden ser vislumbradas también como parte de un instrumento musical.

La presencia del sonido contribuye al proceso por medio del cual el ambiente se transforma en “lugar determinado”, imprimiéndole una atmósfera particular, generadora de múltiples y variados sentimientos y sensaciones.

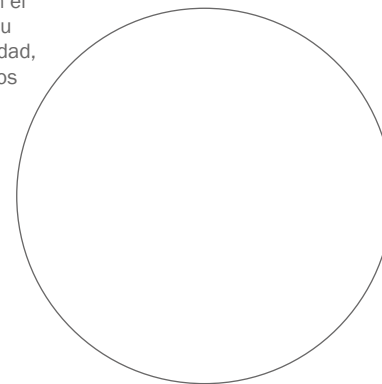
La atmósfera sonora no es exclusiva de la naturaleza o de lugares creados accidentalmente, o inconscientemente por el hombre, es decir, puede ser conscientemente concebida, modificada o intervenida, además de formar parte de un arte en el que los elementos sonoros, su acústica, tímbrica y espacialidad, sean constructivos, discursivos y formales-dimensionales.

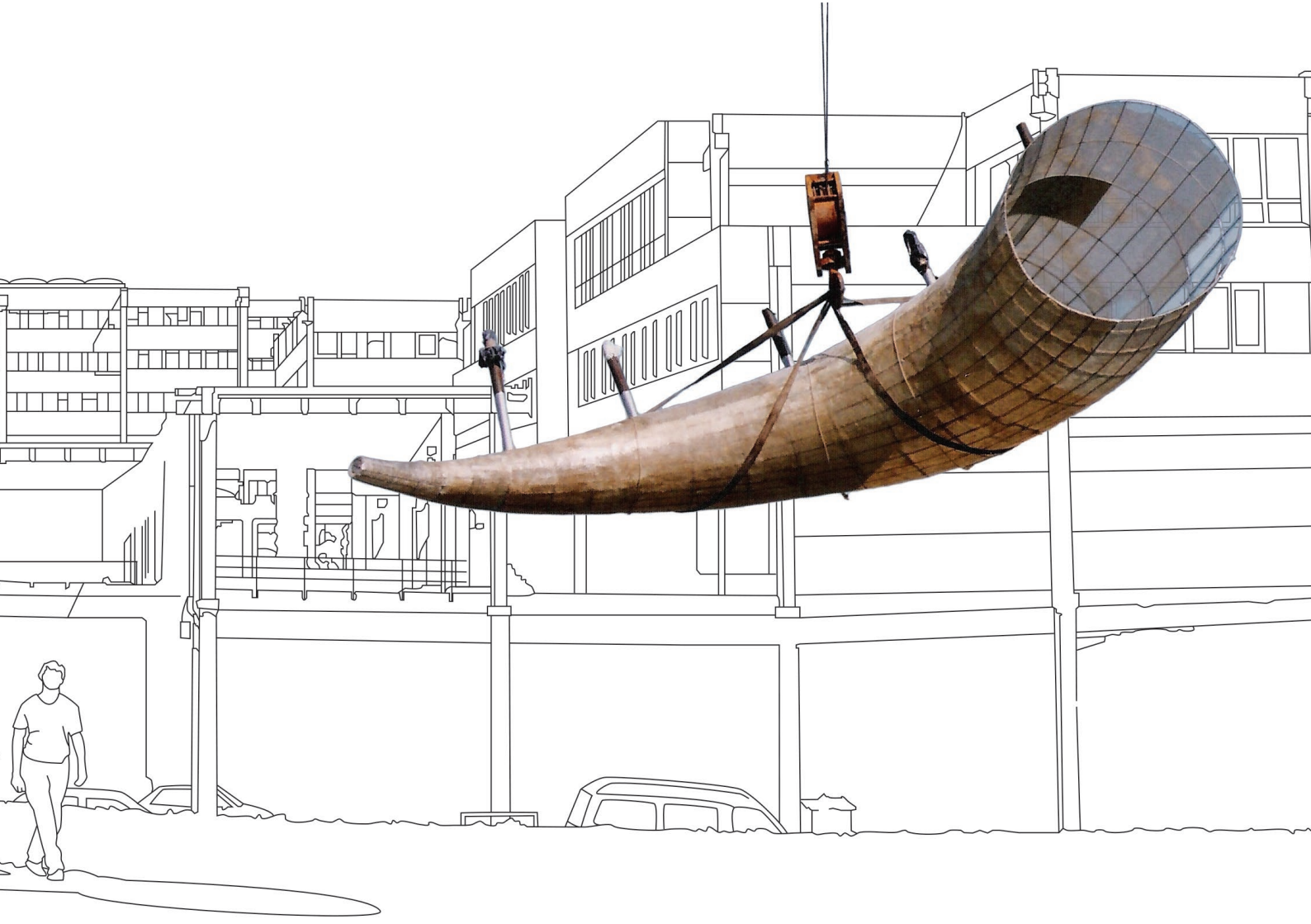
ESPAZIOA ETA FORMA, TRESNAK DIREN ALDETIK

Espazioa eta bertako formen irudia musika-tresna baten moduan ere bistaratu daitezke.

Soinua egoteak giroa “toki zehatz” bihurtzen duen prozesuari laguntzen dio, mota askotako hainbat sentimendu eta sentsazio sortzen dituen giro berezia emanda.

Soinudun giroa ez da naturakoa edo ustekabean edo gizakiak inkontzienteki sortutako tokietakoa bakarrik. Hau da, kontzienteki sortu, aldatu edo esku har daiteke, eta, gainera, soinudun elementu, haien akustika, tinbrika eta espazialitate eraikitzaileak, diskurtsiboak eta formal-dimentsionalak dituen artearen zati dira.





Algunos artistas como Max Neuhaus⁵ han trabajado en lugares públicos, con el propósito de alterar el estado de ánimo de los transeúntes para establecer una percepción nueva del lugar gracias al sonido. Supo entender como pocos las posibilidades del sonido como material de la creación plástica. Pionero de las instalaciones sonoras, sus obras, creadas específicamente para ubicaciones de distintas ciudades y museos, jugaban con el espectador en una suerte de participación involuntaria.

Muchos de sus trabajos, instalados con carácter permanente, pueden percibirse todavía hoy por distintos lugares del mundo. En Nueva York, su famosa pieza *Times Square* emite el zumbido constante que alterado por las circunstancias del terreno se mezcla con el ritmo frenético de la ciudad. En Graz, Austria y en su museo de Arte Contemporáneo, su obra "*Time Piece Graz*" emite una sutilísima señal sonora que marca las horas, va aumentando gradualmente su intensidad hasta desaparecer de forma súbita, dejando paso a un silencio latente que escuchamos y casi podemos materializar.

Zenbait artistak (adibidez, Max Neuhaus⁵) toki publikoetan lan egin dute, soinuari esker tokiari buruzko pertzepzio berria ezartzeko, oinezkoen gogo-aldartea aldatzeko asmoz. Beste askok ez bezala, soinuak sormen plastikoaren material gisa erabiltzean zituen aukerak ulertu zituen modu bikainean. Soinudun instalazioen aitzindaria izanda, haren obrak, hainbat hiri eta museotako kokapenetarako berariaz sortu zituenak, ikuslearekin jolasten ziren, borondatearen aurkako nolabaiteko partaidetzan.

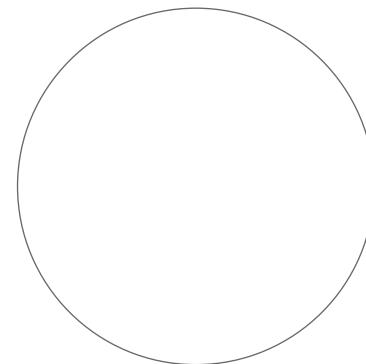
Haren lanetako asko modu iraunkorrean instalatu dira, eta gaur egun oraindik ere munduko leku askotan hauteman daitezke. New Yorken *Times Square* pieza ospetsuak burrunba etengabea sortzen du, lurreko zirkunstantziak aldatuta, hiriren erritmo frenetikoarekin nahasten dena. Grazeko (Austria) Arte Garaikideko Museoan, "*Time Piece Graz*" obrak orduak adierazten dituen soinudun seinale zorrotz bat sortzen du, haren intentsitatea pixkanaka-pixkanaka gehitzen doana bat-batean desagertu arte; horren ondoren, isiltasuna dago, entzuten duguna eta ia gauzatu dezakeguna.

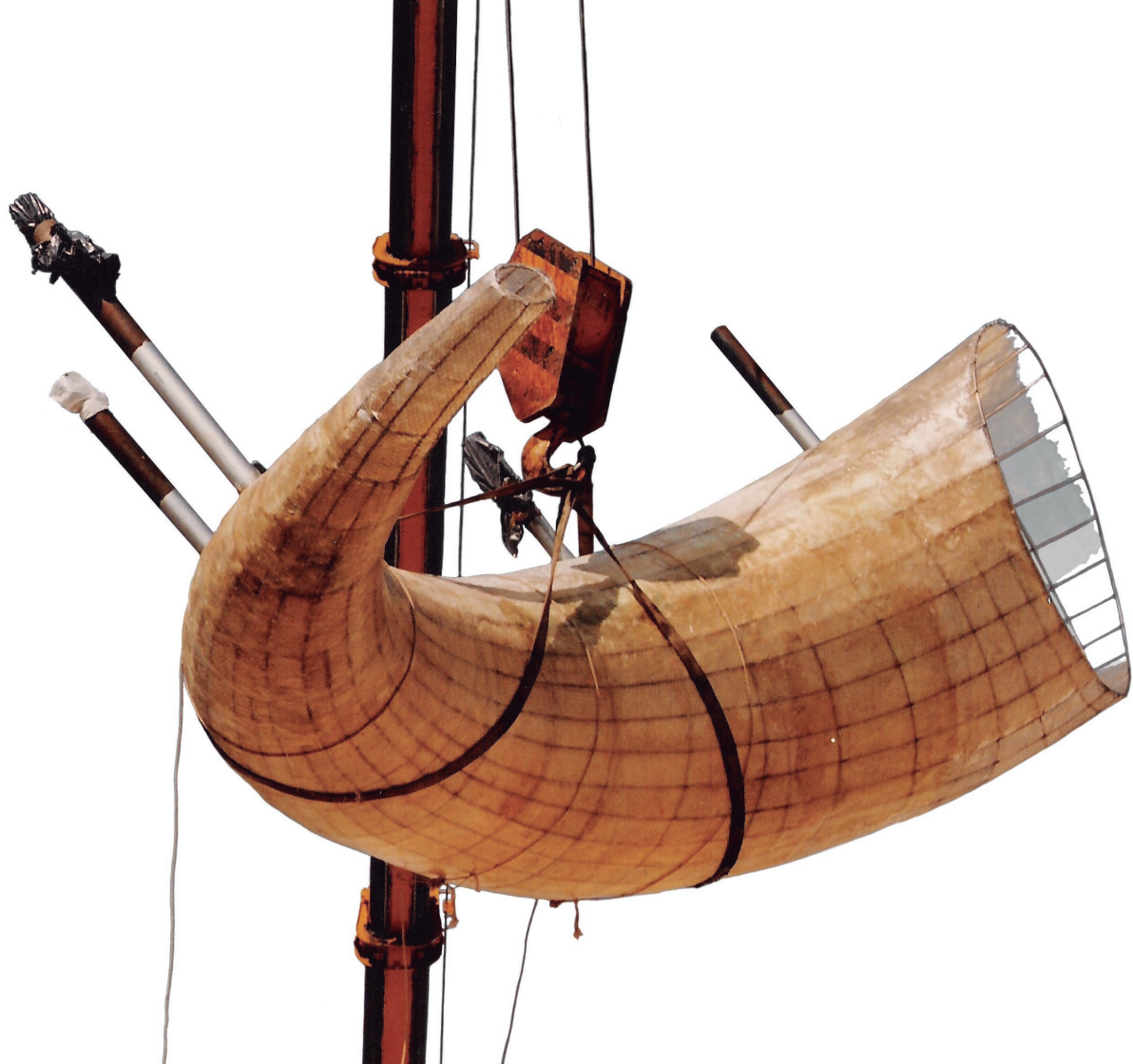
Max Neuhaus prefirió el anonimato en la mayoría de sus obras. Éstas se inscribieron en el continuum de la ciudad como un elemento más.

Sin remitir específicamente ni a lo artístico ni a lo sonoro, generaban en el ciudadano una percepción singular que podía interpretarse como un hallazgo y una creación personal. En sus obras no había un significado sino simplemente un estímulo. La imposibilidad de distinguir en muchos casos el sonido añadido del sonido ambiental hace que el ciudadano conecte instantáneamente con la situación creada y de esta forma con el espacio intervenido.

Max Neuhausen anonimatua aukeratu zuen bere obra gehienetarako. Gauzak horrela, obrak hiriko continuumaren barruan sartu ziren, beste elementu batzuen antzera.

Artistikoari eta soinudunari berariaz lotu gabe, obrek pertzepzio berezia sortzen zuten herritarrarengan, aurkikuntza eta sormen pertsonaltzat jo zitekeena. Haren obretan ez zegoen esanahirik, estimulua baizik. Askotan soinu erantsia eta giro soinua bereizteko ezintasuna dela eta, herritarra berehala lotzen zaio sortutako egoerari, eta, horrenbestez, esku hartutako espazioari.





La evaluación subjetiva de la atmósfera sónica no solo depende de su intensidad, sino también, y en mayor medida, de la información contenida en la misma, el contexto en que se percibe, así como los significados sociales y culturales generados por los propios sujetos.

En consecuencia, a veces resulta irónico que el mismo tipo de sonido pueda producir sensaciones diferentes y opuestas (bienestar, malestar), dependiendo de dónde se produce la escucha: es el caso del sonido percibido en las proximidades de una autopista y el que se percibe cerca de rompientes de mar, ríos o cascadas, donde ambos sonidos son muy similares al “ruido rosa” o “ruido blanco”, es decir, una mezcla de una gran cantidad de ruido.

De esta manera, las cualidades físicas del sonido y su forma de difusión y propagación, así como las sensaciones que éstas nos producen, han sido utilizadas por diferentes artistas sonoros, como es el caso del austriaco Bernhard Leitner, arquitecto de formación, siempre relacionado con la experimentación acústica y espacial, así como con el desarrollo de atmósferas espaciales y ambientes sonoros. Leitner⁶ realiza a partir de profundos

Soinu giroaren ebaluazio subjektiboa ez da haren intentsitatearen araberakoa bakarrik; izan ere, eta neurri handiagoan, giro horretan bildutako informazioaren, hautematen den testuinguruaren eta subjektuek beraiek sortutako esanahi sozialen eta kulturalen araberakoa da.

Horren ondorioz, batzuetan ironikoa da soinu mota berak sentsazio ezberdinak eta aurkakoak (ongizatea, ondoeza) sortu ahal izatea, entzumena non gertatzen den kontuan hartuta: adibidez, autobide baten inguruan hautemandako soinua eta itsas edo ibai hautsietatik edo ur-jauzietatik gertu hautemandakoa; bi soinuek antz handia daukate “zarata arrosa” edo “zarata zuria”rekin, hau da, zarata asko pilatzen dituen nahasketarekin.

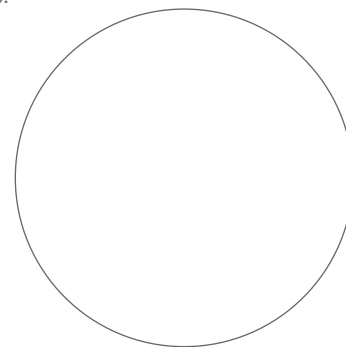
Horrela, soinu artista askok soinuaren ezaugarri fisikoak, hori hedatzeko modua eta horrek eragiten dizkigun sentsazioak erabili dituzte. Horietako bat Bernhard Leitner austriarra da, arkitektura ikasketak egin zituen eta beti esperimenezko akustiko eta espazialari eta espazio eta soinu giroen garapenari lotuta egon dena. Espazio fisiko eta akustikoen analisi sakonetatik aurrera, Leitnerrek⁶ soinudun beste

análisis de los espacios físicos y acústicos, “otros” subespacios sonoros, desencadenando nuevas experiencias estéticas y perceptivas más allá del propio sonido, generando y modificando la luminosidad, la masa o el volumen, a partir del movimiento tridimensional del sonido y dando lugar a una nueva concepción del tiempo.

Es el caso de su obra “*Cilindro Sonoro*” (1987), construido en la sección 4 de La Villette en París, en el que expresa de forma nítida sus planteamientos sobre los límites del espacio. El proyecto se enmarca en una arquitectura experimental centrada en el cuestionamiento de los límites físicos clásicos de la arquitectura (la pared), que se pone a la definición del límite inmaterial de un espacio, mediante el sonido.

azpiespazio batzuk sortzen ditu, soinutik beretik harantzago doazen estetika eta pertzepzio esperientzia berriak eraginda, soinuaren hiru dimentsioko mugimendutik aurrera argitasuna, masa edo bolumena sortuta eta aldatuta, eta denboraren ikuskera berria ekarrita.

Horrela gertatu da La Villetteko (Paris) 4. sekzioan eraikitako “*Soinudun zilindroa*” obran (1987), bertan espazioaren mugei buruzko bere ikuspegiak argi eta garbi adierazi dituela. Proiektua arkitektura esperimenezko barruan dago; arkitektura horrek zalantzan jartzen ditu arkitekturaren muga fisiko klasikoak (horma), eta espazio baten muga immaterialaren definizioari aurre egiten dio soinuaren bidez.



El proyecto es un objeto físico material al que se superpone un evento temporal y un espacio sonoro no coincidente con el definido por el sólido cilíndrico del Pabellón.

El proyecto, que tiene una información visual rotunda pero no coincidente con la información sonora, como otros proyectos en los que se minimiza la información visual, permite evidenciar la percepción aural de un espacio o su realidad acústica, la que conecta a la persona con el sonido de un espacio o con el espacio definido por un ámbito sonoro, no necesariamente un recinto.

El espacio sonoro del paisaje, la sonoridad de los espacios y el sonido propio, extraído e intervenido en los lugares o

Proiektua objektu fisiko materiala da, horri aldi baterako gertaera bat eta soinudun espazio bat, pabilioiko solido zilindrikoak zehaztutakoarekin bat ez datorrena, gainjartzen zaizkiola.

Proiektuak erabateko ikus informazioa dauka, soinu informazioarekin bat ez datorrena, ikus informazioa minimizatzen duten beste proiektu batzuek ez bezala, eta espazio baten aura pertzepzioa edo haren errealitate akustikoa nabarmentzeko aukera ematen du, horrek pertsona eta espazio baten soinua edo soinu esparru batek (ez du zertan barrutia izan) zehaztutako espazioa lotzen dituela.

Horrela, paisaiaren soinudun espazioa, espazioen ezaugarri akustikoak eta soinua bera,

proyectados en ellos se constituyen así en materia creativa, para el arte en general ha sido y es objeto de manipulación, transformación o simplemente ordenamiento, con el objetivo de comunicar un mensaje o marcar y determinar la identidad sonora de un lugar. Ciertos artistas han utilizado así el sonido de los lugares, su espacio sonoro, encauzándolo, mediante la escultura, componiendo con el sonido propio del lugar o integrándolo en lo simbólico y lo representativo del territorio dotándole de una identidad.

Progresivamente las representaciones dimensionales del sonido se adentran en el concepto de la escultura en el campo expandido propuesto por Rosalind Krauss⁷ en 1978, en donde la escultura se posiciona en los límites del paisaje y la arquitectura, entre lo construido y lo encontrado; lo que permite repensar la escultura como extensión del espacio, en el que el arte sonoro encontró un ámbito de desarrollo a partir del planteamiento artístico de lo acústico, la espacialidad y su dimensionalidad. De esta forma, el concepto de instalación sonora aparece y las manifestaciones sonoras en el arte permiten ampliar

tokietan ateratakoea edo tokietan proiektatutakoea, materia sortzaile bihurtzen dira arterako, oro har, eta soinu hori manipulatu, eraldatu edo antolatatu daiteke, mezu bat helarazteko edo toki baten soinu identitate zehazteko asmoz. Zenbait artistak horrela erabili dute tokietako soinua edo haien soinu espazioa, eskulturaren bidez bideratuta, tokiaren berezko soinuaekin konposizioak eginda edo, identitate emateko asmoz, lurraldeko sinbolikoarekin eta adierazgarriarekin gehituta.

Pixkanaka-pixkanaka, soinua irudikapen dimentsionalak eskulturaren kontzeptuaren barnean sartzen dira, Rosalind Kraussek⁷ 1978an proposatutako eremu hedatuan, horretan eskultura paisaiaren eta arkitekturaren mugetan kokatzen dela, eraikitakoaren eta aurkitutakoaren artean (Krauss, 1979). Horrek eskultura espazioaren hedapen gisa hausnartzea ahalbidetzen du, espazio horretan soinudun arteak garapen eremua aurkitu zuela, akustikoaren, espazialitatearen eta dimentsionaltasunaren ikuskera artistikotik aurrera. Horrela, soinudun instalazioaren kontzeptua agertu egiten da, eta arteko soinudun adierazpenek

las ideas y el panorama de artistas que utilizan el elemento sonoro como parte de la representación, como materia abstracta del espacio y como material físico y dimensional.

⁵ NEUHAUS, Max. (1995). *Evocare l'Audibile*. Texts by Ida Gianelli, Gregory des Jardins, Stuart Morgan, et al. Milan: Charta.

⁶ LEITNER, Bernhard. (2008). *P.U.L.S.E: Raume Der Zeit*. Karlsruhe: ZKM Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe & Hatje Cantz Verlag.

⁷ KRAUSS, Rosalind. (1985). *La escultura en el campo expandido. La posmodernidad*. México: Kairos.

ahalbidetzen dute soinudun elementua irudikapenaren zati gisa, espazioaren materia abstraktu gisa eta material fisiko eta dimentsional gisa erabiltzen duten artisten ideiak eta ikuspegia hedatzea.

⁵ NEUHAUS, Max. (1995). *Evocare l'Audibile*. Texts by Ida Gianelli, Gregory des Jardins, Stuart Morgan, et al. Milan: Charta.

⁶ LEITNER, Bernhard. (2008). *P.U.L.S.E: Raume Der Zeit*. Karlsruhe: ZKM Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe & Hatje Cantz Verlag.

⁷ KRAUSS, Rosalind. (1985). *La escultura en el campo expandido. La posmodernidad*. México: Kairos.

ESCUPTURAS E INSTALACIONES SONORAS PÚBLICAS

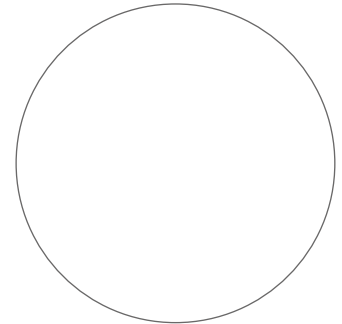
Hoy en día, existen numerosos ejemplos de esculturas, monumentos, instalaciones o diseños urbanos o públicos en los que el sonido, lo musical o la información sonora que se genera es un elemento principal o motivo de su creación o ubicación.

Los ejemplos son numerosos, por lo que destacamos un mínimo de referencias interesantes o singulares por diferentes motivos.

SOINUDUN ESKULTURA ETA INSTALAZIO PUBLIKOAK

Gaur egun, badaude hainbat eskultura, monumentu, instalazio edo diseinu, hirikoak edo publikoak, horietan sortutako soinua, musika edo soinu informazioa haien sorreraren edo kokapenaren elementu nagusia edo motiboa dela.

Adibideak asko dira. Hori dela eta, hainbat arrazoiengatik interesgarriak edo bereziak diren erreferentzia gutxi batzuk aipatuko ditugu bakarrik.



Algunas de este tipo de esculturas se activan por la presión y fuerza del aire o el viento mediante tubos a modo de órganos, como es el “Proyecto AEOLUS” (Canada Square, Londres) una escultura construida con tubos colocados en forma de arco que suena cuando el viento los atraviesa. Creada por Luke Jerram, los tubos realizan la función de amplificación o lupa sonora en el interior del arco que forman.

El “*The Singing Ringing Tree*”, ubicada en Lancashire, Inglaterra, es una escultura sonora de grandes dimensiones diseñada por los arquitectos Mike Tonkin y Anna Liu en 2006. La escultura utiliza la energía del viento del oeste para generar sonido, audible a corta distancia, los días ventosos.

Mota horretako eskulturetako batzuk airearen edo haizearen presioagatik eta indarragatik aktibatzen dira, organo diharduten tutuen bidez, adibidez, “*AEOLUS proiektua*” (Canada Square, Londres). Eskultura hori arku itxura duten tutuekin sortu da, eta, haizeak tutuak zeharkatzen dituenean, soinua igortzen du. Egilea Luke Jerram da, eta tutuek anplifikazioarena edo soinua luparena egiten dute, osatzen duten arkuaren barnealdean.

“*The Singing Ringing Tree*” Lancashire (Ingalaterra) kokatuta dago. Neurri handiko soinudun eskultura da, Mike Tonkin eta Anna Liu arkitektoek 2006an diseinatutakoa. Eskulturak mendebaldeko haizearen energia erabiltzen du, egun haizetsuetan distantzia laburrean entzun daitekeen soinua sortzeko.

Está construida por tubos de acero galvanizado apilados en capas. Algunos generan sonidos, mientras que otros cumplen funciones estéticas.

El “*Órgano de Mar*” de Zadar en Croacia, situado en las mismas escalinatas de piedra que bajan hasta su orilla. En ellas fueron talladas las válvulas por las que entra y sale el agua, cuyo movimiento empuja el aire que es expulsado a lo 35 orificios desplegados a lo largo de las escalinatas. El sonido depende de la velocidad y empuje de las olas, siendo distintos en función de la fuerza del mar. Las armonías que surgen de tan curioso instrumento son aleatorias. Fue creado por el arquitecto Nikola Basic y se inauguró en abril de 2005, convirtiéndose en uno de los principales atractivos turísticos de la zona.

El “*Órgano de Olas*” San Francisco, EE. UU., De Peter Richards y George González, es una escultura sonora activada por olas, situado en un muelle en la bahía de San Francisco. El concepto fue desarrollado por Peter Richards y se instaló en colaboración con el escultor y maestro albañil Jorge Gonzales.

Geruzatan pilatutako altzairu galbanizatuzko tutuek osatuta dago. Tutu batzuek soinua sortzen dituzte, eta beste batzuek, berriz, eginkizun estetikoak baino ez dute.

Zadarreko (Kroazia) “*Itsasoko organoa*” itsasertzearaino doazen harrizko eskaileretan kokatuta dago. Eskaileretan ura sartzeko eta irteteko balbulak zizelkatu ziren; uraren mugimenduak aireari eragin, eta eskaileretan hedatutako 35 zuloetatik irteren da. Soinua olatuen abiaduren eta bultzadaren arabera da, eta ezberdina da, itsasoaren indarraren arabera. Musika-tresna bitxi horretatik sortzen diren harmoniak aleatorioak dira. Nikola Basic arkitektoak sortu zuen, eta 2005eko apirilean inauguratu zen, gune erakargarritasun turistiko nagusietako bat bihurtuta.

Peter Richardsek eta George Gonzalezek egindako San Frantziskoko (AEB) “*Olatuen organoa*” olatuek aktibatutako soinudun eskultura da, San Frantziskoko badiako kaian dagoena. Peter Richardsek garatu zuen kontzeptua, eta Jorge Gonzales eskultureta eta albaitaritzako maisuaren laguntzaz instalatu zen.

“*Blackpool High Tide Organ*” (Organo de Marea Alta) 2002, en Blackpool, Reino Unido, consta de 18 tubos de órgano, colocados dentro de un estructura de 15 metros de altura, que suenan mediante la presión de las mareas. La obra, se describe como una “manifestación musical del mar”. La escultura fue diseñada por los artistas Liam Curtin y John Gooding y fue construida en hormigón, acero, zinc y lámina de cobre. Es una interpretación particular de los entornos naturales y artificiales de Blackpool. El instrumento es “tocado” por el mar durante la marea alta a través de ocho tubos situados bajo el paseo del dique y conectados a los 18 tubos de órgano dentro de la escultura. El oleaje del mar con la marea alta empuja el aire hacía los tubos bajo el dique y lo dirige hacía los tubos de órgano para que suene.

En el parque escultórico de la Torre de Hércules (A Coruña) podemos contemplar una obra sonora del escultor Moncho Amigo: “*La Caracola*”, que se mueve según la dirección del viento y posee tres orificios en su base que comunican con el mar para oír su sonido amplificado acústicamente. Es la recreación fantástica de la concha de un enorme molusco, un gigantesco cuerno

“*Blackpool High Tide Organ*” (Itsasgorako organoa) obra (2002) Blackpoolen (Erresuma Batua) dago, eta 18 organo tutu ditu 15 metroko altuera duen egitura baten barnean, itsasaldien presioaren bidez jotzen dutenak. Obra “itsasoaren adierazpen musikal” gisa definitzen da. Eskultura Liam Curtin eta John Gooding artistek diseinatu zuten, eta hormigoiz, altzairuz, zinkez eta kobrezko xaflez egin zen. Blackpooleko ingurune natural eta artifizialen interpretazio partikularra da. Itsasoak musikatresna “jotzen du” itsasgoran, kaimuturreko pasealekuaren azpian dauden eta eskulturaren barneko 18 organo tutuei lotuta dauden zortzi tutuen bidez. Itsasgorako itsasoaren olatuek airea kaimuturraren azpiko tutuetarantz bultzatzen dute, eta organo tutuetara bideratzen dute, jo dezan.

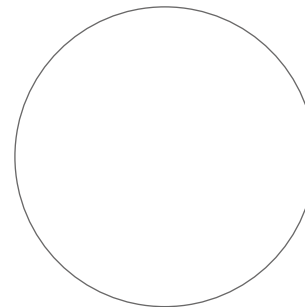
Herkulesen Dorreko (A Coruña) eskultura parkean Moncho Amigo eskultorearen soinu-dun obra bat ikus dezakegu: “*Maskor handia*” haizearen norabidearen arabera mugitzen da, eta oinarrian hiru zulo ditu, itsasoarekin komunikatzen direnak, haren soinua akustikoki amplifikatuta entzuteko. Molusku handi baten maskorraren irudikapen ederra da, ugaritasunaren adar erraldoia, itsasoaren soinu-zen zaindaria.

de la abundancia, guardián de los sonidos del mar. La obra realizada en acero cortén, está ubicada muy cerca del mar, en lo más avanzado de una punta del terreno, con el fin de captar todas sus vibraciones.

Las “*Arpas Eólicas*” fueron ideadas en el siglo XVII por el científico e inventor jesuita Athanasius Kircher⁸. Constan de doce a quince cuerdas que suenan con el paso de las corrientes de aire sobre una caja de resonancia rectangular, larga y angosta sobre la cual se extienden doce cuerdas de nylon para guitarra. Sobre ese principio, algunos escultores han aprovechado este efecto, como es el caso de algunas de las que se encuentran en el Parque de esculturas eólicas, que en la Patagonia (Argentina) en el norte de la provincia de Santa Cruz, emiten sonidos al ser recorridas o activadas por el viento.

Obra Corten altzairuz eginda dago, eta itsasotik oso hurbil dago, lurmutur bateko gunee aurreratuean, itsasoko bibrazio guztiak hartzeko asmoz.

Athanasius Kircher⁸ zientzialari eta asmatzaile jesuitak Haize Arpak asmatu zituen XVII. mendean. Hamabi eta hamabost hari artean dituzte, aire korrontek erresonantzia-kaxa angeluzuzen, luze eta estu baten gainean pasatzean jotzen dutenak; kaxa horren gainean gitarrarako nylonezko hamabi hari daude. Printzipio hori oinarri hartuta, eskultore batzuek efektu hori aprobetxatu dute. Adibidez, Patagonian (Argentina), Santa Cruz probintziako iparraldean, hain zuzen, dagoen haize eskulturen parkeko eskultura batzuek jo egiten dute, haizeak zeharkatu edo aktibatzean.



Las obras fueron construidas por seis escultores: Fabriciano Gómez, Mimo Eidman, Néstor Vildoza, el boliviano León Saavedra Geuer, el chileno José Vicente Gajardo y el paraguayo Gustavo Beckelmann. Las esculturas están realizadas con mármol y metal, construidas y concebidas para que emitan sonidos con el paso del viento.

En el entorno de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, existe también un ejemplo muy interesante, es el “*Bosque de la Vida*” (2003), ubicado en el campus de Leioa y concretamente en un claro junto al embalse de Lertutxe, en una ladera próxima a las Facultades de Medicina y Ciencia y Tecnología.

El monumento consiste en un conjunto de árboles metálicos de gran altura, unidos por cables

Sei eskultorek sortu zituzten obra horiek: Fabriciano Gómez, Mimo Eidman, Néstor Vildoza, León Saavedra Geuer boliviarrak, José Vicente Gajardo txiletarra eta Gustavo Beckelmann paraguaitarra. Eskulturak marmolez eta metalez eginda daude, eta haizea pasatzean jotzeko eraiki eta pentsatu dira.

Halaber, Euskal Herriko Unibertsitatearen ingurunean adibide oso interesgarri bat dago: “*Bizitzaren Basoa*” (2003), Leioako campusean eta, zehatz-mehatz, Lertutxe urtegiaren ondoko soilgune batean, Medikuntza eta Zientzia Fakultateetatik hurbileko mendi-hegal batean, dagoena.

Monumentua altuera handiko metalezko zuhaitz batzuek, altzairuzko kableek elkarri lotzen dizkiotenek, osatuta dago.

de acero, en cuyo interior se depositan las urnas con las cenizas de los donantes cuyos cuerpos han sido utilizados para las prácticas y estudios de la Facultad de Medicina. Es obra de Zade + Vilà Associats, un estudio de arquitectura de Barcelona compuesto por Germán Zambrana-Delgado y Maricarmen Vilà i Espino.

Sin embargo, y aunque posiblemente nunca existió en su concepción la idea del elemento sonoro como intención o parte importante de esa obra, en la realidad se producen efectos sonoros significativos, cuando sopla el viento en este entorno hace vibrar los cables que unen dichos árboles metálicos, creándose una enorme y sonora arpa eólica. El efecto es sorprendente y actualmente diríamos que ese elemento sonoro es característico, propio e inseparable de ese lugar, que determina, desde la fecha de su instalación, un espacio sonoro característico de la UPV/EHU.

La percusión aleatoria de estructuras móviles activadas por el viento es la utilizada por el escultor español Jesús Gironella, creando numerosas intervenciones de carácter público, tanto en espacios urbanos como naturales. En Higuera de las Dueñas (Ávila), frente a la sierra de Gredos,

Horien barnean kutxa batzuk daude, Medikuntza Fakultateko praktika eta ikasketetarako erabili diren gorpuen errautsak biltzen dituztenak. Germán Zambrana-Delgadok eta Maricarmen Vilà i Espinok osatzen duenartzelonako Zade + Vilà Associats arkitektura estudioaren obra da.

Hala ere, eta nahiz eta ziur aski haren sorkuntzan soinudun elementua obraren asmoa edo zati garrantzitsua ez zen, egia esan, soinudun efektu adierazgarriak sortzen dira. Ingurune horretan haizeak jotzen duenean, metalezko zuhaitzak lotzen dituzten kableak bibrazazi, eta haize harpa erraldoia eta ozena sortzen da. Efektua harrigarria da, eta gaur egun esango genuke soinudun elementu hori toki horren berezkoa, propioa eta banaezina dela eta, hori instalatu zenetik, UPV/EHUren berezko soinudun espazioa zehazten duela.

Haizeak aktibatutako egitura mugikorren ausazko perkusioa Jesús Gironella Espainiako eskultoreak erabiltzen duena da, bai hiri espazioetan bai natur espazioetan esku-hartze publiko asko sortzen dituela. Higuera de las Dueñas (Ávila), Gredos mendilerroaren aurrean, gaur egun Europako soinudun eskulturen lehenengo parkea garatzen ari da.

actualmente se desarrolla el primer parque de esculturas sonoras de Europa.

Las últimas obras instaladas, “*Un lugar para guardar la música del trueno*” 2005 y “*Pagoda*” 2006, marcan esta línea de trabajo, que pretende crear un vínculo musical entre el autor, su obra, el paisaje, los visitantes del parque y el acontecer, marcado por las estaciones y sus ritmos vitales.

⁸ KIRCHER, Athanasius (1673). *Phonurgia nova, sive conjugium mechanico-physicum artis et naturæ paranympa phonosophia concinnatum*. Kempten, Rudolphum Dreherr, p. 144.

BIBLIOGRAFÍA

- BUSCH, Ina. (1998). *Eduardo Chillida, arquitecto del vacío. Sobre la síntesis entre arquitectura y escultura. Chillida 1948-1998*. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía.
- CHARLES, Daniel. (1976). *Pour les Oiseaux (Entretiens avec John Cage)*. París: Pierre Belfond.
- KIRCHER, Athanasius. (1673). *Phonurgia nova, sive conjugium mechanico-physicum artis et naturæ paranympa phonosophia concinnatum*. Kempten, Rudolphum Dreherr.

Instalatu diren azken obrak “*Trumoiaren musika gordetzeko tokia*” 2005 eta “*Pagoda*” 2006 dira, eta lan-ildo hori zehazten dute, lotura musikala sortu nahi duena egilearen, obraren, paisaiaren, parkeko bisitarien eta gertaeren artean, urtaroei eta bizi erritmoek zehaztuta.

⁸ KIRCHER, Athanasius (1673). *Phonurgia nova, sive conjugium mechanico-physicum artis et naturæ paranympa phonosophia concinnatum*. Kempten, Rudolphum Dreherr, p. 144.

BIBLIOGRAFIA

- BUSCH, Ina. (1998). *Eduardo Chillida, arquitecto del vacío. Sobre la síntesis entre arquitectura y escultura. Chillida 1948-1998*. Madrid: Reina Sofía Museo Nacional eta Arte Zentroa.
- CHARLES, Daniel. (1976). *Pour les Oiseaux (Entretiens avec John Cage)*. París: Pierre Belfond.
- KIRCHER, Athanasius. (1673). *Phonurgia nova, sive conjugium mechanico-physicum artis et naturæ paranympa phonosophia concinnatum*. Kempten, Rudolphum Dreherr.

- KRAUSS, Rosalind. (1985). *La escultura en el campo expandido. La posmodernidad*. México: Kairos.

- LEITNER, Bernhard. (2008). *P.U.L.S.E: Raume Der Zeit. Karlsruhe: ZKM Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe & Hatje Cantz Verlag.*

- NEUHAUS, Max. (1995). *Evocare l’Audibile*. Texts by Ida Gianelli, Gregory des Jardins, Stuart Morgan, et al. Milan: Charta.

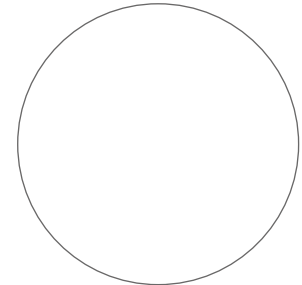
- SHIMIZU, Jio. (1999). *Concerning the relationships between space, objects, & the production of sound*. Site of Sound: of Architecture & the Ear. Los Angeles: Labelle Brandon y Roden Steve editores. Eccan Bodies Press.

- KRAUSS, Rosalind. (1985). *La escultura en el campo expandido. La posmodernidad*. México: Kairos.

- LEITNER, Bernhard. (2008). *P.U.L.S.E: Raume Der Zeit. Karlsruhe: ZKM Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe & Hatje Cantz Verlag.*

- NEUHAUS, Max. (1995). *Evocare l’Audibile*. Texts by Ida Gianelli, Gregory des Jardins, Stuart Morgan, et al. Milan: Charta.

- SHIMIZU, Jio. (1999). *Concerning the relationships between space, objects, & the production of sound*. Site of Sound: of Architecture & the Ear. Los Angeles: Labelle Brandon y Roden Steve editores. Eccan Bodies Press.





CONSERVACIÓN RESTAURACIÓN

Amparo Lozano

La investigación destinada a determinar el estado de conservación y realizar una propuesta de tratamiento de la obra *Cuerno*, se desarrolló como Trabajo de Fin del Máster *Conservación y Exhibición de Arte Contemporáneo* bajo la dirección de M^a Pilar Bustinduy, durante el curso 2011-2012. Finalmente, con el apoyo de la Universidad, se realizó una intervención con el propósito de favorecer su permanencia en el tiempo.

Tras casi veinte años en el exterior, la escultura ha estado expuesta a diferentes factores que han producido un deterioro progresivo.

Presentaba alteraciones derivadas de diferentes agentes, bien naturales, bien producidas por la mano del hombre. Dentro del primer grupo destacaba la foto oxidación del poliéster por los rayos ultravioletas, así como también suciedad superficial acumulada en la zona inferior, oxidación de los anclajes de hierro que la fijaban al suelo y ataque de microorganismos. Las degradaciones por fuerzas mecánicas y antrópicas se localizaban de forma más puntual,

KONTSERBAZIOA ZAHARBERRIKUNTZA

Amparo Lozano

Adarra obraren kontserbazio-egoera zehazteko eta tratamendurako proposamena egiteko ikerketa *Arte Garaikidearen Kontserbazioa eta Erakusketa* Masterraren amaierako lan gisa garatu zen 2011-2012 ikasturtean, M^a Pilar Bustinduyren zuzendaritzapean. Amaitzeko, Unibertsitatearen laguntzaz esku-hartze bat gauzatu zen, denboran iraunkorra izaten laguntzeko asmoz.

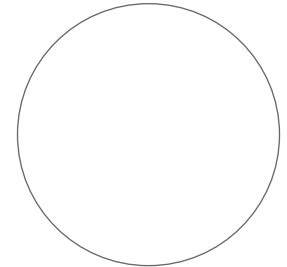
kanpoaldean ia hogeit urte eman ondoren, eskultura mailakako narriadura eragin duten hainbat faktoreren eraginaren gain da.

Hainbat eragiletatik ondorioztatutako aldaketak zituen, bai naturalak bai gizakiek eragindakoak. Lehenengo multzoaren barnean, nabarmena zen poliesterraren izpi ultramoreen ondoriozko foto-oxidazioa, baita behealdean metatutako azaleko zikinkeria, lurtean finkatzen zuten burdinazko ainguralekuen oxidazioa eta mikroorganismoen eraso ere. Indar mekanikoen eta antropikoen ondoriozko narriadurak toki zehatzetan zeuden, eta azaleran kolpeak, ebakiak, grafitiak eta erreduurak zeuden.

encontrando en su superficie golpes, incisiones, grafitis o quemaduras.

Una vez realizado el estudio del estado de conservación y sus patologías principales, se planteó una propuesta de tratamiento siguiendo los criterios establecidos en conservación-restauración de Arte Contemporáneo, la cual fue aprobada por Félix Barcina. Los procesos necesarios, a realizar tras el traslado de la escultura a la instalación actual, consistían en limpieza, eliminación de microorganismos, consolidación, sustitución de anclajes y aplicación de una capa de resina de poliéster más resistente que la original a la foto oxidación.

Kontserbazio-egoerari eta haren patologia nagusiei buruzko azterlana gauzatu ondoren, tratamendurako proposamena egin zen, Arte Garaikidearen kontserbazio-zaharberrikuntzan ezarritako irizpideei jarraiki, eta Félix Barcinak proposamen hori onetsi zuen. Eskultura egungo instalaziora lekualdatu ondoren egin beharreko prozesuak honako hauek ziren: garbiketa, mikroorganismoak desagerraraztea, ainguralekuen finkapena eta ordezpena, eta foto-oxidazioaren aurrean jatorrizko geruza baino erresistenteagoa zen poliéster-erretxinazko geruza bat aplikatzea.



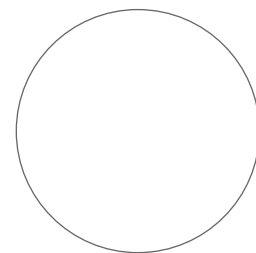


La elección del producto más idóneo se determinó gracias a la elaboración de probetas destinadas al análisis del comportamiento de los materiales en condiciones de envejecimiento acelerado y a los resultados obtenidos.

En julio de 2013, el equipo formado por los restauradores Rosalía Fernández, Sara Liébana, Amparo Lozano y Nicolás Sánchez procedió a su intervención siguiendo las premisas de la propuesta acordada con el artista.

Produktu egokiena hautatzeko, probeta batzuk prestatu ziren, materialek zahartzapen azeleratuan zuten portaera eta lortutako emaitzak aztertzeko erabili zirenak.

2013ko uztailean Rosalía Fernández, Sara Liébana, Amparo Lozano eta Nicolás Sánchez zaharbertzaileek osatutako taldeak bere esku-hartzea gauzatu zuen, artistarekin adostutako proposamenaren premisei jarraituta.





SOLUCIÓN DE APOYO DE LA ESTRUCTURA A LA CIMENTACIÓN

Jesús Cuadrado - Aitor Maturana

La estructura del cuerno se ha realizado mediante alambre de acero inoxidable que se ha curvado generando una serie de generatrices longitudinales, con apoyo en otras transversales, conformando una estructura que sirve de base a la malla que soporta la fibra de vidrio que lo recubre y le da el acabado exterior e interior.

La estructura de alambre se apoyaba en cuatro puntales, formados por un tubo metálico soldado a una placa base. Dicha placa se fijaba a la cimentación, y el otro extremo del tubo se encontraba soldado a la estructura de alambre en el cruce entre una generatriz longitudinal y otra transversal.

Este tipo de unión a pesar de funcionar correctamente no era el más adecuado, ya que es más complicado de conectar correctamente y, al encontrarse abierto por la parte superior, permitía la entrada de agua en su interior; con ello se había iniciado el proceso de corrosión del mismo.

EGITURA ZIMENDUEI LOTZEKO IRTENBIDEA

Jesús Cuadrado - Aitor Maturana

Adarraren egitura altzairu herdoilgaitzezko alanbrez egin da, eta hori makurtu da, luzetarako sortzaileak, zeharkako beste batzuetan oinarritzen direnak, sortuta eta egitura estaltzen duen eta kanpoko eta barneko akabera ematen dion beira-zuntzari eusten dion sarea oinarritzen duen egitura osatuta.

Alanbrezko egitura plaka nagusi batera soldatutako metalezko tutu batek osatutako lau eskoratan oinarritzen zen. Plaka hori zimenduei lotzen zitzairen, eta tutuaren beste muturra alanbrezko egiturara soldatuta zegoen, luzetarako sortzaile baten eta zeharkako beste baten arteko gurutzaketan.

Behar bezala funtzionatu arren, lotura mota hori ez zen egokiena, behar bezala lotzeko zailagoa baita, eta, goialdean zabalik dagoenez, barruan ura sar daiteke. Horrela, egituraren korrosio prozesua abiarazi zen. Horrez gain, lau euskarri horiek egitura azaleraren gainean igotzen zuten, presio handiagoen eraginpean jarrita.

Por otro lado, estos cuatro puntos de apoyo elevaban la estructura sobre la superficie exponiéndola a mayores esfuerzos. Del mismo modo la posición en la que se encontraban los apoyos les hacía ser estables, pero la distancia entre los mismos permitía que se produjeran ligeras deformaciones y vibraciones al acceder a su interior.

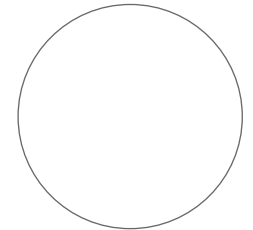
En la nueva reubicación se ha planteado una forma de unir el cuerno con la cimentación basada en un mayor número de puntos de contacto y más próximos entre sí, resueltos mediante la soldadura de una serie de barras de acero inoxidable embebidas en la zapata de cimentación. De esta forma, la solución planteada se encuentra en una posición más baja, más estable y con un mayor número de puntos de apoyo y, por otro lado, el elemento de conexión es más sencillo de unir con la estructura de alambre.

La solución propuesta para la cimentación también se ha elegido entre 3 alternativas propuestas, de forma que se ha buscado la solución óptima al problema de apoyo planteado, en función de los medios disponibles y la complejidad de su ejecución.

Halaber, euskarriak egoteko posizioari esker, egonkorak ziren, baina horien arteko distantziak barnealdera sartzean deformazio eta bibrazio txikiak egitea eragiten zuen.

Kokapen berrian adarra zimenduei lotzeko modu bat proposatu da, elkarri hurbilago dauden ukigune gehiagotan oinarritutakoa. Horretarako, zimendatze zapatan murgildutako altzairu herdoilgaitzezko barra batzuk soldatu ziren. Horrela, proposatutako irtenbidea euskarri gehiago dituen posizio baxuago eta egonkorrago batean dago, eta, gainera, lotura elementua errazago lotzen zaio alanbrezko egiturari.

Zimenduetarako proposatutako irtenbidea proposatutako 3 alternatibaren artean aukeratu da. Izan ere, agertutako euskarriko irtenbide egokia bilatu da, erabilgarri zeuden baliabideen eta exekuzioaren konplexutasunaren arabera.



SISTEMA DE CIMENTACIÓN

Las características del terreno en el que se encuentra ubicado el cuerno, con la presencia de roca a una reducida distancia de la superficie, así como las características del elemento que se va a apoyar en la misma, en este caso una estructura de alambre y fibra de vidrio con un peso muy reducido, hacen que se plantee una cimentación superficial como elemento de apoyo, comúnmente denominada “zapata”.

ZIMENDATZE SISTEMA

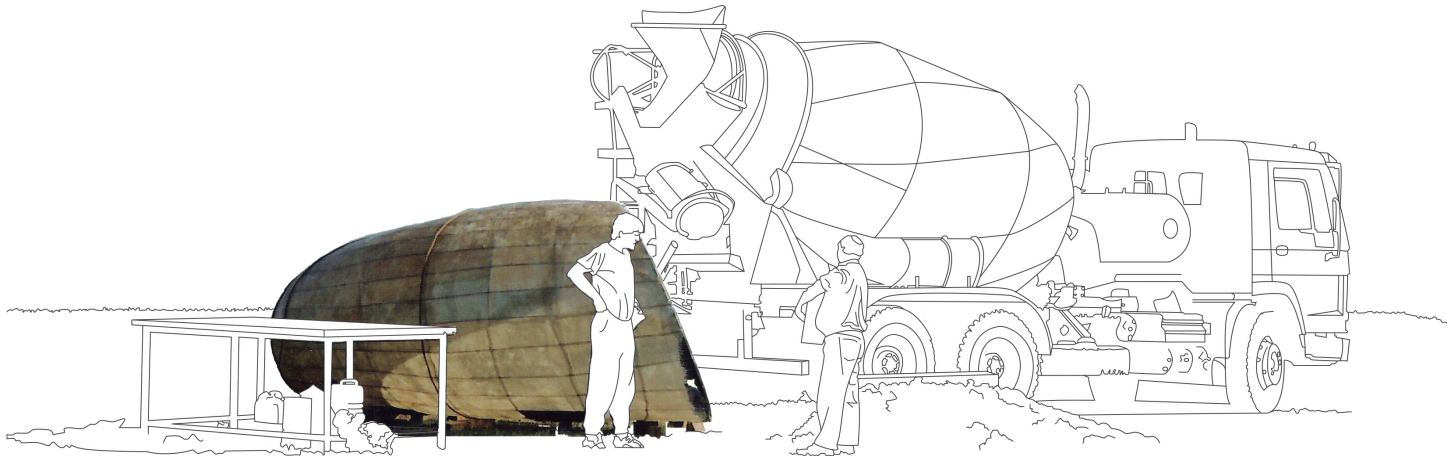
Adarra hartzen duen luraren ezaugarriak (azaleratik distantzia txikian haitza dago) eta horren gainean jarriko den elementuaren ezaugarriak (kasu honetan, pisu txiki-txikia duen alambre eta beira-zuntzeko egitura) direla eta, azaleko zimenduak proposatu dira euskarri gisa, “zapata” deitu ohi direnak.

En este tipo de estructura, el principal problema que se puede dar en su apoyo con la cimentación no es la carga vertical, ya que dispone de un peso muy reducido, sino el efecto de vuelco o deslizamiento que se podría dar por acción del viento sobre esta estructura tan ligera.

El efecto es debido a que el conjunto cimentación estructura se comportaría de forma similar a un barco, donde la estructura haría de vela y la cimentación de casco.

Egitura mota horretan, zimenduekiko euskarrian ager daitekeen arazo nagusia ez da karga bertikala, pisu txiki-txikia baitu, baizik eta egitura hain arinaren gainean haizearen eraginez gerta daitekeen iraulketa edo irristatze efektua.

Iraulketa efektua sortzen da, zimenduek eta egiturak osatutako multzoak itsasontzi baten moduan jokatuko lukeelako, egitura bela eta zimenduak kroskoa izango lirakeela.



En nuestro caso si el peso y las dimensiones de la zapata son reducidos, el efecto del viento sobre el cuerno podría generar que se levantara la cimentación, volcando la estructura. El efecto de deslizamiento es similar, sin llegar al vuelco, puede ocurrir que la cimentación en contacto con el suelo no tenga suficiente rozamiento para evitar el movimiento horizontal y se produzcan ligeros movimientos de la misma. En esta estructura el problema de deslizamiento es menos grave que el vuelco, al encontrarse toda la estructura apoyada en el mismo elemento de cimentación.

Estos posibles problemas que se dan con relación a la definición del sistema de cimentación se han tenido en cuenta en el cálculo, donde además de contemplar las acciones establecidas por la normativa con relación a la fuerza del viento (CTE-DB-AE: Código Técnico de la Edificación – Acciones en la Edificación), se han tenido en cuenta las diferentes combinaciones de posibles efectos perjudiciales, para poder evitar estos problemas.

Gure kasuan, pisua eta zapataren neurriak txikiak badira, haizeak adarraren gainean eragindako efektuak zimenduak altzatzea eragin lezake, egitura iraulita. Irristatze efektua antzekoa da: irauli gabe, gerta liteke lurra ukitzen duten zimenduek behar bezalako marruskadura ez izatea, mugimendu horizontala saihesteko, eta horretan mugimendu txikiak egotea. Egitura horretan iraulketa irristatzea baino larriagoa da, egitura osoa zimendatze elementu berean oinarrituta baitago.

Zimendatze sistemaren definizioari dagokionez egon daitezkeen arazo horiek kontuan hartu egin dira kalkuluan. Horretan, araudiak (CTE-DB-AE: Eraikuntzaren Kode Teknikoa – Eraikuntzako Ekintzak) haizearen indarrari buruz ezarritako ekintzez gain, balizko efektu kaltegarrien konbinazio guztiak hartu dira kontuan, arazo horiek saihestu ahal izateko.

De esta forma se han planteado las siguientes alternativas de cimentación con relación a sus dimensiones básicas en planta y en alzado:

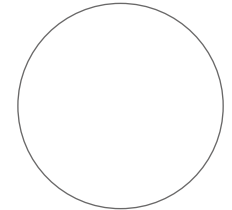
Alternativa 1: Zapata de 1,5 m de anchura x 2 m de longitud y 50 cm de altura.

Alternativa 2: Zapata de 2 m de anchura x 2 m de longitud y 40 cm de altura.

Alternativa 3: Zapata de 1 m de anchura x 3 m de longitud y 50 cm de altura.

Horrela, zimenduetarako honako alternatiba hauek proposatu dira, oinplanoko eta altxaerako oinarritzko neurriei dagokienez:

-
1. alternatiba: 1,5 m-ko zabalera x 2 m-ko luzera x 50 cm-ko altuera dituen zapata.
 2. alternatiba: 2 m-ko zabalera x 2 m-ko luzera x 40 cm-ko altuera dituen zapata.
 3. alternatiba: 1 m-ko zabalera x 3 m-ko luzera x 50 cm-ko altuera dituen zapata.
-



Estas tres alternativas cumplen los requisitos planteados para evitar los problemas anteriormente descritos, la elección de una u otra está condicionada principalmente a las características del terreno en el que se vaya a ubicar la estructura, debido a las necesidades de espacio horizontal. Se ha planteado por ello y debido a las dimensiones del cuerno, con una longitud cercana a los 8 metros, como mejor solución, la alternativa 3 ya que esta solución quedaría más oculta bajo el volumen de la escultura, pudiendo adaptar su posición a la topografía que presente el terreno en el que se ubique la misma. la Alternativa 3 se plantea por tanto, como la más adecuada de cara al mejor comportamiento de la estructura del cuerno ya que permite una mayor superficie de apoyo en la base del cuerno lo que reduce la posible deformación del cuerno en la zona volada y por otro lado permite también una mayor adaptación a la topografía del terreno.

Hiru alternatiba horiek aurretik deskribatutako arazoak saihesteko agertutako betekizunak betetzen dituzte. Bataren ala bestearen aukeraketa egituraren kokapena izango den lurrazen ezaugarrien baldintzapean egon nagusiki, espazio horizontalaren beharrianak direla eta. Horregatik, eta, adarraren neurriak kontuan hartuta, 3. alternatiba proposatu da, irtenbide onena delakoan, 8 metro inguruko luzera izanda. Izan ere, irtenbide hori ezkutuago egongo litzateke eskulturaren bolumenaren azpian, haren posizioa kokapenaren lurra duen topografiara egokitu ahal izanda. Beraz, 3. alternatiba egokiena omen da, adarraren egituraren portaera hobera begira. Izan ere, adarraren oinarrian oinarritzeko azalera handiagoa ahalbidetzen du, eta horrek, alde batetik, adarraren balizko deformazioa gutxitzen du guene irtenean eta, beste aldetik, lurra topografiara hobeto egokitzeke aukera ematen du.

Alternativa 3: Zapata de 1 m de anchura x 3 de longitud y 50 cm de altura. Variantes de posición de la zapata: (1) Zapata recta.

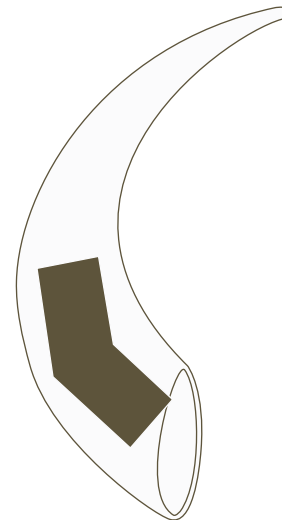
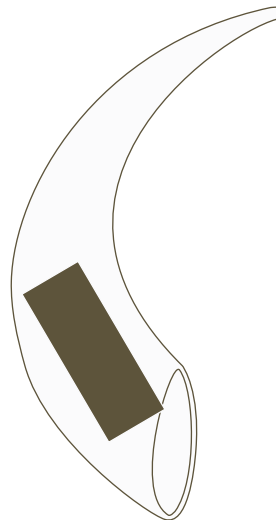
Alternativa 3: Zapata de 1 m de anchura x 3 de longitud y 50 cm de altura. Variantes de posición de la zapata: (2) Zapata quebrada.

La solución adoptada finalmente ha sido la realización de una zapata recta, debido a que su construcción es más sencilla, evitando el doblar las barras de la armadura de la zapata para hacer el quiebro.

3. alternatiba: 1 m-ko zabalera x 3 m-ko luzera x 50 cm-ko altuera dituen zapata. Zapataren posizioaren aldakuntzak: (1) Zapata zuzena.

3. alternatiba: 1 m-ko zabalera x 3 m-ko luzera x 50 cm-ko altuera dituen zapata. Zapataren posizioaren aldakuntzak: (2) Zapata malkartsua.

Azkenean hartutako irtenbidea zapata zuzena izan da, haren eraikuntza errazagoa baita, zapataren armaduraren barrak ez baitira tolestu behar iskina egiteko.



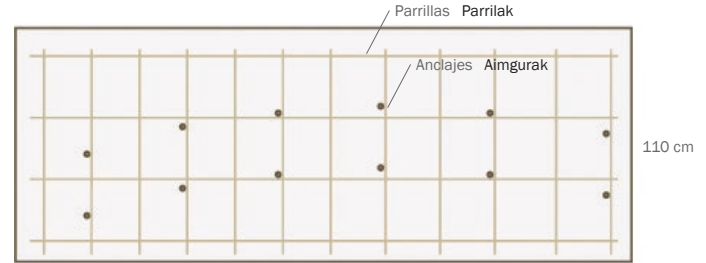
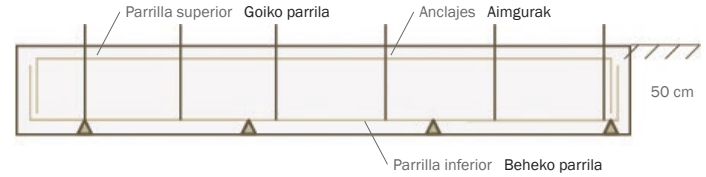
MATERIAL UTILIZADO EN LA CIMENTACIÓN

La cimentación es un elemento que se encuentra en contacto con el terreno, de forma que el material que se utiliza habitualmente en su resolución es el hormigón armado, por su carácter pétreo, formáceo y la buena durabilidad que presenta, al encontrarse en contacto con el terreno. Es importante realizar una buena ejecución del mismo para garantizar esta durabilidad y se encuentra ligada principalmente a la separación de las barras de acero presentes en el mismo con relación a la superficie de la pieza realizada, que en este caso como mínimo deben de ser 7 cm. Y del mismo modo para garantizar un correcto apoyo con el terreno es imprescindible retirar toda la tierra vegetal (entre 30 y 50 cm) y tratar de compactar la base de apoyo de la zapata.

ZIMENDUETAN ERABILITAKO MATERIALA

Zimenduak lurra ukitzen duen elementua dira. Horrela, horretarako erabili ohi den materiala hormigoi armatua da, lurrarekiko kontaktuan izaera harrizkoa eta forma-emailea eta iraunkortasun ona baititu. Garrantzitsua da horiek ondo exekutatzea, iraunkortasun hori bermatzeko, eta, horretako, altzairuzko barren eta egindako piezaren azaleraren arteko bananketari lotuta dago nagusiki. Kasu honetan distantzia hori 7 cm-koa izan behar da, gutxienez. Era berean, lurrarekiko euskarri zuzena bermatzeko, ezinbestekoa da landare-lur guztia (30 eta 50 cm artean) kentzea eta zapataren euskarria den oinarria trinkotzen saiatzea.

CIMENTACIÓN



Ambos emparrillados se atan con alambre en los laterales para garantizar que la armadura superior se encuentra a 45 cm con relación a la base de la zapata.

El volumen de hormigón necesario para realizar la zapata, es de 1,7 m³.

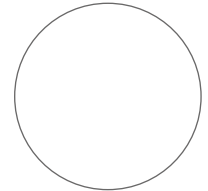
Calzos separadores de 7 cm para garantizar el recubrimiento de las barras de acero.

ZIMENDUAK

Parrila biak alambre bidez lotzen dira alboetan, goiko armatua zapataren oinarriarekiko 45 cm-ara kokatzen dela bermatzeko.

Zapata egiteko beharrezko hormigoi bolumena, 1,7 m³ da.

7 cm-ko altzagarri banatzaileak oinarrian, altzairu barren estaldura bermatzeko.



Los materiales utilizados para la realización de la zapata, han sido:

- Hormigón HA-30

- Acero Corrugado B-500S (en 2 emparrillados de barras de diámetro 12 mm formando una cuadrícula de 25 x 25 cm, una en la parte inferior y otra en la parte superior)

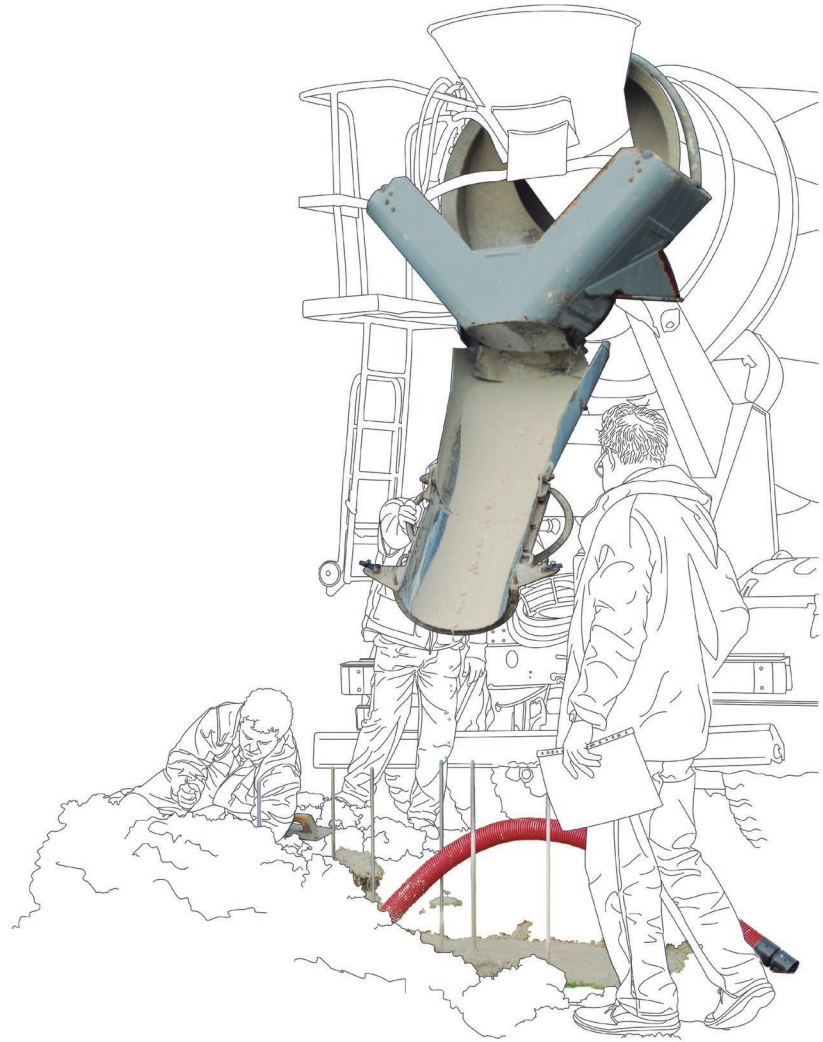
Zapata egiteko erabili diren materialak honako hauek izan dira:

- HA-30 hormigoia

- B-500S altzairu korrugatua (12 mm-ko diametroa duten barren 2 parriladuratan, 25 x 25 cm-ko laukia osatuta: bata behealdean eta bestea goialdean)







El apoyo de la estructura de alambre de la escultura con la cimentación se ha planteado mediante una serie de anclajes formados por barras de acero corrugado embebidas en el interior de la zapata (anclajes) que se han unido a la estructura metálica de la misma para garantizar una correcta unión con la cimentación.

Las varillas se han dispuesto de forma que al colocar la estructura de alambre, cada una de ellas coincida con el punto de unión, entre las que dispone la estructura en dirección longitudinal y transversal, esto es, en el cruce de ambas barras se va a realizar la unión con la cimentación. Para poder ubicar todos estos puntos de apoyo se ha realizado una plantilla de la estructura de alambre de la escultura que luego se ha tenido que trasladar a la cimentación previamente a su hormigonado, para poder conectar los anclajes con las barras superior e inferior de la cimentación y que de esta forma no se produzca el movimiento de las mismas mientras se realiza el hormigonado de la pieza.

De esta forma se garantiza la correcta posición del anclaje para que al colocar la estructura de la escultura coincidan correctamente los puntos de unión.

Eskulturaren alanbrezko egitura zimenduetan eusteko, zapataren barnean murgildutako altzairu korrugatuzko barrek osatutako ainguraleku batzuk proposatu dira; ainguraleku horiek egituraren metalezko egiturari lotu zaizkio, zimenduekin lotura zuzena bermatzeko.

Hagak honela antolatu dira: alanbrezko egitura jartzean, horietako bakoitza bat dator lotunearekin, eta horien artean egitura jartzen da luzetara eta zeharka, hau da, bi barren arteko gurutzaketan zimenduekiko lotura egin da. Euskarri horiek guztiak kokatu ahal izateko, eskulturaren alanbrezko egituraren plantilla egin da, ondoren zimenduetara lekualdatu behar izan dena, hormigoitu baino lehen, ainguralekuak zimenduen goialdeko eta behealdeko barrekin lotu ahal izateko eta, horrela, horiek ez mugitzeko, pieza hormigoitzen zen bitartean.

Horrela, ainguraketaren posizio zuzena bermatzen da, eskulturaren egitura jartzean, lotuneak zuzen bat etor daitezen.

Los anclajes disponen de una mayor longitud para que una vez posicionada la escultura se puedan cortar a la dimensión suficiente, (obtenida tras realizar el apoyo de la estructura sobre la cimentación). Posteriormente hay que realizar la soldadura entre la estructura de alambre y las varillas de anclaje.

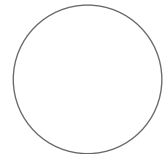
Los elementos de anclaje utilizados, han sido:

- 12 varillas de diámetro 12 mm embebidas en la cimentación y atadas a su armadura inferior superior previamente a realizar su hormigonado. Es recomendable disponer parejas de varillas en las diferentes costillas del esqueleto, para estabilizar la estructura, y distribuir las cargas y acciones sobre toda la superficie de la zapata.

Ainguralekuek luzera handiagoa daukate, eskultura jarri ondoren behar bezalako dimentsioan (egitura zimenduen gainean oinarritu ondoren lotutakoa) moztu ahal izateko. Ondoren, soldadura egin behar da alanbrezko egituraren eta ainguraketako hagen artean.

Erabilitako ainguraketa elementuak honako hauek izan dira:

- 12 mm-ko diametroa duten 12 haga, zimenduetan murgiltzen direnak eta, hormigoitu baino lehen, behealdeko eta goialdeko armadurari lotuta daudenak. Gomendagarria da hagen bikoteak jartzea armazoiaren saihetsetan, egitura egonkortzeko eta gargak eta ekintzak zapataren azalera osoan banatzeko.





LA REPRESENTACIÓN 3D DEL OBJETO

Lander Barreneitxe - Eneko Solaberrieta

El proyecto de restauración y cambio de emplazamiento del cuerno requería de una correcta acotación de toda su geometría. Aunque inicialmente se dispuso de plantillas para su construcción, la degradación estructural, cambios de localización y uso indebido habían ido modificando su forma. Era necesario utilizar algún sistema que permitiera capturar de una manera suficientemente precisa la superficie del cuerno. La principal razón era poder calcular el centro de gravedad del elemento para optimizar los anclajes y el método a utilizar en su traslado. Además, conocida la disposición de barras de la armadura interna, se podían utilizar estos datos para diseñar la armadura de espera de la base de hormigón armado en su localización final. Dicha armadura de espera no debía interferir con la propia del cuerno y tenía que facilitar un correcto agarre.

OBJEKTUAREN 3D-KO IRUDIKAPENA

Lander Barreneitxe - Eneko Solaberrieta

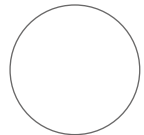
Adarra zaharberritzeko eta kokapena aldatzeko proiektuak geometria osoa zuzen mugatzeko eskatzen zuen. Nahiz eta hasieran eraikitzekeo plantillak erabili ziren, egituraren narriadura, kokapen aldaketak eta behar ez bezalako erabilera haren forma aldatzen joan ziren. Sistemaren bat erabili behar zen, adarraren azalera ondo hartzen zuena. Arrazoi nagusia elementuaren grabitate-zentroa kalkulatu ahal izatea zen, ainguralekuak eta lekualdaketa erabili beharreko metodoa optimizatzeko. Gainera, barneko armaduraren barren antolaketa jakinda, datu horiek erabil zitezkeen hormigoi armatzuko oinarriaren itxaron-armadura diseinatzeko azken kokapenean. Itxaron-armadura horrek ez zuen adarrarena oztopatu behar, eta heltze zuzena eman behar zuen.

El PDL (Product Design Laboratory) dispone de varios escáneres para la captura de superficies. Desde los más precisos de luz estructurada o los más portables de láser, pero las dimensiones del cuerno hacían inviable su uso. Se optó como opción de compromiso por la fotogrametría.

La fotogrametría utiliza una serie de fotografías y unas referencias optimizadas para obtener unas pocas medidas muy ajustadas. Se puede, por ejemplo, hallar la distancia entre varios puntos de una manera muy precisa y después usar esos puntos como referencia para solapar distintas superficies. Estas superficies escaneadas con técnicas habituales (láser, luz estructurada) son construidas a partir de millones de puntos y aunque a escala local son muy precisas su error va aumentando según nos alejamos del origen. La fotogrametría sirve para acotar ese error entre diferentes zonas alejadas entre sí.

PDLa (Product Design Laboratory) hainbat eskaner ditu, azalera kapturatzeko: Argi egituratu duen eskaner zorrotzenak eta laserra duten eskaner eramangarrienak. Dena den, adarraren neurriek hori erabiltzea eragozten zuten. Fotogrametriaren alde egin zen azkenean.

Fotogrametriak argazki eta erreferentzia optimizatu batzuk erabiltzen ditu, neurri gutxi baino oso zehatzak lortzeko. Adibidez, hainbat punturen arteko distantzia neur daiteke zehatz-mehatz, eta gero puntu horiek erabil daitezke, hainbat azalera gainjartzeko. Ohiko tekniken (laserra, argi egituratua) bidez eskaneatutako azalera horiek milioika puntutik aurrera sortzen dira, eta, nahiz eta tokiko eskalean oso zehatzak diren, haien errorea areagotzen doa, jatorritik aldentzen garen heinean. Fotogrametriak haien artean urrun dauden guneen artean errore hori mugatzeko balio du.



En nuestro caso la fotogrametría se utiliza sin referencias externas. Utilizando el software Agisoft se buscan variaciones de color consecutivas entre las distintas fotografías utilizándolas como puntos de referencia. Determinados esos puntos de referencia y con los datos EXIF de cámara almacenados en los archivos (tipo de lente, velocidad, apertura, ISO...) se puede determinar la posición de la cámara al tomar cada una de las instantáneas. Utilizando posteriormente un procedimiento de radiación se determina la posición en el espacio de cada una de las miles de referencias.

Como hay errores de lente, sensor, redondeos matemáticos, ruido, trepidación, es muy común que en grupos diferentes de fotografías un punto no coincida exactamente en el mismo sitio. Esto conlleva un proceso posterior de filtrado. Finalmente se genera la malla y si es necesario se decima para reducir el número de triángulos generados.

Gure kasuan, fotogrametria kanpoko erreferentziarik gabe erabiltzen da. Agisoft softwarea erabiltzaileak, argazkien artean ondoko ondoko kolore aldakuntzak bilatzen dira, argazkiok erreferentzia-puntu gisa erabiltzaileak. Erreferentzia-puntu horiek zehaztuta eta kamerako EXIF datuak (lente mota, abiadura, irekidura, ISO...) fitxategietan biltegiratuta, kameraren posizioa zehatz daiteke, argazki bakoitza egitean. Ondoren erradiazio prozedura erabiltzaileak, milaka erreferentzietako bakoitzaren espazioko posizioa zehazten da.

Lente, sentsore, biribiltze mekaniko, zarata, dardara eta abarretan erroreak daudenez, askotan gertatzen da argazkien multzo ezberdinetan puntu bat beti toki berean ez agertzea. Horrek ondoko iragazpen prozesua dakar. Amaitzeko, sarea sortzen da, eta, beharrezkoa bada, dezimatu egiten da, sortutako triangeluen kopurua murrizteko.

Después de dos sesiones de pruebas previas con cientos de tomas para acotar parámetros, se tomaron 173 fotografías de 16 Mpx de resolución. Desestimados los errores de trepidación o enfoque se usaron finalmente 80 imágenes.

Se crearon máscaras en todas ellas para acotar el área útil a computar en los cálculos. Zonas alejadas o cambiantes (viento, coches, viandantes) no coinciden en diferentes imágenes y deben eliminarse para evitar desalineaciones y cálculos superfluos.

Alineadas las imágenes se optó por generar la malla sin decimado (reducción de número de triángulos). Dado el número de fotografías y las dimensiones era imposible prever el resultado de un decimado automático y se debía realizar manualmente una vez verificada la correcta generación de la superficie.

De la misma manera se generó la superficie interior del cuerno. El objetivo era capturar la posición de la armadura inferior que se debía unir a la base.

El proceso de cálculo de la superficie duró aproximadamente 20 horas (i7, 16 Gb RAM, Nvidia GTX 650 Ti).

Parametroak mugatzeko ehunka argazki kontuan hartu dituzten bi proba saioen ondoren, 173 argazki hautatu ziren, 16 Mpx-ko bereizmena zutenak. Dirdira edo fokuratzeko erroreak atzera bota eta gero, azkenean 80 irudi erabili ziren.

Horietan guztietan maskarak sortu ziren, kalkuluetan zenbatu beharreko area erabilgarria mugatzeko. Urruneko guneak edo aldakorrak (haizea, autoak, oinezkoak...) ez datoz bat hainbat iruditan, eta horiek kendu egin behar dira, lerrokadurarik ezak eta funtsezkoak ez diren kalkuluak saihesteko.

Alrudiak lerrokatu ondoren, sarea dezimatu gabe sortzea hautatu zen, triangeluen kopurua murriztuta. Argazkien kopurua eta neurriak kontuan hartuta, ezinezkoa zen dezimatze automatikoaren emaitza aurreikustea, eta eskuz egin behar zen, azalera zuzen sortu zela egiaztatuta ondoren.

Modu berean sortu zen adarraren barnealdeko azalera. Helburua oinarriari lotu beharreko behealdeko armaduraren posizioa kapturatzea zen.

Azalera kalkulatzeko prozesuak 20 ordu inguru hartu zituen (i7, 16 Gb RAM, Nvidia GTX 650 Ti).

Tras limpiar la escena de todos los elementos no requeridos el modelo final tenía cerca de 20 millones de polígonos. Exportada la malla al Software Geomagic Studio se inició una fase de procesamiento de varias semanas en las cuales se fueron eliminando incorrecciones y puliendo la malla. Finalmente se decidió a 2 millones de polígonos y se convirtió a formato de superficie con una tolerancia de alejamiento máximo respecto de la malla original de 0,7 mm.

La conversión de malla a superficie es un paso ineludible para poder exportar el resultado al formato de intercambio IGES y así hacer uso de la captura en cualquier programa CAD.

Durante todo el proceso se fueron generando archivos PDF 3D (U3D) de manera que los implicados en el proyecto pudieran ver los resultados desde el lector Acrobat de formato PDF en tres dimensiones.

Irudian behar ez ziren elementu guztiak kendu ondoren, azken ereduak 20 milioi poligono inguru zituen. Sarea Geomagic Studio software-ra esportatu eta gero, hainbat astetako prozesatze aldia abiarazi zen, aste horietan akatsak kendu, eta sarea biribilduta. Amaieran, 2 milioi poligonora dezimatu zen, eta azalerako formatu bihurtu zen, jatorrizko saretik gehieneko urruntze distantzia 0,7 mm-koa zela.

Sarea azalera bihurtzea ezinbesteko urratsa da, emaitza IGES truke formatu esportatu ahal izateko eta horrela kaptura edozein CAD programatan erabiltzeko.

Prozesu osoan PDF 3D (U3D) fitxategiak sortzen joan ziren. Gauzak horrela, proiektuko kideek emaitzak ikus zitzaizketen PDF formatu hiru dimentsioko Acrobat irakurgailutik.

