Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Diseño, Arquitectura y Estudios Urbanos
Escuela de Arquitectura

Florencia Galecio Donoso

Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia
Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Arquitecta y Magíster en Arquitectura.

© 2021-2

Santiago de Chile
Septiembre 2021

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

ARQUITECTURA ENTRE LO INMUNOLÓGICO Y LO MICROSCÓPICO:

La reconfiguración del *existenzminimum* a través del acto de cuidar *(coidar, cogitare)* en los salares de Atacama ante la crisis climática.

Profesores Guía: Pedro Alonso
Javier Ruiz
Ayudante: Pablo Gubbins

Florencia Galecio Donoso

Tesis para optar al grado de magister
en arquitectura

© 2021-2

(001)

Origen desconocido

Micrografía de vórtices de Lorentz en una película de niobio a 4,5 K y 100 G. Las manchas diminutas corresponden a vórtices. Con cuidado se observa una mancha que consta de regiones oscuras y brillantes. La orientación del vórtice está determinada por la linea que divide las dos regiones. Las lineas oscuras son curvas de nivel donde inciden los electrones dispersos fuertemente devido a la reflexión de Bragg.

(002)

Origen desconocido

Gravitational lens in Galaxy Cluster Abell 2218. Hubble Space Telescope. Wide Field Planetary camera 2.

Lo inmuno-lógico y lo micros-cópico

Abstract 6

Introducción 11

La crisis climática: desde lo microscópico y hacia lo inmunológico 12
Simbiosis en lo microscópico 14
Existenzminimum 21

Capítulo I: El escenario 27

El fin del mundo 28
El Escenario Global 29
El Escenario Local 30

Capítulo II: Los objetos 47

El búnker 50
Las cápsulas 54
El refugio 58

Capítulo III: Los sujetos 67

El desarrollo del Sistema Inmunológico 69
El sujeto invasor 71
El sujeto inmunológico pasivo 72
El sujeto inmunológico activo 74
El sujeto-objeto 76

Anexos 78

Anexo: Lo Inmunológico 78
Anexo: El desierto de Atacama 82
Anexo: Tecnologías 84
Anexo: Imágenes 90

Abstract

En la presente tesis se propone una discusión sobre lo microscópico y lo inmunológico, desde el punto de vista del diseño de tres elementos principales: el diseño de proyectos arquitectónicos (cápsula, búnker y refugio), el diseño de un escenario ecológico donde se situarán estos proyectos; y el diseño del sujeto que habrá de habitarlos.

En orden lógico, la tesis introduce el mundo microscopico y la idea de defensa en donde el ejercicio comienza desde el diseño del escenario, considerando evidencia científica sobre las amenazas que la actual crisis climática global anuncia, y desde donde se proponen estrategias de mitigación que alivien ciertas aristas del problema. Se indaga sobre las maneras en que es posible concebir la arquitectura desde una revisión contemporánea del *cuidado* y acerca de la simbiosis entendida como la imitación acerca de la adaptabilidad de las especies en el habitar, la convivencia entre especies y la aplicación del concepto *existenzminimum* en torno a los actos de habitar simbióticos desde el punto de vista ecológico crítico.

Ecosistemas microscópicos e invisibles adquieren relevancia en torno a sus efectos. En términos del diseño del sujeto, la tesis problematiza la existencia de un sujeto no-humano y humano en donde las bacterias como agentes abren el escenario, los sistemas tecnológicos, las redes y los objetos que la tesis elabora. Lo microscópico se decreta como agente de riesgo a través de la *Resistencia Antimicrobiana,* al tiempo que actúa como un agente positivo que proporciona inmunidad a través de ecosistemas extremófilos hallados en el desierto de Atacama. Esto significa un potencial activo dentro de las posibles respuestas ante la crisis climática, teniendo en cuenta además la acción de microorganismos provenientes de los Sistemas de Soporte Vital Bioregenerativos a efectos de proporcionar co-habitats nuevos para sujetos humanos (y no tan humanos).

Dentro de la propuesta entran en juego las practicas performáticas de los agentes involucrados en el ciclo de protección y simbiosis: sujetos microbióticos y sujetos humanos inmersos en los salares del Desierto juegan un rol importante al momento de hablar acerca de la vida en la tierra o incluso fuera de ella. El acto reciproco de *cuidar* ecosistemas frágiles que mantienen la vida de otras especies —a través de la arquitectura, al igual que el intento por adaptarse al desierto— se desarrolla mediante tres tipos de objetos insertos dentro de un sistema de protección, visualización y adaptación interconectado en base a la recolección de recursos.

A través de múltiples escalas y sobre las magnitudes del desierto, el proyecto responde a la problemática acerca de las amenazas y urgencias que recorren el escenario local con respecto a la escasez hídrica, al aumento de las temperaturas y las amenazas antrópicas. Por otro lado, de acuerdo con las amenazas a escala global, el proyecto para los sujetos significa la *exposición de lo invisible* ante las amenazas globales en donde es se puede considerar lo microscópico como un factor de mitigación dentro de los sistemas futuros. De esta manera el sujeto humano cuida al sujeto Microbiótico dentro de un *ciclo simbiótico* en donde es posible, a partir de las practicas defensivas y el cohabitar, examinar cual es el rol de la arquitectura, la infraestructura y la tecnología en contextos críticos y en escenarios desoladores.

(003)
Otto Warburg
1913-1922
Die Pflanzenwelt, Publicado por *Leipzig: Bibliographisches Institut*

Información preliminar: en un esfuerzo por habitar la Tierra dañada abrimos paso a una lectura que tiene por instrucción (no obligatoria) leer aquello que se encuentra en negro, y si el ánimo es suficiente conseguir leer en diagonal lo que fue rotulado en este color.

el acto en simbiosis- de una lectura sobre Arts of Living in a Damaged Planet Ghosts and Monsters of the Anthropocene (cita traducida en la página siguiente)

"La habitabilidad de la Tierra esta en juego, quizás no para las bacterias extremófilas, sino para las muchas otras formas de vida que los humanos y otras especies compañeras han aprendido a amar. Las crecientes crisis sobre contaminación química, apropiación de tierras, y pérdida de biodiversidad impulsan la interdisciplinariedad mediante el diálogo y llamadas urgentes a la acción. La escarpada magnitud de disrupción ha empujado a científicos, artistas y humanistas a reconsiderar las relaciones entre naturaleza y cultura, sujetos y objetos de conocimiento, héroes y fantasmas del progreso. Un gran desafío significa pensar en conjunto la actividad geológica, biológica, química y cultural, como una red de interacciones con historias compartidas y futuros inestables. Hay algo parecido a un mito en esta tarea: consideramos de nuevo a los seres vivos y los muertos; la capacidad de hablar con seres invisibles y cósmicos; y la posibilidad del fin del mundo"

0 **Anna Lowenhaupt Tsing, Heather Anne Swanson, Elaine Gan, y Nils Bubandt** "ARTS OF LIVING ARE NECESSARY BECAUSE OF THREATS TO OUR SURVIVAL. " en Arts of Living on a Damaged Planet Ghosts and Monsters of the Anthropocene. (Minneapolis: University of Minnesota Press. 2017) p.175.

Introducción

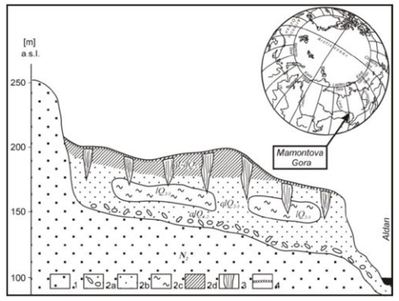
La crisis climática: desde lo microscópico y hacia lo inmunológico

> *«Si algún día se lleva a cabo la expansión de la vida más allá de la Tierra, no será para hacer honor a la humanidad como tal humanidad. Más bien será para acreditar a la humanidad como un sistema en evolución simbiótica que se basa en los microorganismos, está reforzado tecnológicamente y se encuentra interconectado de manera global. A la larga, los mapaches podrían también manufacturar y lanzar sus ecosistemas como biosferas espaciales, estableciendo sus rostros de bandidos con antifaz en otros planetas, como una avanzada de un extraño caldo de cultivo de Gaia.»*[1]

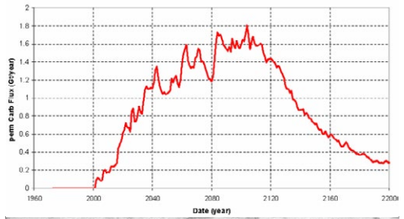
LA CRISIS climática es un término que engloba lo que se conoce por *calentamiento global*, el cambio climático y sus consecuencias. Hablar de crisis climática no es lo mismo que hablar de cambio climático, ya que el segundo es más bien una expresión acerca de las variaciones climáticas, y siempre ha sucedido. Por otro lado el término emergencia expone la magnitud que implica una serie de cambios climáticos abruptos que van en conjunto con crisis de diferente índole.

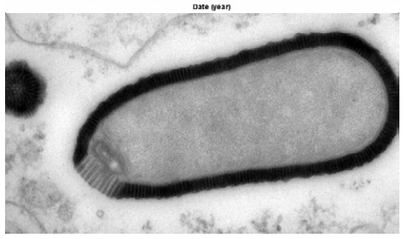
En este sentido sobre la crisis se puede advertir cuales son los factores que en ella residen. Aparece en los inicios de esta tesis el interés por revisar ecosistemas que inciden a escala planetaria de manera silenciosa. Wallace-Wells, expone en el primer párrafo de *Plagues of Warming,* a l*a roca como un registro de la historia lanetaria de hace millones de años, y a los campos de hielo como un libro de contabilidad climática milenaria.*[2]

A raíz del alza en las temperaturas y de los cambios abruptos, la historia congelada del Ártico comenzó a descongelarse, en donde virus, bacterias y enfermedades residen congeladas sin manifestaciones previas aparentes.[3] (01,02,03) Frente a esto los sistemas inmunológicos de múltiples especies se enfrentan a nueva información, y las plagas prehistóricas que emergen del hielo *Permafrost,* significan la aparición de un aspecto critico proveniente del derretimiento de los hielos. Si bien este hecho no es el primero de índole sanitaria, si denota de un vínculo entre emergencia climática y el desenlace de fenómenos críticos sanitarios y climáticos, ligados a lo microscópico y la inmunidad.



Permafrost Carbon Flux

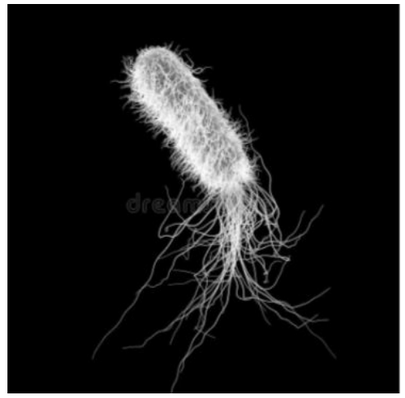


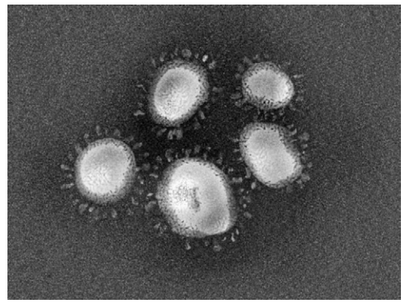


(01)
Gráfico Superficie Permafrost Siberia.

(02)
Gráfico nivel de flujo de carbono a través del permafrost respecto al aumento de las temperaturas desde 1960 con una proyección a 2100.

(03)
Nuevo virus proveniente del Permafrost. *Pithovirus sibericum,* nuevo tipo de virus en un permafrost de hace 30.000 años y han logrado revivirlo, produciendo una infección.





(04)
Pseudomonas aeruginosa Pseudomonas aeruginosa es una especie de bacterias Gram-negativas, aeróbicas, con motilidad unipolar. Es un patógeno oportunista en humanos y también en plantas.

(05)
SarsCov-2 visualiizado en el microscopio

La aparición de estos párrafos color verde agua abre paso a una serie de interludios, tales como una pieza músical que se interpreta entre dos partes de una misma obra. Los interludios complementan la conexión sobre las ideas expuestas, además de profundizar en ciertos aspectos que podrían llegar a escaparse de lo que aquí convoca: arquitectura.

Las prácticas de cuidado se ligan hoy a las urgencias que rodean el campo de lo enigmático. Por un lado, el cuidado en palabras simples puede referirse al cuidado del medio ambiente, más aquí emerge la importancia de cuidar lo que no se puede ver ante problemáticas climáticas.

El reciente descubrimiento de variantes resistentes en torno al SARS-CoV-2 hoy define la dirección sobre la cual se traza el futuro crítico de esta tesis. La población atraviesa una crisis sanitaria derivada de la crisis climática, que contempla crisis económicas, sociales y políticas, las cuales provienen de múltiples errores en la comprensión sobre el trato entre el humano y su medio.

1 **Lynn Margulis y Dorion Sagan.** *Micrococosmos:* Cuatromil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos. (Barcelona: Tusquets Editores S.A, 1995) p.23.

2 **David Wallace-Wells.** “Plagues of Warming” en The Uninhabitable Earth Life After Warming. (Nueva York: Tim Duggan Books. 2019) p.111.

3 **NASA,** 2005. NASA Finds Life at Extremes. https://www.nasa.gov/vision/earth/livingthings/extremophile1.html : The bacterium--the first fully described, validated species ever found alive in ancient ice--is NASA's latest discovery of an “extremophile.” Extremophiles are hardy life forms that exist and flourish in conditions hostile to most known organisms, from the potentially toxic chemical levels of salt-choked lakes and alkaline deserts to the extreme heat of deep-sea volcanoes and hydrothermal vents. NASA and its partner organizations study the potential for life in such extreme zones to help understand the limitations of life on Earth and to prepare robotic probes and, eventually, human explorers to search other worlds for signs of life. That search is a key element of the Vision for Space Exploration, the ambitious effort to return Americans to the Moon and to conduct robotic and human exploration of Mars and other worlds in our Solar System, which might conceal life forms unimaginable to us--thriving in conditions few Earth species could tolerate.

Simbiosis en lo microscópico

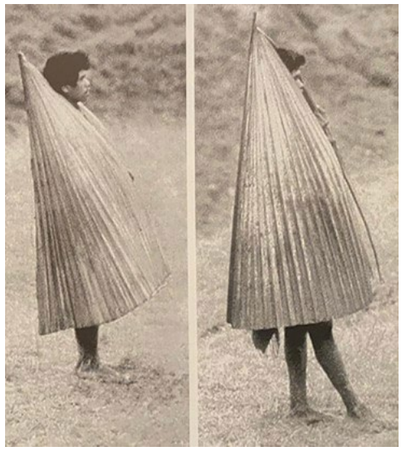
Jaehwan Park en su exposición Erussisiom incluye el experimento del mundo microscópico en donde declara *"Llevar el mundo invisible de los microorganismos al mundo visible es otra forma de actualizar el mundo ficticio."*[4] En 1590 Zacharias Janssen[5] inventó el primer microscopio óptico, y luego el bacteriólogo holandés Antony Van Leeuwenhoek[7] fabricó más de 550 microscopios con el fin de mejorar la calidad del instrumento.[7] El microscopio, como herramienta, permite observar y examinar con detenimiento lo invisible a ojos humanos. A través de este es posible visualizar y representar pequeños mundos, lo cual da cuenta de la importancia que estos mundos tienen, en donde ignorar su acción por sobre otras especies guarda directa relación con la extinción de lo que se conoce hoy como *humanidad*.[8]

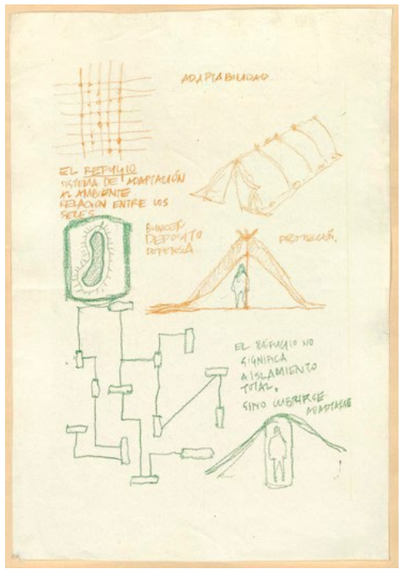
La teorización sobre el *microcosmos* a raíz de la teoría endosimbiótica de Margulis, y Sagan, desde el punto de vista evolutivo, establece al *ser* denominado *humano* como un recién llegado en la tierra, y casi ninguna especie existe a su misma escala y en un estadio evolutivo tan temprano.[9] El *microcosmos* adoptado en esta tesis no hace referencia al término filosófico que se contrapone al macrocosmos, sino que alude al término que emplean los autores para referirse al mundo invisible: *las bacterias.*

En *Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors* contrariamente a la visión neodarwiniana de la evolución como un conflicto, y por sobre la idea de aquel que sobrevive es el más fuerte, Margulis y Sagan plantean una visión interactiva y simbiótica sobre la vida en la tierra desde una perspectiva bacteriológica.[10] Lo anterior no se trata sobre una inversión acerca de las jerarquías entre el humano y los microorganismos sino ante la materialización de múltiples agentes: la visión microbiana plantea convivencia y no una dicotomía entre especies. (08)

Las cualidades de adaptación y acción performática de los seres invisibles en condiciones críticas presentan posibilidades de existir para las demás especies.[11] La adaptabilidad de los microorganismos se adopta como una cualidad replicable dentro de estos escenarios, ya que por medio de constantes y rápidas transformaciones a las condiciones ambientales, los organismos del *microcosmos* se expanden, cambian su disposición, morfología y sus sistemas de manera evolutiva, siendo el pilar sobre el cual se apoya la biota entera en donde su red de intercambio global afecta —en última instancia— a todos los seres vivos. Por lo tanto, aquí se designan caminos sobre los cuales es posible convertir el acto de habitar en un acto en simbiósis, es decir, de complementar cualquier acto performático con la implicación de otras especies microscópicas.

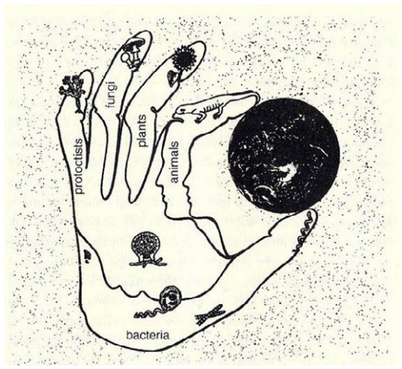
Durante los primeros dos mil millones de años los únicos habitantes de la tierra fueron exclusivamente microorganismos y hasta hoy, son los precursores de todos los sistemas químicos esenciales. Al mismo tiempo, estos desmantelan y provocan durante su evolución depresiones devastadoras tales como epidemias, pandemias y extinciones.[12] Así, el mundo bacteriano, inmenso en su extensión, denota una dualidad entre amenaza y rescate.





(06)
Transfer: erkennen und bewirken. p.123.

(07)
Dibujo de elaboración propia. Primeros croquis sobre la relación de los objetos respecto a la bacteria.



(08)
Lynn Margulis y Karlene V. Schwartz
1987
Five Kingdoms: Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth. Publicado por W. H. Freeman and Co.

4 Por tanto, su experimento utiliza el pequeño mundo del molde como metáfora para mostrar cambios a gran escala, como el movimiento de los continentes. Llevar el mundo invisible de los microorganismos al mundo visible es otra forma de actualizar el mundo ficticio. El nuevo punto de vista es ver la situación que se ha desarrollado pasando por el cambio de proporciones. Esto confirma y reconoce el punto de vista del ser humano bajo una nueva luz. El experimento de Park proporciona razones para prestar más atención al fenómeno, en lugar de cambiar la perspectiva y la cognición del ser humano.

5 Zacharias Janssen (1588-1638) construyó el primer microscopio compuesto de dos lentes, que consistía en un simple tubo de unos 25 cm de longitud y 9 cm de ancho con una lente convexa en cada extremo.

6 Antony van Leeuwenhoek (1632-1723), junto con Robert Hooke, fue de los primeros en descubrir el universo microscópico. *A pasado a los libros de historia como el padre de la microbiología, por sus excepcionales observaciones del mundo microbiano a través de unos sencillos microscopios que él mismo se construía. Sus descripciones sobre la maravillosa vida microscópica que se esconde en una gota de agua fueron recibidas al principio con escepticismo por muchos científicos de la época, incluso de la prestigiosa Royal Society londinense. Leeuwenhoek fue la primera persona que vio bacterias.*

7 **Marcos Restrepo**. "Anton Van Leeuwenhoek: Breve historia de un descubrimiento en Revista Hechos Microbiologicos 3(2); 99-102. Universidad de Antioquia, 2012. *«Fabricó 550 microscopios durante su vida. Logró en sus aparatos obtener hasta 300 aumentos. Estudió en sus experimentos: protozoos, bacterias, mohos, capilares, glóbulos rojos, espermatozoides, cristales de sales, fibras musculares, pieles y pelos del hombre y de varios animales, escamas de pescados, semillas y cortezas de plantas y árboles, insectos como pulgas, piojos, mosquitos, etc.12 Envió más de 400 cartas a la Real Academia de Ciencias de Londres con informes de sus experiencias. Exploró la fisiología y la reproducción. Incursionó en la botánica y entomología. Se considera que es el pionero de la bacteriología y la protozoología. En general, abrió para la ciencia una puerta hacia el mundo microscópico.»*

8 **Lynn Margulis y Dorian Sagan.** Microcoosmos: Cuatromil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos. (Barcelona: Tusquets Editores S.A. 1995) p.27. *«La ilusión de considerar el ser humano independiente de la naturaleza es un caso peligroso de ignorancia.»*

9 **Lynn Margulis.** "Individualidad por incorporación" en Una revolución en la evolución. (Valencia: Universitat de Valencia. 2003) *«En primer lugar, un tipo de bacteria amante del dióxido de carbono y del calor, llamada arqueo bacteria anaerobia (o termoacidófila), se fusionó con una bacteria nadadora. Juntos, los dos componentes integrados de la fusión se convirtieron en el nucleocitoplasma, la sustancia base de los ancestros de las células animales, vegetales y fúngicas. Este temprano protista nadador era, como sus descendientes actuales, un organismo anaerobio. Envenenado por el oxígeno, vivía en arenas y lodos donde abundaba la materia orgánica, en grietas de las rocas, en charcos y estanques donde este elemento estaba ausente o era escaso.»*

10 **Lynn Margulis y Dorian Sagan.** Microcoosmos: Cuatromil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos. (Barcelona: Tusquets Editores S.A. 1995) p.22. *«Qué es el ser humano? ¿Y la Tierra? ¿Qué relación existe entre ambos, si es que se trata realmente de dos cosas distintas? Microcosmos plantea estos amplios interrogantes desde la perspectiva particular de un planeta cuya evolución ha sido principalmente un fenómeno bacteriano.»*

11 **Lynn Margulis y Dorian Sagan.** Microcoosmos: Cuatromil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos. (Barcelona: Tusquets Editores S.A. 1995) p.48. «Pero durante las últimas décadas se ha producido una revolución en las ciencias de la vida. Las pruebas fósiles de la existencia de vida microbiana primitiva, la decodificación del DNA y los descubrimientos en relación a la composición de nuestras propias células han hecho saltar por los aires las ideas establecidas sobre el origen de la vida y la evolución en la Tierra. Ante todo, nos han mostrado la insensatez de considerar el ser humano como especial, totalmente distinto y supremo. El microscopio ha ido mostrando gradualmente la inmensidad del microcosmos y ahora nos proporciona una visión sobrecogedora de nuestro verdadero lugar en la naturaleza.»

A los seres microscópicos se les puede denominar biotecnología vetusta que conduce procesos como la fotosíntesis, la fermentación, la utilización del oxígeno para la respiración, y la fijación del nitrógeno atmosférico, entre otros. La teoría de Margulis y Sagan expone la importancia de considerar dicho potencial dentro de los procesos a los cuales se enfrentan las especies. La autora utiliza el concepto de *Gaia,* vinculado a la teoría de Lovelock y Latour, sin embargo su visión guarda relación con la capacidad de sintetizar un concepto más amplio dentro de una red de ecosistemas en donde las bacterias cumplen un rol fundamental.

La visión holística de los autores dentro de la tesis se traduce en cuanto a la cooperación entre especies; como lo plantea Donna Haraway a través del término *simpoiesis* desarrollado dentro del Chtuluceno.[13] En este sentido, para Haraway, el actuar ya no es autopoiético[14] sino que es simpoiético.[15]

Haraway extrae de Margulis la propuesta del *Reino Procariota* como parte fundamental de la simpoiesis en un sentido menos exclusivo hacia las bacterias, y más propio de una evolución conjunta.[16] Por sobre la especificidad en torno al origen, la tesis elabora una visión orientada hacia la colaboración, que más allá de ser una oda bacteriológica, es una captura acerca de lo que puede significar la comprensión de lo microscópico.

La simbiogénesis resumida en *«unirnos completamente»* deviene de una lectura exhaustiva que realiza Haraway sobre Mil Mesetas[17], *en donde lo ordinario es una danza barrosa entre múltiples compañeras, produciendo formas e involucrando especies. Son tortugas hasta abajo; compañeros que no preexisten, son intra-acciones constitutivas en cada pliegue de tiempo y espacio.[18] (09)*

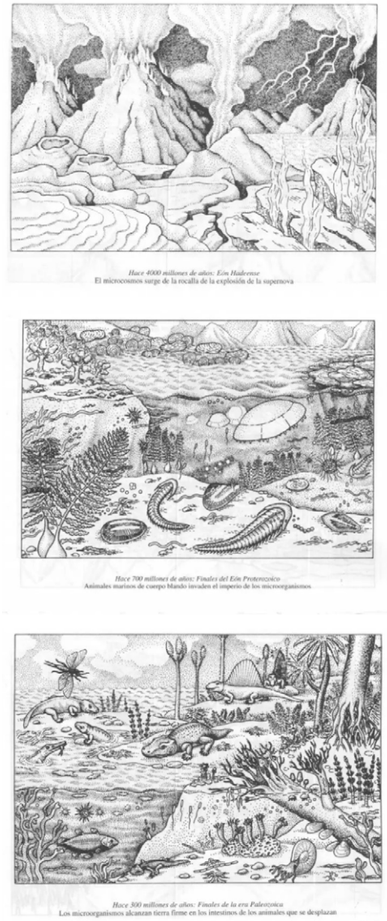
12 Ibidem.

13 **Donna Haraway.** Staying with the Trouble. (Carolina del Norte: Duke University Press. 2016.)«The unfinished Chthulucene must collect up the trash of the Anthropocene, the exterminism of the Capitalocene, and chipping and shredding and layering like a mad gardener, make a much hotter compost pile for still possible pasts, presents, and futures»

14 Léase **Lynn Margulis y Dorian Sagan.** Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species. (Nueva York: Basic Books. 2002.) p. 40. *«Ningún objeto material menos complejo que una célula puede sostenerse a sí misma y a sus propios límites sin una identidad que la distinga del resto de la naturaleza. Las entidades vivas autopoiéticas mantienen su forma y a menuda cambian su forma (se "desarrollan"), pero siempre a través de la materia y la energía»* Lo autopoiético refiere directamente a autoconstrucci

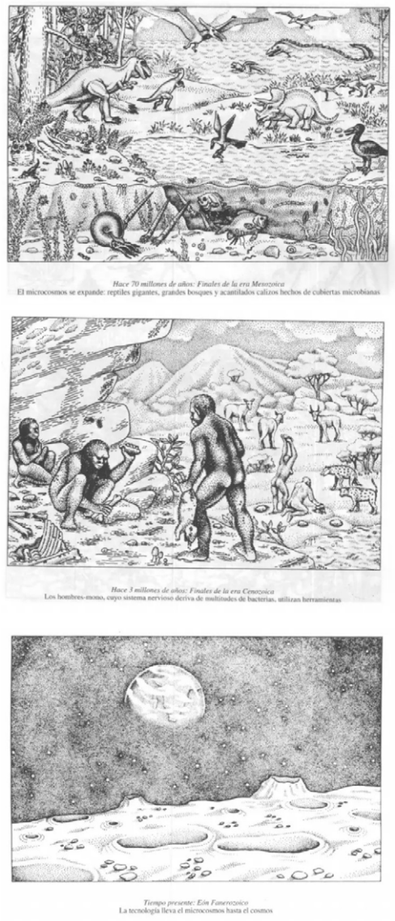
15 Lo que quiere decir hacer-vivir juntos.

16 **Donna Haraway.** When Species Meet. (Minnesota: University of Minnesota Press. 2008) p.55-56 *«Bacteria pass genes back and forth all the time and do not resolve into well-bounded species, giving the taxonomist either an ecstatic moment or a headache. "The creative force of symbiosis produced eukaryotic cells from bacteria. Hence all larger organisms—protests, fungi, animals, and plants—originated symbiogenetically. But creation of novelty by symbiosis did not end with the evolution*



(09)
Lynn Margulis
1995

Etapas de la evolución



La autora habla acerca de los contagios y las infecciones como factores que hieren el narcisismo de los que aún sueñan con el excepcionalísimo humano. Desde esta perspectiva, la traducción sobre la teoría de Margulis se orienta en este caso, hacia la adopción de lo microscópico como la posibilidad de habitar escenarios catastróficos dentro de una dualidad entre amenaza y rescate.

Esta dualidad insinúa la definición de conceptos que dirigen el estudio de lo microscópico en pos de una fusión entre especies y sobre el análisis acucioso de células en términos científicos. Desde temáticas tales como la *Epidemiología*, ligada a las urgencias globales, surge la confrontación entre microorganismos positivos y negativos.

La *epidemiología* adhiere un componente fundamental en términos de la propuesta teórica inicial; el efecto sobre un gran número de especies se desprende de lo individual hacia *lo colectivo*. Del término epidemiología se extraen componentes teóricos respecto a la tesis y el proyecto, sin ahondar en lo que la epidemiología como tal podría llegar a incidir en ambos.

Es una ciencia joven, y hay quienes remontan sus orígenes a Hipócrates, y heredada por Pasteur.[19] Varios autores la retoman y el epidemiólogo ruso, I. I. Elkin la define como *la ciencia que estudia las causas de la aparición, propagación, mantenimiento y descenso de los problemas de salud en poblaciones, con la finalidad de prevenirlos o controlarlos.[20]*

El concepto, a través de sus múltiples enfoques, da origen a una serie de términos que sirven de analogía aquí. En 1928 el Dr. Albaladejo, en una conferencia habla acerca de dos tópicos centrales: *El Enfermo y su Medio Ambiente* que comprende seis etapas; I, El Reconocimiento de la enfermedad; II, El aislamiento; III, La inmunización; IV, La cuarentena; V, La desinfección concurrente; y VI, La desinfección terminal. y un tópico titulado *Medidas Generales* de la Epidemiología, el cual no se describe en detalle.[21]

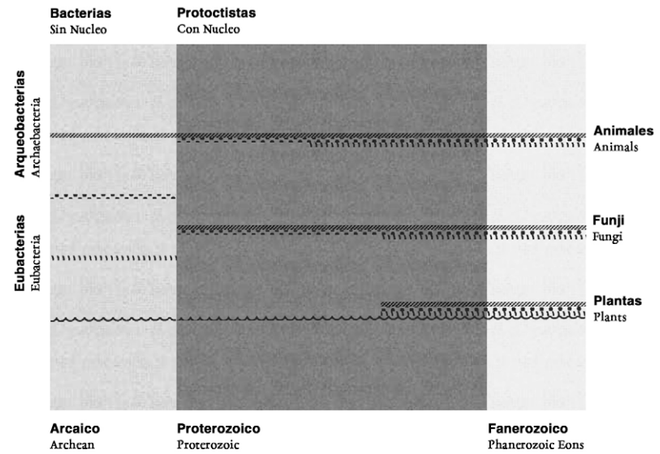
of the earliest nucleated cells. Symbiosis still is everywhere»

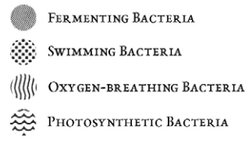
17 **Gilles Deleuze y Félix Guattari.** *2004. Mil plateaux: capitalisme et schizophrénie.*

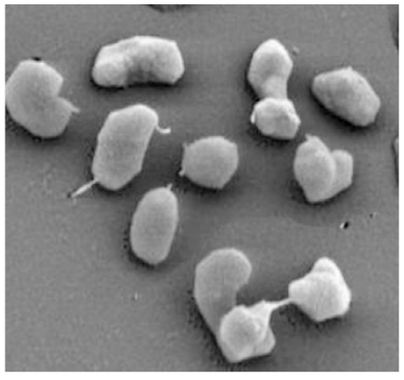
18 **Donna Haraway.** When Species Meet. (Minnesota: University of Mnnesota Press. 2008.)p.32. de Mil Mesetas: «The ordinary is a multipartner mud dance issuing from and in entangled species. It is turtles all the way down; the partners do not preexist their constitutive intra-action at every folded layer of time and space.»

19 Evolución del concepto de la Epidemiología. Rev. Esp. Salud Publica [online]. 2006, vol.80, n.2 [consultado el 2020-11-26], pp.187-188. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113557272006000200010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2173-9110.

Shoshanah Dubiner
2012
Endosymbiosis: Homage to Lynn Margulis. Gouache on watercolor paper, 23 × 35 inches. Reproduced for the Morrill Science Center, University of Massachusetts, Amherst, as a fine-art giclée on canvas, 48 × 72 inches. Courtesy of the artist. http://www.cybermuse.com/.







Elaboración Propia. Diagrama Teoría de la Endosimbiosis Lynn Margulis.

Fotografía microscopica Archeobacterias.

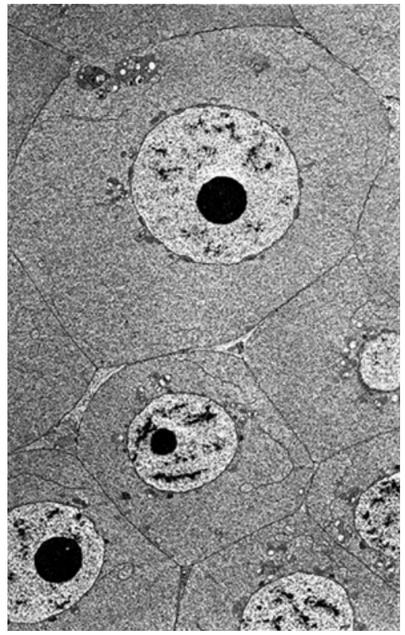
Del esquema epidemiológico de seis fases se engendra *lo inmunológico* como un nuevo *existenzminimum* dentro de la tesis, en donde surge la noción de *límites* entre lo individual y lo colectivo, la relación entre el contexto y las especies, y la condición liminal de estas últimas.

La bacteria como agente adquiere un protagonismo inefable a escala global, y es entendida como un *hiperobjeto*[22]—término acuñado por Morton— capaz de afectar radicalmente la existencia y la vida dentro de la tierra. El *hiperobjeto microscópico* sostiene un impacto significativo en el espacio psíquico, físico y social, instaurándose a modo de fenómeno y penetrando sobre el desarrollo de múltiples especies. (10) Su naturaleza indica una existencia orientada hacia la adaptabilidad por sobre la remediación de su entorno, lo cual significa para las especies humanas y no-humanas un referente y una posibilidad de habitar la tierra en condiciones inhóspitas, y asumiendo los cambios de su entorno.

La traducción sobre la *teoría de la endosimbiosis* y la macroevolución de Lynn Margulis y Dorion Sagan, adoptada por Donna Haraway, se sigue en el caso de esta tesis adoptando los microorganismos como la posibilidad de existir inmersos dentro de escenarios poco esperanzadores tornando todos los actos de habitar en actos simbióticos, es decir que se complementan con el contexto microcópico. La adaptabilidad de los microorganismos se entiende como una cualidad replicable, siendo un pilar fundamental a través del cual es posible estudiar los efectos de la crisis climática, la vida en otros planetas y el origen de la vida en la tierra.

El *HIPEROBJETO microscopico* se sitúa dentro de un escenario futuro posible que comprende variables climáticas a través de la superación de la autopoiesis mediante la simbiosis, entendida esta última como la aprehensión entre especies. En un contexto catastrofico los microorganismos, encubiertos, afectan los procesos de los procesos de diseño y habitabilidad durante la crisis global,

(10)
Chris Jordan
2009
Light Bulbs representa 320.000 bombillas, igual a la cantidad de kilovatios hora de electricidad que se desperdician en los Estados Unidos por minuto debido al uso ineficiente de la electricidad residencial (cableado ineficiente, computadoras en modo de suspensión, etc.).



(11)
Lynn Margulis
-
Endosimbiosis and Cells

20 **Elkin, I.I.** 1961. A course in Epidemiology. New York: Pergamon Press. Elkin dice: *«Epidemiología es la ciencia de las leyes objetivas que subyacen en el origen, difusión y descenso de las enfermedades infecciosas en grupos de poblaciones humanas, y de la profilaxis y erradicación de estas enfermedades.»* cuyo curso de epidemiología fue traducido al inglés en 1961

21 Evolución del concepto de la Epidemiología. Rev. Esp. Salud Publica [online]. 2006, vol.80, n.2 [consultado el 2020-11-26], pp.187-188. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272006000200010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2173-9110.

22 **Timothy Morton.** "Temporal Undulation" en Hiperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World. (Minneapolis: University of Minnesota Press, 2013), p.58. *«I start the engine of my car. Liquefied dinosaur bones burst into flame. I walk up a chalky hill. Billions of ancient pulverized undersea creatures grip my shoes. I breathe. Bacterial pollution from some Archean cataclysm fills my alveoli—we call it oxygen. I type this sentence. Mitochondria, anaerobic bacteria hiding in my cells from the Oxygen Catastrophe, spur me with energy. They have their own DNA. I hammer a nail. In consistent layers of ore, bacteria deposited the iron in Earth's crust. I turn on the TV and see snow. A sliver of the snow is a trace of the Cosmic Microwave Background left over from the Big Bang. I walk on top of lifeforms. The oxygen in our lungs is bacterial outgassing. Oil is the result of some dark, secret collusion between rocks and algae and plankton millions and millions of years in the past. When you look at oil you're looking at the past. Hyperobjects are time-stretched to such a vast extent that they become almost impossible to hold in mind.»*

al tiempo que son entidades visibles solo a partir de la causalidad (OOO)[23], es decir son invisibles hasta que se perciben sus efectos.

Lo inmunológico entra en discusión, entendido como el desarrollo de una serie de estrategias defensivas cuando se habla acerca de la manifestación de una o múltiples amenazas. Así, la *simbiosis*, a lo largo de la tesis propone además de la colaboración entre especies en donde se establece un punto de contacto ente bacteria y humano, el establecimiento del cuidado estratégico a través de múltiples dispositivos que transforman el problema de la escala microscópica en una virtud. La dimensión microscópica se establece como un punto neurálgico dentro de la tesis, considerando los microorganismos como un hecho histórico, como crisis, amenaza y rescate. (11)

De esta manera los fenómenos climáticos desencadenados dentro de la crisis global, y la urgencia microscópica significan la aparición de un fenómeno crítico conocido por *resistencia antimicrobiana*[24], abriendo discusiones acerca de cómo los pequeños organismos afectan sobre la vida en la tierra. La *resistencia* dispone el estudio de arqueas bacterianas con el fin de encontrar nuevos organismos para sostener la vida, y en este punto el contexto global se cruza con el reciente descubrimiento de vida extremófila en los salares del Norte de Chile.

El descubrimiento de estos bancos microbióticos se enfrenta—a nivel local y global— propone a la arquitectura un rol fundamental en la disposición de dispositivo que complementen el acto simbiótico ante la problemática de defender el potencial de lo invisible. Las amenazas hoy no sólo radican en la posible extinción del humano que se ve amenazado por una serie de situaciones críticas globales que lo dejan desvestido ante amenazas sanitarias y climáticas que significan la debilitación de los cuerpos en un futuro cercano, sino también en la desaparición de comunidades microbióticas únicas y fundamentales. Estas se encuentran amenazadas por efectos antrópicos y fenómenos climáticos desencadenados por la crisis, como la escasez hídrica o el cambio radical de las temperaturas, en donde el trato inmunológico surge como una premisa ideal.

23 La causalidad como parte de la ontología orientada a objetos (OOO) de Graham Harman. Morton acerca de la causalidad: Una teoría OOO de la causalidad puede, por ejemplo, incluir sombras y miedos, el lenguaje y un lápiz labial, además de bolas de billar y fotones.

24 **OMS. Organización Mundial de la Salud:** La resistencia a los antimicrobianos es el término más amplio para la resistencia de diferentes tipos de microorganismos, y abarca la resistencia a los medicamentos antibacterianos, antivirales, antiparasitarios y fungicidas.

Lo microscópico comprende el beneficio bidireccional y no sólo unilateral entre especies. La simbiosis en algunos casos se adopta como un beneficio mutuo entre microorganismos y otros seres y denota de una función de los microorganismos como proveedores de espacios confortables en escenarios inhóspitos, como lo es en el caso de la utilización de Sistemas de Soporte Vital Bioregenrativos[25] para el control de atmosferas habitables (en donde puede resultar un tanto unidireccional la relación).

La lógica indica que en el desierto las amenazas guardan directa relación con el agua, en donde el diseño toma forma a través de ella. Así, las estrategias defensivas se desarrollan mediante la elaboración de 3 tipos de objetos, *cápsulas, bunkers y refugios,* que funcionan a partir de ensamblajes tecnológicos específicos.[26]

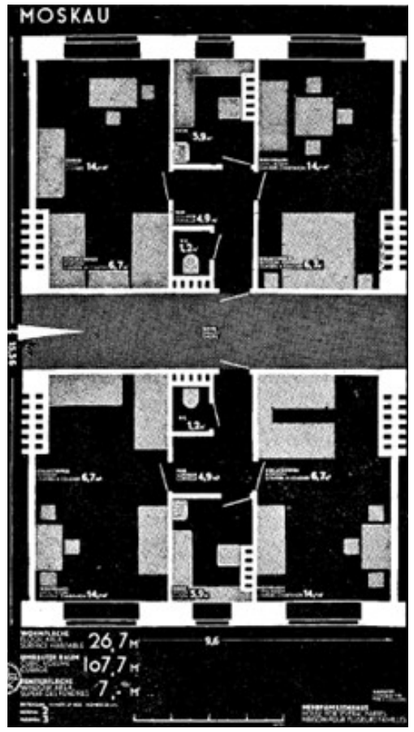
El hecho de no poder observar sin instrumentos la presencia de las bacterias puede llegar a tener consecuencias irreparables. De esta manera a partir de la arquitectura, se genera un set de herramientas capaces de proteger, visualizar, representar y convivir con comunidades bacterianas, al tiempo que se irgue la existencia y no sólo subsistencia de humanos en el desierto mediante el desarrollo de sistemas microbióticos que dependen de sistemas hídricos.

Habitar el desierto implica tornar la subsistencia en la búsqueda de recursos escasos —como el agua— a través de la tecnología y el confort. La existencia mínima propone la protección a través de un sistema de objetos desplegados sobre los salares del desierto en donde se vinculan ciencia, infraestructura y arquitectura.

A través de estas operaciones de proyecto y defensa, un nuevo *existenzminimum* emerge en torno a urgencias ya no sólo habitacionales, sino climáticas y globales. Los objetos desplegados en el territorio funcionan a modo de ciclo, sosteniendo problemáticas, condiciones, urgencias y componentes del sitio con el fin de asistir y custodiar ecosistemas invisibles dentro de lo posible, y refugiar al custodio, es decir, al ser humano.

25 **John McHale.** The future of the future. (George Braziller; 1st edición, 1969) p.177-178 «*The 'closed ecology' of lyfe support systems for sustained flights is a system model for the redesign of many of our large-scale industrial undertakings whose ecological malfunction degrades the quality of our environment*»

26 El ensamblaje tecnológico es un sistemas logístico mediante el cual se consolidan en un almacén todas las piezas necesarias para armar un aparato funcional.



(012)
Karel Teige
1929
Moscow-Mockba. Apartments in a collective house.

Existenzminimum

El concepto alemán *existenzminimum* describe la universalidad y la existencia mínima discutida por el CIAM de Frankfurt de 1929, donde se recogen las urgencias habitacionales luego de la Primera Guerra Mundial en el establecimiento de políticas habitacionales y pautas universales acerca de la vivienda mínima.[27] *(012-013) Existenzminimum* experimentaba la creación de una tipología habitacional mínima y colectiva con una concepción eficiente y asequible sobre el espacio en tiempos de crisis. (12)

Aquí se revisan las redefiniciones del concepto, las cuales varían dependiendo de las urgencias que yacen más allá de las problemáticas acerca del espacio físico. Las nuevas emergencias son desencadenadas por la crisis global climática (IPCC) y presentan una nueva alerta que expone la necesidad de enfrentarse, a través de múltiples disciplinas, mediante la ecología.

El diseñador Ezio Manzini, fundador de DESIS [28], ha escrito acerca de las transformaciones y deformaciones sobre el concepto hacia temáticas medio ambientales que influyen tanto en tendencias generalizadas como en decisiones cotidianas. Los cambios de perspectiva sobre los cuales levanta los argumentos sobre el diseño sostenible tienen que ver con una crisis general que surge a partir del modelo dominante hasta hoy. [29]

La ecología ha tenido sitio dentro de discusiones medioambientales, y en ningún caso ha significado cambios en el modelo de desarrollo global próximo. Las expectativas sobre una reformulación total se derriban dentro de la tesis, ya que sobre la esperanza de la remediación total es complejo operar de manera activa.

Dentro de un *escenario de cuidado* se plantea un nuevo mundo y no la reparación de un mundo pasado.[30] De Manzini aparece la idea de no corregir una noción de vida dentro de los criterios de calidad del pasado, sino la aparición de un *mundo nuevo* como una respuesta a algún tipo de evento catastrófico. La extrapolación

27 **Teige, Karel.** The minimum dwelling. (Praga: Vaclav Petr. 1932)

28 La Red DESIS se origina a partir de tres actividades internacionales principales en el período 2006-2008. Estas actividades introdujeron las nociones de comunidad creativa e innovación social en varias escuelas de diseño en todo el mundo y crearon condiciones favorables para iniciar una red internacional sobre estos temas. En 2009, esta red tomó el nombre de DESIS : Diseño para la Innovación Social hacia la Sostenibilidad

29 **Ezio Manzini.** Design, Environment and Social Quality: From Existenzminimum to Quality Maximum" en Revista Design Issues 1994. Vol. 10, n.1. 1994. p.37-43.

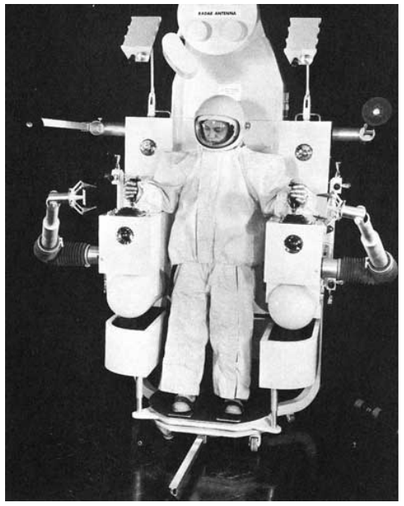
de esta idea propone respuestas que se hallan en la revisión no tanto del futuro, sino sobre el pasado para el futuro.

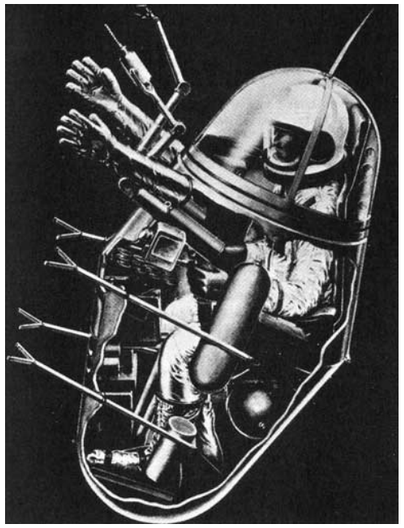
En cuanto al *existenzminimum* se revisan una serie de *retro tipos* que han posibilitado la existencia mínima en cuanto a espacio, recursos y confort. Naves, estaciones espaciales, bunkers de guerra y submarinos, presentan a la *cápsula, el búnker y el refugio como dispositivos capaces de sostener la vida* en condiciones extremas.

Algunos de los casos revisadoxs fueron: la expedición a la Antártica de Roald Amundsen de 1911(015-016), en donde la cantidad de objetos es precisa, la expedición a bordo del refugio Conshelf II de Jacques-Yves Cousteau en 1962, el búnker residencial de la Segunda Guerra de Charles W.Glober y la cápsula habitable LOK Korabl BO de la nave Soyuz diseñada por la arquitecta rusa Galina Balashova en 1970.

El problema de vivienda establecido por la arquitectura moderna *Wohnung für das Existenzminimum* contemplado desde una perspectiva óptica filantrópica sobre la neutralización de las condiciones de vida hoy se extiende hacia discusiones desprendidas de la modernidad. Por otro lado la Arquitectura se vincula con ecología no sólo desde el plano crítico sobre el cual se atraviesa hoy, sino autores como Banham y Fuller generaron espacios de crítica en relación con infraestructura, ecología y ciudad. A partir de aquí las problemáticas contemporáneas que no sólo abarcan temas de arquitectura sino que se expanden, por ejemplo, hacia la ecología o la filosofía.[31]

Aún cuando el acto de diseñar no cambia el mundo —como el rediseño de un elemento— este permite el diseño de *nuevos pequeños mundos y relaciones*. El diseño *"da forma"*, lo que significa, según Manzini, operar dentro de un contexto cultural general haciendo visible los "débiles signos" expresados por la sociedad. El diseño de escenarios generales dentro de la tesis permite configurar una sociedad sostenible, lo cual significa operar en el ámbito de la intervención directa. (13)





(013)
John McHale
1969
Manplus. "The Future of the Future", New York.

30 **Ezio Manzini.** Design, Environment and Social Quality: From Existenzminimum to Quality Maximum en Revista Design Issues 1994, Vol. 10, n.1. pp.37-43. *"This scenario implies going beyond the misunderstood notion of "functional" which has led to the acceleration of consumption and to the world of "disposable" objects. Here design will have to develop products with both the technical and cultural capacity to survive over time: products which require care, with which the user can establish an emotional relationship."*

31 **Alexander Klein**.Vivienda Mínima: 1906-1957. (Barcelona: Gustavo Gili. 1980) p.8.

Desde una perspectiva del diseño de un compendio de variables que se ajustan a un contexto a través del *existenzminimum liminal* orientado ante nuevas urgencias globales el *acto de asistir,* por parte de los humanos a los microorganismos depositados en las superficies del desierto, significa la acción directa dentro de un ciclo de protección simbiótico entre lo que el humano puede hacer por lo microscópico y viceversa.

En el siguiente capítulo se incia el desarrollo del diseño de 3 variables fundamentales dentro del proyecto. *El escenario* en resumen describe el contexto general y particular.

Capítulo I

El escenario

El fin del mundo

Timothy Morton acerca de la ecología en cuanto a los hiperobjetos[1] habla sobre la crisis climática descrita en el *fin del mundo*, el cual está sucediendo y las especies han de estar experimentándolo. La tesis adopta la mirada postapocalíptica acerca del fin del mundo, tornándose propositiva y suspendiendo en ella la negatividad del encuentro. A esto se suman las ideas de Donna Haraway acerca del crítico *problema* que atraviesan las especies que optan por revertir y remediar en lugar de permanecer y persistir,[2] y a esto las palabras de Anna Tsing sobre la extinción como una cascada de efectos enlazados que dependen unos de otros.[3]

La activista Helen Hester en su conferencia sobre *Terraforming,* le otorga menos énfasis a la influencia humana sobre el medio ambiente y más acerca de su adaptabilidad. Esta última idea acentúa, junto a lo anterior, el tono de la propuesta presente acerca de superar el incesante intento por recuperar lo acabado.[4] De esta manera proyectar en un tono postapocalíptico[5] no se reduce a la *extinción,* sino puede significar el desenlace sobre la construcción de un paisaje en donde se abren mundos ante nuevas perspectivas, una nueva modernidad como la trataría Berman y una experimentación sobre los cuerpos en sociedad como diría Kallipoliti.

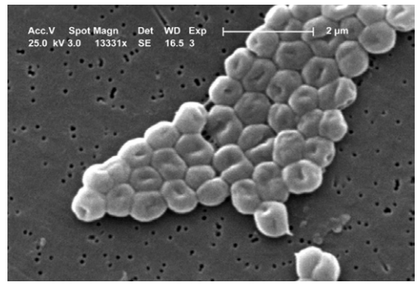
El *hiperobjeto* de Morton responde a las cosas que se distribuyen masivamente en el tiempo y espacio. La importancia de los microorganismos reside en la idea de estos como un hiperobjeto en donde cabe detenerse en una analogía del ámbito del arte: la *teoría del elemento adicional de Kazimir Malevich* (001). Este se introduce en la historia del arte de manera horizontal, como *la infección de un bacilo.*[6] El *bacilo suprematista* es, por cierto, un hecho histórico y apunta al fallo constitutivo en capturar lo real con su representación que es, precisamente, la condición para la sucesión de elementos adicionales.

1 **Timothy Morton.** The Ecological Thought en In The Ecological Thought I coined the term hyperobjects to refer to things that are massively distributed in time and space relative to humans. (Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 2010.) p.130–35.

2 **Donna Haraway.** Tentacular Thinking en Staying with the Trouble. (Carolina del Norte: Duke University Press. 2016) *«I name these things urgencies rather than emergencies because the latter word connotes something approaching apocalypse and its mythologies. Urgencies have other temporalities, and these times are ours.»*

3 **Anna Lowenhaupt Tsing, Heather Anne Swanson, Elaine Gan, y Nils Bubandt** "ARTS OF LIVING ARE NECESSARY BECAUSE OF THREATS TO OUR SURVIVAL. " en Arts of Living on a Damaged Planet Ghosts and Monsters of the Anthropocene. (Minneapolis: University of Minnesota Press. 2017) p.4

4 **Helen Hester**. The Terraforming 2020. Videoconferencia en 2020. https://www.youtube.com/watch?v=Ds2MYXuZRW4&ab_channel=StrelkaInstitute%2F%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%82%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%B0



(001)
Supremus 56. Kazemir Malevich.

(002)
Acinetobacter baumannii En las últimas dos décadas Acinetobacter baumannii ha emergido como un patógeno nosocomial de la mayor relevancia mundial. A baumannii puede ser agente causal de infecciones como neumonía, bacteriemia, meningitis, infecciones del tracto urinario y de partes blandas, asociándose a alta mortalidad.

5 **David Crowley y Jane Pavitt,** 2008. Cold War Modern Design, Looking down on Spaceship Earth: Cold War Landscapes *«If the desert was a place to escape modern america, it was also, however, a setting for its revival»*. p.260.

A partir de esto, el *hiperobjeto* se entiende como un hecho histórico, en donde la ecología se toma en cuenta no sólo mediante el concepto errado de naturaleza sobre el cual habla Morton, sino desentrañando interconexiones posibles entre seres y objetos. Para el autor, al igual que para Haraway, la simbiosis permite describir mejor las relaciones ecológicas y más profundamente.

Las bacterias, por *simbiogénesis*[7], han evolucionado para vivir en formas de vida que respiran oxígeno ante la intoxicación por oxígeno hace tres mil millones de años. Morton denominó esta etapa *bacterioceno,* simil a lo que sucede en el Antropoceno con respecto a la crisis climática. Hoy el *bacterioceno* se relaciona con una catástrofe que respecta a las bacterias, y que necesita de su indagación evolutiva para el desarrollo de experimentos de mitigación.

A ESCALA global, el diseño del escenario redefine el encuentro entre el *bacterioceno y el antropoceno.* Como primera urgencia aparece la denominada *Resistencia Antimicrobiana* que contempla el fortalecimiento de microorganismos amenazantes a lo largo del tiempo.[8] Los antibióticos supusieron una de las intervenciones más importantes para el control de enfermedades infecciosas, sin embargo la *resistencia* deteriora su eficacia exponiendo nuevas crisis sanitarias.[9] Si bien la resistencia en patógenos bacterianos existía antes de los antibióticos, hoy las amenazas bacterianas que soportan el efecto antibiótico[10] exigen de cierta evolución biotecnológica por parte de la ciencia, incluyendo el desarrollo de

6 **Jakovljecic, B.** 2004. Unframe Malevich! Inefability and Sublimity in Suprematism. Art Journal, Vol. 63, Nr. 3, pp. 18-31-.

7 Teoría de Lynn Margulis. La *"simbiogénesis"* como mecanismo evolutivo generador de variación, un mecanismo que podría originar nuevas especies: dos organismos que han evolucionado por separado se asocian en un determinado momento, su asociación resulta beneficiosa en el medio en el que viven y finalmente acaban siendo un único organismo.

8 **Calderón, G. Aguilar, L.** 2016. Resistencia Antimicrobiana: Microorganismos más resistentes y Antibióticos con menor actividad en Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, LXXIII Vol. 621, pp. 757-763-. "*La resistencia a los antibióticos es uno de los grandes problemas de salud pública mundial, fenómeno que a través de los años ha venido involucrando más cepas, nuevas especies y nuevos mecanismos. Es una condición que se ha venido desarrollando a través de los años, en los cuales ha sido evidente el uso indiscriminado e inapropiado de los antimicrobianos. Se realizó una revisión de tema sobre resistencia bacteriana, principales agentes infecciosos con mayor resistencia y antibióticos a los que presenta una menor susceptibilidad. Se expone el concepto de resistencia antimicrobiana, multiresistencia antimicrobiana, resistencia natural y adquirida, formas de intercambio de material genético utilizadas por las bacterias para generar resistencia y mecanismos de resistencia a los antibióticos. El propósito de la revisión del tema es dar a conocer y mencionar los agentes infecciosos que presentan mayor resistencia a diferentes antibióticos o grupos de antibióticos y dar recomendaciones generales para mejorar el uso de estos medicamentos, con el fin de evitar que el problema de la resistencia antimicrobiana se acreciente cada día más."*

9 **Juan Ignacio Alós**. 2015. Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global, Vol. 33. Núm. 10. Páginas 692-699.

10 El listado de estas amenazas de riesgos es muy extenso por lo cual hoy se realizan seguimientos epidemiológicos en los casos más urgentes que podrían derivar en epidemias o pandemias letales.

desarrollo de fármacos nuevos para la resolución de nuevas enfermedades.[11]

El derretimiento del permafrost[12] por otra parte apoya al diseño del escenario general ya que puede provocar la liberación de toneladas de metano, CO2, y microorganismos letales, lo cual significa un enfrentamiento dinámico a este suceso de la mano del desarrollo biotecnológico.[13]

El Escenario Local

La dualidad entre bacterias negativas y positivas junto a la crisis climática disponen de la implantación de una serie de sujetos dentro de un escenario extremo a escala local. Esto con el fin de diseñar un escenario verosímil sobre el cual operar sobre diferentes variables ya mencionadas que respectan ámbitos críticos.

La elección del *desierto de Atacama* como escenario local yace principalmente en tres puntos: la intención del ser humano por imitar la adaptabilidad microbiótica en condiciones liminales en un sitio incluso similar a Marte (003), una posible respuesta mediante compuestos bioactivos a la *Resistencia* en la aparición de simbiontes[14] extremófilos encontrados no hace muchos años en los salares andinos gracias a la implementación de la secuenciación masiva[15], y el establecimiento de la contraparte al desarrollo de amenazas latentes como el cambio climático y la acción antrópica minera que arriesga estos ecosistemas y las cadenas tróficas de Atacama.

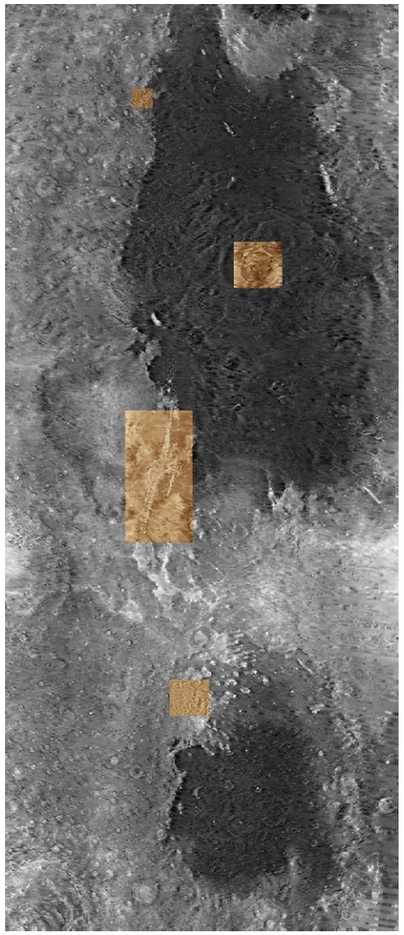
Este desierto es el análogo ideal del planeta rojo en la Tierra y en el se puede descubrir acerca de la adaptabilidad y la simbiosis en donde las condiciones para la vida son desfavorables.[16] Un estudio realizado por la NASA mediante la naves exploratorias Vikingo[17] presentó resultados químicos y microbiológicos en donde los suelos se detectaron oxidantes capaces de destruir cualquier material orgánico foráneo.[18] El corazón hiper árido del desierto es similar a Marte, ya que con una atmósfera desfavorable

11 Las consecuencias para la salud humana son graves. Se calcula que cada año mueren 700.000 personas víctimas de microorganismos resistentes a los antibióticos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) predice que, si nada cambia, de aquí a 2050 la cifra alcanzará los 10 millones de muertes anuales.

12 En el año 2014, en un fragmento de permafrost siberiano, se encontraron tres virus gigantes -Pithovrius sibericum, Pandoravirus y Mollivirus sibericum- con una antigüedad próxima a los treinta mil años y que aún conservaban capacidad infecciosa.

13 En el año 2014, en un fragmento de permafrost siberiano, se encontraron tres virus gigantes -Pithovrius sibericum, Pandoravirus y Mollivirus sibericum- con una antigüedad próxima a los treinta mil años y que aún conservaban capacidad infecciosa.

14 Un simbionte es un organismo que tiene una relación de ayuda con otro



(003)
Vista Satelital de Marte vía Google Mars.

(003)
Vista Satelital de Atacama vía Visor GeoPortal. Ministerio de Bienes Nacionales Gobierno de Chile.

para propiciar la vida y en condiciones extremas de temperatura sortea el potencial de adaptabilidad sobre la existencia y no sólo tras la subsistencia.[19]

Un *escenario extremo* no sólo desafía las condiciones sobre las cuales se propone una nueva manera de habitar sino que adopta la tecnología como una de las posibilidades de comenzar a existir. La arquitectura surge como un *medio* a través del cual es posible emular el comportamiento de las bacterias extremas que logran adaptarse al calor del día, el frío nocturno o la salinidad. La misma surge cuando se decide habitar el desierto tras descubrimientos recientes y esperanzadores, analizando el comportamiento bacteriano ¿Cómo es posible para los seres humanos habitar un desierto que no tiene magnitud y escala? ¿Cómo establecer un hogar más allá de lo funcional?

Lo sublime y extremo, dentro del escenario no radica precisamente en los objetos y sujetos ubicados en un sitio inhóspito, sino como lo menciona Mark Cousins en *Lo Feo*, lo sublime no es sino la representación de una escena en la que el sujeto y el objeto tienen una relación dinámica en donde se encuentran.[20]

El desierto de Atacama tiene una extensión de 105.000 km2 y su condición extrema se relaciona directamente con variables dinámicas que dificultan procesos de precipitación atmosférica, presentando características climáticas ligadas a la gran oscilación térmica.[21] Weischet define lo define extremo tras lo anterior, siendo ambas variables dependientes entre sí. La *escasez hídrica* es una condición propia del desierto, y se debe a múltiples variantes

organismo. El Simbionte es la especie animal o vegetal que vive en simbiosis con otra especie diferente. Organismo que vive habitualmente en el espacio corporal de otro, pero sin perjudicarlo.

15 La secuenciación Masiva permite captar bacterias que se encuentran en frecuencias menores, es decir, que solo se pueden ver bajo ciertas condiciones y en baja cantidad.

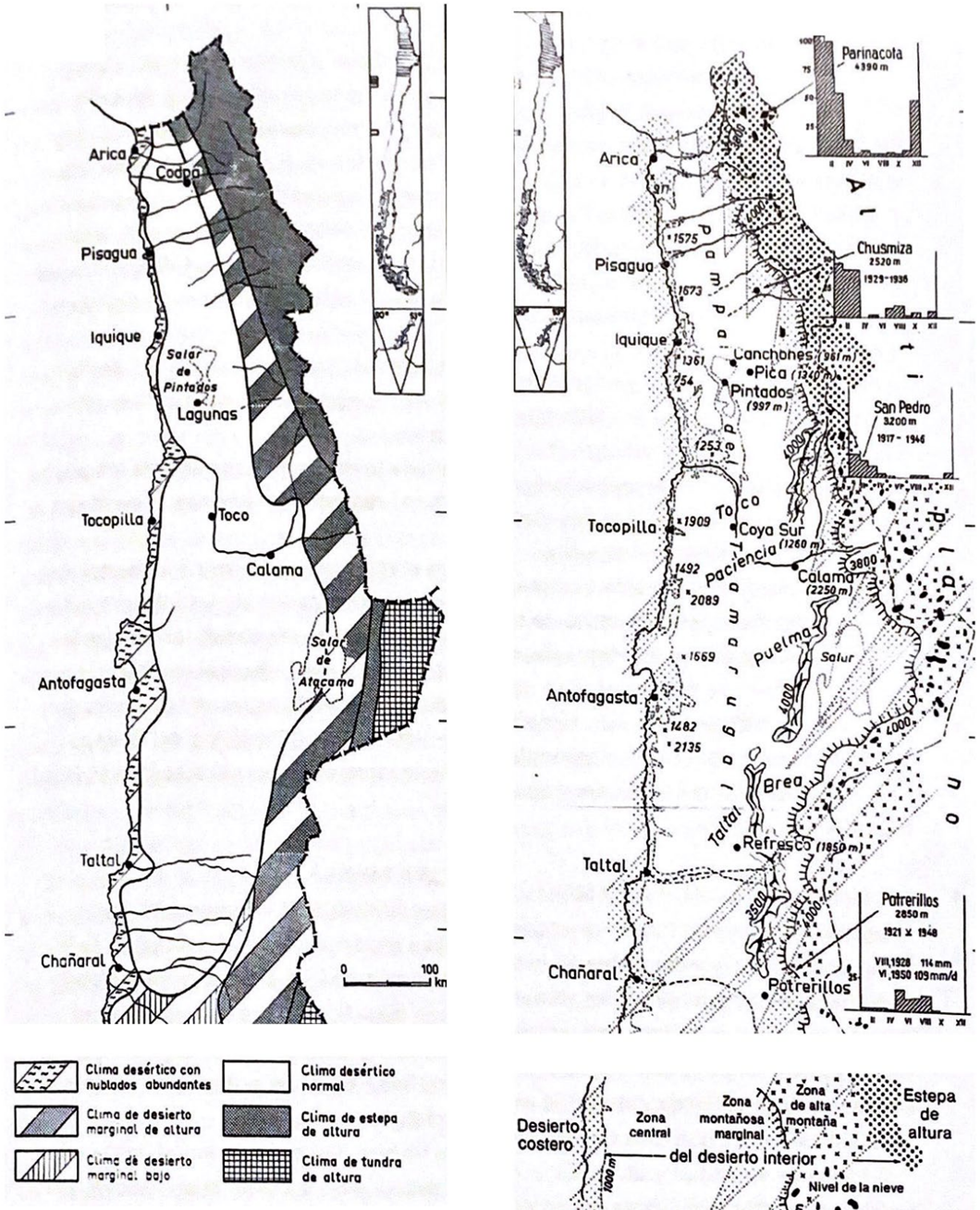
16 **Navarro-González, R., F. A. Rainey, P. Molina, D. R. Bagaley, B. J. Hollen, J. de la Rosa, A. M. Small, R. C. Quinn, F. J. Grunthaner, L. Cáceres, B. Gómez-Silva, y C. P. McKay.** 2003, “Mars-like soils in the Atacama Desert, Chile, and the dry limit of microbial life”, Science 302, 1018-1021.

17 **Soffen, G. A.** 1977, “The Viking Project”, J. Geophys. Res. 82, 3959-3970.

18 **CIREN,** 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile: Región de Atacama. Síntesis de Resultados. Publicación 139. Registro de propiedad intelectual: 199.974.

19 Esta región contiene zonas desérticas consideradas hiper áridas debido a las barreras húmedas que genera la Cordillera de la Costa y la Cordillera de Los Andes.

20 **Mark Cousins.** 1994. The Ugly. AA Files, n.28. p.61-64. «What is made clear here is that the sublime is neither an image nor an object of a particular type, but the encatment of a scene in which the subject and object have a Dynamic relation to each other within a specific setting.»



(004)
Regiones climáticas del desierto nortino. Humberto Fuenzalida

(005)
Zonas del desierto nortino. W. Weischet.

climáticas.[22] La *gradiente térmica* se suma a lo anterior conformando una zona árida con influencia del anticiclón del sudpacífico que afecta las precipitaciones y la radiación. (004,005,006)

De esta manera, la cadena cordillerana[23] genera una serie de barreras de humedad que propician una inmovilidad intensa y sobre todo duradera delante de la costa, en donde es posible contener movimientos descendentes de aire, el recalentamiento dinámico de la convección y la formación de precipitaciones.[24] El *desierto de niebla,* frente al desierto altiplánico, es capaz de acumular nubes estratificadas de baja altura en donde la variación de temperaturas es baja, las precipitaciones son escasas y la humedad del aire es alta. Estas variantes y componentes entre ambos desiertos se basan en un sistema de hidrología equilibrado mediante *ríos, cuencas, cuencas endorreicas, acuíferos, evaporación, aluviones, entre otros*, que permiten el desarrollo de ecosistemas únicos en la zona.

Durante décadas se sostenía que la presencia de vida orgánica en zonas hiper áridas era casi nula.[25] Sin embargo, la condición de *cuenca cerrada* a gran altitud que modula los salares y lo humedales salinos propició la existencia de cuerpos extremófilos y endémicos inmersos en cuencas evaporíticas. Allí la radiación ultravioleta es intensa, el contenido de arsénico es elevado, la salinidad y la alcalinidad son altas, y es bajo el contenido de oxígeno disuelto en donde las cianobacterias escondidas bajo las costras de yeso producen oxígeno continuamente. (007)

En la década de los setenta científicos extranjeros comenzaron a ejecutar estudios sobre los suelos atacameños con fines militares durante la Guerra Fría encontrando por primera vez vida en los suelos salinos del desierto. Esta investigación significó en el año 2006 la iniciación de estudios bacteriológicos nacionales e internacionales instalados en Atacama en donde aparecieron nuevas

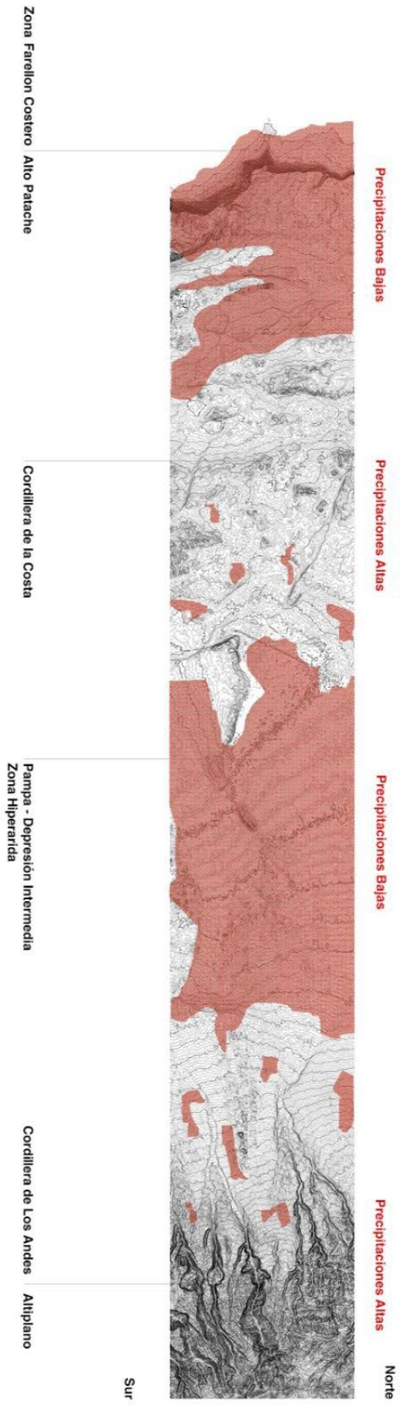
21 Trabajo publicado en Weischet, Wolfgang. 1975. “Las condiciones climáticas del desierto de Atacama como desierto extremo de la tierra”. Revista de Geor grafía Norte Grande. Vol. 1. N ¾, marzo-diciembre de 1975. Instituto de Geografía UC, Santiago; pp.363-373.

22 Se debe no solo a falta de precipitaciones, sino también debido a la baja humedad del suelo, su permeabilidad, la amplitud diaria de la curva de temperaturas, la evaporación y las condiciones topográficas

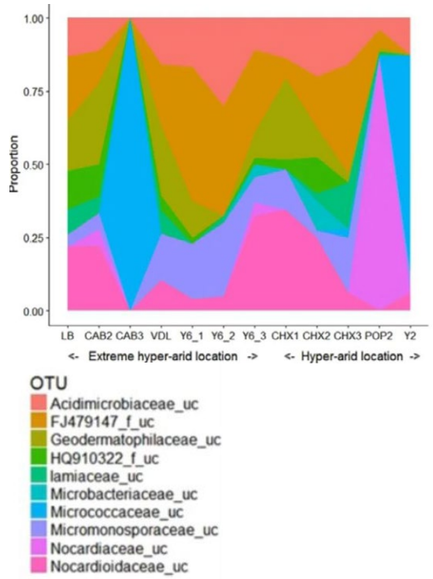
23 *La Cordillera de la Costa, la Cordillera de Domeyko y la Cordillera de los Andes.*

24 Ibidem. 41.La elevada muralla costera propicia, en la costa, un desarrollo más húmedo que en el Altiplano.

25 Continuación: debido a las altas concentraciones de sales y boro, la condición de sus suelos, y su atmósfera desfavorable, lo que se creía generaba estrés, y dificultaba la supervivencia de cultivos y especies.



(006)
Elaboración propia. Zonas geográficas del Norte Grande.



(007)
Grafico acerca de las bacterias raras encontradas en el desierto respecto a la hiperaridéz. *Idris, H., Goodfellow, M., Sanderson, R. et al. Biosferas raras actinobacterianas y materia oscura reveladas en hábitats del desierto de Atacama chileno. Sci Rep. 7, 8373 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-08937-4*

cepas bacterianas y arqueas desconocidas. Se comienza a esbozar un listado abierto e inmenso de componentes microbióticos nuevos con potenciales biotecnológicos y biofarmacológicos, que además permiten investigar acerca del origen de los organismos debido a su antigüedad. También sobre la mitigación de los efectos de los cambios climáticos abruptos, la opción de considerar Marte como un sitio viable para la vida humana y poner atención sobre lo frágil que puede ser la vida simbionte y su rol trófico en el desierto minero.

El estudio Fondecyt *biosferas raras*, iniciado en 2006 y liderado por la microbióloga Cristina Dorador, presentó el descubrimiento de microorganismos en tapetes microbianos en baja frecuencia relacionados con las afluencias de cuencas endorreicas, lagunas altiplánicas, las precipitaciones y radiación, poniendo a prueba los límites de la vida extremófila.[26]

Estos bancos bacterianos extremadamente frágiles ante la acción antrópica constituyen posibles soluciones sobre la evolución de actinobacterias resistentes dentro del trato inmunológico. Así el desierto de Atacama es una de las zonas en donde el surgimiento de bacterias prehistóricas desconocidas [27] propone una red a escala local y global.

Desde la costa hacia el desierto se identificaron hotspots que presentaban diferentes microhábitats ligados a las muestras líticas. Se registraron dos hábitats hipolíticos, salares con costras de yeso, y el Salar de Yungay colonizado por nódulos de halita repletos de endolitos.[28] Según estos resultados no sólo los acuíferos presentaron hábitats micro organicos prominentes, sino también las rocas de cuarzo.

Las costras de yeso, mantos y nódulos de halita se vuelven habi-

26 **Cristina Dorador.** “Conservación de salares: Aprendizajes desde los microorganismos” en Salares Andinos, Ecología de Saberes por la Protección de Nuestro Salares y Humedales. (San Pedro de Atacama: Fundación Tanti. 2021), p.162. *“Los denominados “tapetes microbianos” son estructuras laminares formadas principalmente por microorganismos fotosintéticos, las que se configura como una barrera natural para el intercambio gaseoso en estas cuencas.”* La existencia de puntos críticos de actividad microbiana es impulsada por las heterogeneidades del suelo y por las limitaciones ambientales del desierto. Estas últimas tienen directa relación con la disponibilidad de agua y la radiación ultravioleta, lo que permite que los fotótrofos y los extremófilos desempeñen un papel clave en la ecología del desierto.

27 Es decir Proteobacteria, Acidobacteria, Actinobacteria, Chloroflexi, Cyanobcteria y Firmicutes entre otras encontradas.

28 Un endolito es un organismo que vive dentro de una roca, coral, exoesqueleto, o en los poros entre los granos minerales de una roca. Muchos son extremófilos; viviendo en sitios que antiguamente se pensaba que eran inhóspitos.

29 *Microbial Hotspots in Lithic Microhabitats Inferred from DNA Fractionation*

tables temporalmente después de raras lluvias o episodios de alta humedad.[29] La mayoría de las especies sólo puede activarse cuando se alcanza un cierto umbral de humedad relativa, y frente a esto, Dávila y Schulze-Makuch en 2016, dentro de *Los últimos puestos de avanzada posibles para la vida en Marte,* escriben acerca de una secuencia predecible de transiciones ecológicas a medida que el desierto aumenta su aridez.[30]

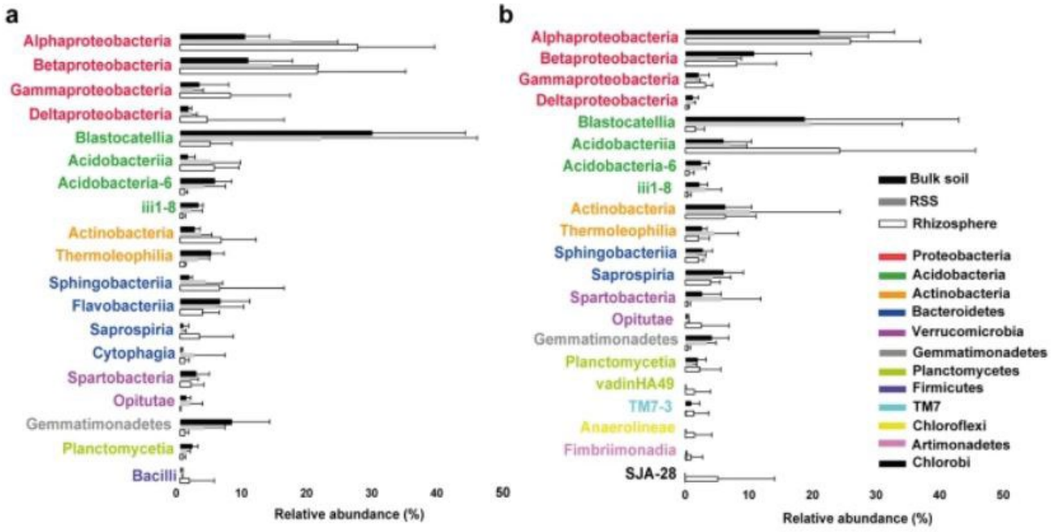
Estos cuerpos bacteriológicos descritos por la microbióloga María Eugenia Farías se encuentra conformados por costras, biofilms, esterillas microbianas, microbialitas y endoevaporitas. Se ubican en los salares principalmente y se ven amenazados por dos factores principales: *e*l cambio climático, es decir la aceleración de la *escasez hídrica* en donde el desequilibrio hídrico afecta las cadenas tróficas, y la amenaza antrópica que significa la explotación minera, por ende hídrica, del desierto. (008)

Ambas amenazas incitan a hablar de las bases acerca de la protección integral de estos salares y ecosistemas mediante la elaboración de un búnker que activa y protege a los habitantes no-humanos y humanos generando una frontera transitable. Una serie de cápsulas asisten en términos hídricos y práticos a la comunidad total, otras de estas dan hogar, un refugio permite explorar y controlar atmósferas inferiores en el desierto conteniendo labores de laboratorio. Este sistema conjunto propone un método de dar escala a la inmensidad del desierto, en donde los microrganismos han encontrado lugar y donde el humano aspira a encontrarlo imitando sus acciones.

El equilibrio de estos ecosistemas tiene un límite y por más que sean extremos dependen del equilibrio sobre la aridéz del desierto. Son frágiles, y a medida que la hiperaridez se acerca al límite físico

*and Metagenomics in the Atacama Desert.*Visita enhttps://www-ncbi-nlm-nih-gov.pucdechile.idm.oclc.org/pmc/articles/PMC8151210/ *“Según nuestros resultados, solo las rocas de cuarzo colonizadas por hipolitos en las ubicaciones de CS y AL muestreadas son sitios continuamente habitables, mientras que las costras de yeso y los nódulos de halita se vuelven habitables temporalmente después de raras* lluvias o episodios de alta humedad. Las costras de yeso y los nódulos de sal contienen poblaciones bacterianas viables, que recientemente habían producido más metabolitos microbianos (Figura 10), pero menos que los de los hipolitos CS. Parece que no hubo mucha actividad durante nuestro evento de muestreo. La mayoría de las especies solo pueden activarse cuando se alcanza un cierto umbral de humedad relativa.”

30 **Davila AF, Hawes I., Araya JG, Gelsinger DR, DiRuggiero J., Ascaso C., Osano A., Wierzchos J.** Metabolismo in situ en comunidades microbianas endolíticas de halita del desierto de Atacama hiperárido. Parte delantera. Microbiol. 2015; 6 : 101. doi: 10.3389 / fmicb.2015.01035. *“Si bien los hipolitos son claramente un ejemplo destacado de un hábitat próspero, las costras de yeso y los nódulos de halita no lo son. Parece que a medida que la hiperaridez se acerca al límite físico observado en la Tierra, solo el proceso de delicuescencia de la sal proporciona suficiente agua para que los microbios prosperen”*



(008)
Biosferas raras actinobacterianas y materia oscura reveladas en hábitats del desierto de Atacama chileno. Composición taxonómica y abundancias relativas de los suelos del desierto.

observado, sólo el proceso de delicuescencia[31] de la sal proporciona suficiente agua para que los microbios prosperen.[32] Cuando esto ocurre, los microorganismos se activan a partir de su estado inactivo, proceso que puede ser relevante para la búsqueda de vida en Marte.

Hablar de salares es hablar de agua, la cual ha propicia vida en el desierto. El aumento significativo de las temperaturas, la disminución en potencia de las precipitaciones y la incertidumbre sobre los recursos hídricos sugieren tomar la escasez hídrica como partida proyectual. Los salares, ubicados principalmente en cuencas endorreicas, son el resultado de balances hídricos en donde la perdida positiva de estos recursos son producto de la evaporación por efecto de la energía solar y los vientos, y la perdida negativa sucede ante los desbalances efectuados por acción externa.

La explotación de litio pone en peligro directamente al cuerpo evaporativo de los salares de Atacama y en este caso específicamente el *Salar de Llamará*. Su elección fundamentalmente reside en la manifestación de amenazas directas ya mencionadas que presenta un sitio específico.

En un estudio de la Universidad de Chile, en donde se analizaron las *Tendencias de Precipitación en el Norte Grande de Chile,* se prevee que existen amenazas futuras para las comunidades microbióticas y su relación con las proyecciones del cambio climático.[33] A través de un test no paramétrico llamado Mann-Kendall se detectó la posibilidad de cambios decadales en las precipitaciones altiplánicas (IPCC 2013), lo cual desencadena la modelación de los patrones futuros críticos.[34] (009,010,011)

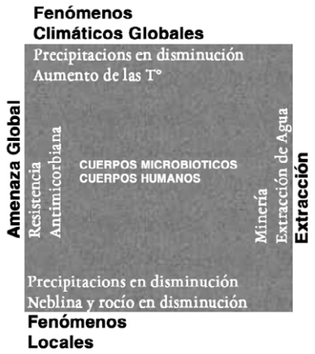
Por otro lado el futuro del *oasis de niebla,* que comprende la alteración del anticiclón del pacífico en donde se acumulan las nubes

31 Delicuescencia. 1.f. Propiedad de algunos sólidos de volverse líquidos lentamente al absorber la humedad del aire.

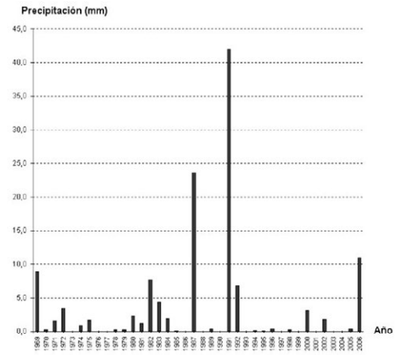
32 **Maus D., Heinz J., Schirmack J., Airo A., Kounaves SP, Wagner D., Schulze-Makuch D**. Methanogenic Archaea puede producir metano en entornos análogos de Marte impulsados por la delicuescencia. Sci. Rep. 2020; 10 :

33 **SARRICOLEA, Pablo; MESEGUER RUIZ, Oliver y ROMERO-ARAVENA, Hugo.** TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN EL NORTE GRANDE DE CHILE Y SU RELACIÓN CON LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO. Diálogo Andino [online]. 2017, n.54 [citado 2020-11-30], pp.41-50. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-26812017000300041&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0719-2681. http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812017000300041.

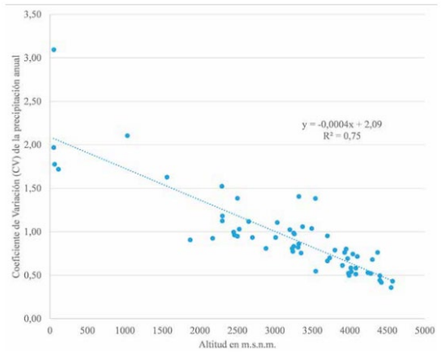
34 **SARRICOLEA ESPINOZA, Pablo y ROMERO ARAVENA, Hugo.** Variabilidad y cambios climáticos observados y esperados en el Altiplano del norte de Chile. Rev. geogr. Norte Gd. [online]. 2015, n.62 [citado 2020-11-30], pp.169-183. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022015000300010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-3402. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022015000300010.



(009)
Elaboración propia. Diagrama de amenazas.



(010)
Precipitación del desierto de atacama entre 1959 y 2006.



(011)
Correlación entre la altitud y el Coeficiente de Variación. TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN EL NORTE GRANDE DE CHILE Y SU RELACIÓN CON LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

(011)
Precipitación histórica y proyectada (1861-2100) por el IPCC (CMIP5) para el área de estudio y el promedio observado por las estaciones meteorológicas usadas (1972-2013). Fuente: TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN EL NORTE GRANDE DE DE CHILE Y SU RELACIÓN CON LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

del tipo *estratocúmulo*, se ve peligro debido al cambio de las temperaturas. La camanchaca[35], originalmente ubicada a 600 msnm tiende a la movilización vertical, es decir, se estima que se trasladará hacia estratos más altos del desierto, modificando ecosistemas costeros e incluso extinguiendo algunos de estos.[36]

Dichas amenazas y la dependencia hídrica hacen del hábitat humano y no-humano un sitio que busca el agua y utiliza herramientas para poder vivir de manera confortante: los microorganismos dependen del funcionamiento liminal hídrico y es fundamental hablar sobre su *protección* y por otro lado los pueblos altiplánicos han entendido la extremación de las condiciones para habitar en el desierto de manera orgánica. Ambos hoy se ven en peligro por la extracción y la minería. Esta última, en base a los salares produce desde 1984 el carbonato de litio, el cloruro desde 1999 y el hidróxido desde 2005, obtenidos todos mediante el procesamiento de salmueras cloruradas indicado por el CIPER.

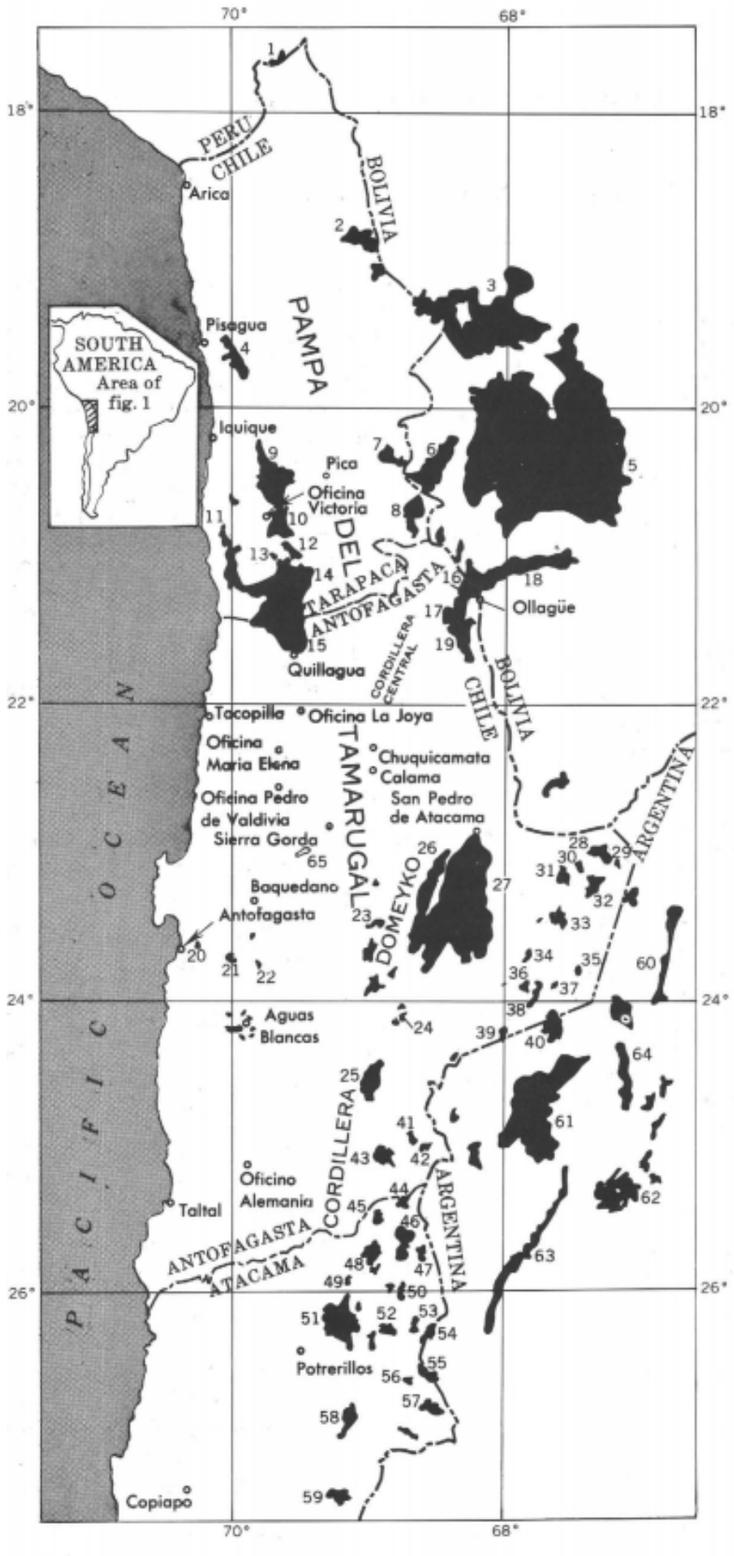
Esta acción tiene directa relación con el efecto sobre comunidades microbianas. A raíz del alza extractiva la Universidad de Arizona analizó el impacto por acción de la industria del litio en los salares de Atacama: el estudio demuestra que debido a la extracción de agua por bombeo y de salmuera se presenta un daño medioambiental irreversible en relación con las piscinas de evaporación de litio y la sequedad.

El sobregiro hídrico en el Salar del Llamará ubicado entre todos los salaes se ve afectado directamente por el proyecto *SQM Pampa Hermosa.*[37] La influencia de sus operaciones alertan sobre el efecto de *minería del litio* y más específicamente sobre este salar. Una serie de agrupaciones ecológicas, denominan que una de las posibles soluciones, además de la necesidad de controlar la extracción tiene que ver con la asistencia hídrica. (012)

35 La camanchaca es una niebla muy abundante que se mueve hacia la costa de la zona norte del país y que se produce gracias al anticiclón del Pacifico.

36 Véase en Entrevista a José Rutlland, climatólogo del Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas (Ceaza), la tendencia indica que “en algunas decenas de años la camanchaca podría desplazarse e incluso desaparecer del norte de Chile”. “Sólo tendrían que trasladar sus atrapanieblas a altitudes más elevadas, quizás 100 metros más arriba”, lo que comportaría asumir el coste de la ampliación de la conducción de agua para no dejar de obtener agua potable, explica. Por ahora, esa eventualidad no atemoriza a los habitantes de la zona, pues muchos de ellos tienen instalados sus atrapanieblas por encima de los 600 metros de altura, más arriba del punto en que podría desaparecer la neblina.”

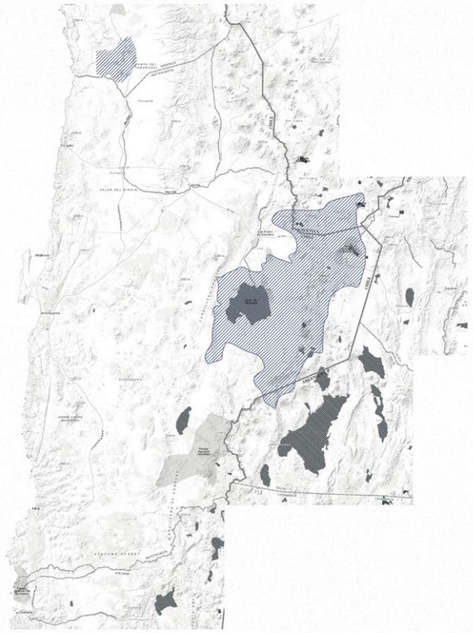
37 El Proyecto “Pampa Hermosa” se emplazaría en la comuna de Pozo Almonte, provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá. Entre las obras se consideran: Áreas de Mina, Tramos Lineales, Áreas Industriales, Campamento, Pozos y Captación de agua superficial, y se localizarían en un área delimitada por las siguientes coordenadas UTM (Proyección PSAD 56, Huso 19S): 7.631.835 Norte, 7.737.130 Norte, 406.581 Este y 452.890 Este.

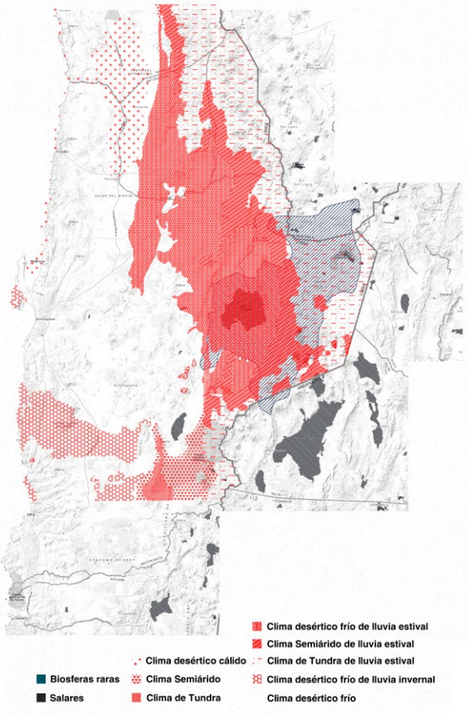


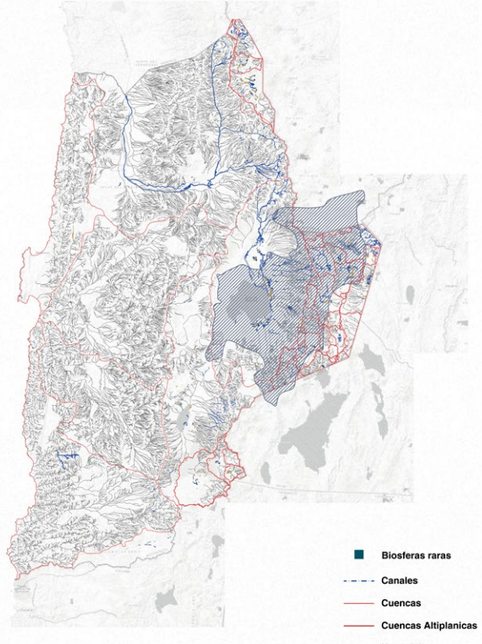
SALARS AND LAKES

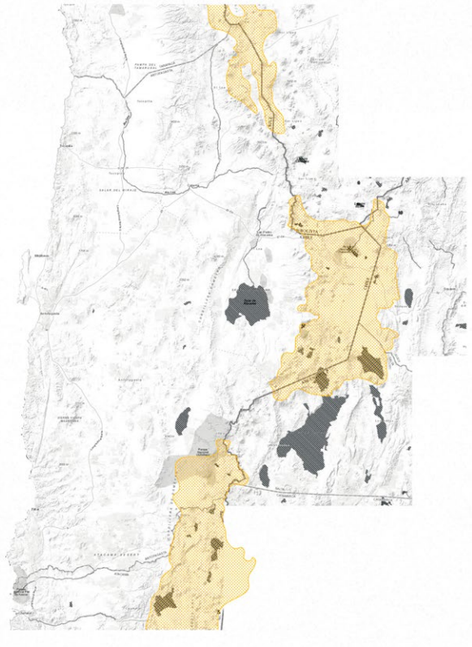
1–Laguna Blanco
2–Salar de Surire
3–Salar de Coipasa
4–Salar de Obispo
5–Salar de Uyuni
6–Salar de Empexa
7–Salar del Guasco
8–Salar de Coposa
9–Salar de Pintados
10–Salar de Bella Vista
11–Salar Grande
12–Salar de Sur Viejo
13–Salar de Lagunas
14–Salar de Llamara
15–Cerro Soledad (mountain)
16–Salar de Ollagüe
17–Salar de San Martin
18–Salar de Chiguana
19–Salar de Ascotan
20–Salar del Carmen
21–Salar de Navidad
22–Salar Mar Muerto
23–Pampa Elvira
24–Salar de Imilac
25–Salar de Punta Negra
26–Llano de la Paciencia
27–Salar de Atacama
28–Salar de Tara
29–Pampa de Tara
30–Salar de Aguas Calientes
31–Salar de Pujsa
32–Salar de Quisquiro
33–Salar de Aguas Calientes
34–Lagua Miscanti
25–Salar de Laco
26–Salar de Talar
37–Laguna de Tuyajto
38–Salars de Aguas Calientes and Purisunchi
39–Salar de Pular
40–Salar de Incaguasi
41–Salar de Aguas Calientes
42–Laguna de la Azufrera
43–Salar de Pajonales
44–Salar de Gorbea
45–Salar de Agua Amarga
46–Salar de la Isla
47–Salar de las Parinas
48–Salar de Aguilar
49–Salar de Infieles
50–Salar Grande
51–Salar de Pedernales
52–Salar de Piedra Parada
53–Lagunas Bravas
54–Laguna Wheelright
55–Laguna Escondida
46–Salar Wheelright
57–Laguna Verde
58–Salar de Maricunga
49–Laguna del Negro Francisco
60–Salar de Cauchari
61–Salar de Arizaro
62–Salar del Hombre Muerto
63–Salar de Antofalla
64–Salar de Pocitos
65–Salar de Pampa Blanca

50 0 50 KILOMETERS
50 0 50 MILES









Las microespecies que aquí yacen son capaces de reparar ADN, y algunas pertenecientes al filo de las *Firmicuties* abren paso a siguientes generaciones de bacterias por medio de esporas que pueden permanecer latentes durante miles de años.[38] Algunas de estas bacterias son capaces de involucrarse positivamente en procesos de producción de gases invernadero, tales como las *cianobacterias (fotosintesis) o percolomonas.* E incluso otras ya se utilizan como fármacos anticancerígenos o antibióticos potentes al día de hoy.

En 2017 se inició un proyecto bajo el nombre *Atacama Data Base* que recopila información sobre los microorganismos como recurso genético. Su especificidad radica en la capacidad que tienen de mutar ante condiciones extremas produciendo diferentes sustancias, y es fundamental entender el potencial que esto tiene no desde un aspecto únicamente extractivo sino de mantenimiento y activación del patrimonio microbiológico involucrando agentes cercanos a estos.

La diversidad presente en el desierto denota del potencial flexible de las especies como una cualidad replicable. Estas comunidades tienen la capacidad de posicionarse en el desierto extenso buscando en conjunto, a través de sus medios, resguardos del sol y de las condiciones difíciles.

La posición de las especies en la Tierra contempla el cuidado no sólo de un cuerpo, sino de un cuerpo social que se desenvuelve en el territorio afectando sobre él. Las consecuencias de la crisis climática contemplan un descuido acelerado de los recursos del planeta, lo cual significa la destrucción y el deterioro de múltiples ecosistemas.

Dentro del escenario es propositivo discutir acerca de cómo habitar y no sólo subsistir. Este, como propuesta liminal, se instaura dentro de la discusión no sólo por los recientes descubrimientos de materia microscópica sino por los desafíos que presenta a futuro. Múltiples asentamientos han llegado al desierto con el fin

38 "En ese contexto, desde 2010 en adelante, ha existido una exploración mucho mas acabada en el desierto para trabajar en el objetivo de buscar nuevas bacterias, esta vez, con el propósito de encontrar compuestos bioactivos que sirviesen como agentes anticancerígenos y antimicrobianos. "Paralelo a esta búsqueda, tanto mi grupo y otros grupos de investigación, están trabajando en describir la ecología microbiana de ambientes del desierto, en la zona del suelo, salares y humedales altoandinos. De esta manera, se comenzó a acumular una gran cantidad de información de todos los grupos interesados en la microbiología del Desierto de Atacama, y fue así como uno de los editores de la revista y destacado investigador, el profesor Alan Bull de la Universidad de Kent (Reino Unido), nos convocó tanto a mí como a la profesora Bárbara Andrews de la Universidad de Chile, para ser editoras de este número especial de Microbiología del Desierto de Atacama, con la finalidad de agrupar la investigación que se estaba desarrollando al respecto, visibilizando los grupos de trabajo que estaban detrás", explica la investigadora."

(013)
Paul Furst
1656
Doktoe Schnabel von Rom.
Doctor de las epidemias en el siglo XVII

de explotar las riquezas y recursos. Y bien ¿Qué pasa si el fin de habitar el desierto no tiene fines extractivos sino que responde a la crisis climática? ¿Qué sucede con los cuerpos que habitan sitios hostiles? ¿Qué pasa dentro de los cuerpos espaciales hostiles per se?

El desierto se aborda en el caso a partir de una comprensión de este como un espacio donde el cuerpo requiere de un ejercicio de adecuación: de habitar en lo mínimo dentro de las líneas del *existenzminimum* expuesto. Desde los pueblos mineros y hasta las centrales se irguen infraestructuras con el fin de habitar el desierto ante un objetivo extractivo muy diferente al de las comunidades altiplánicas.

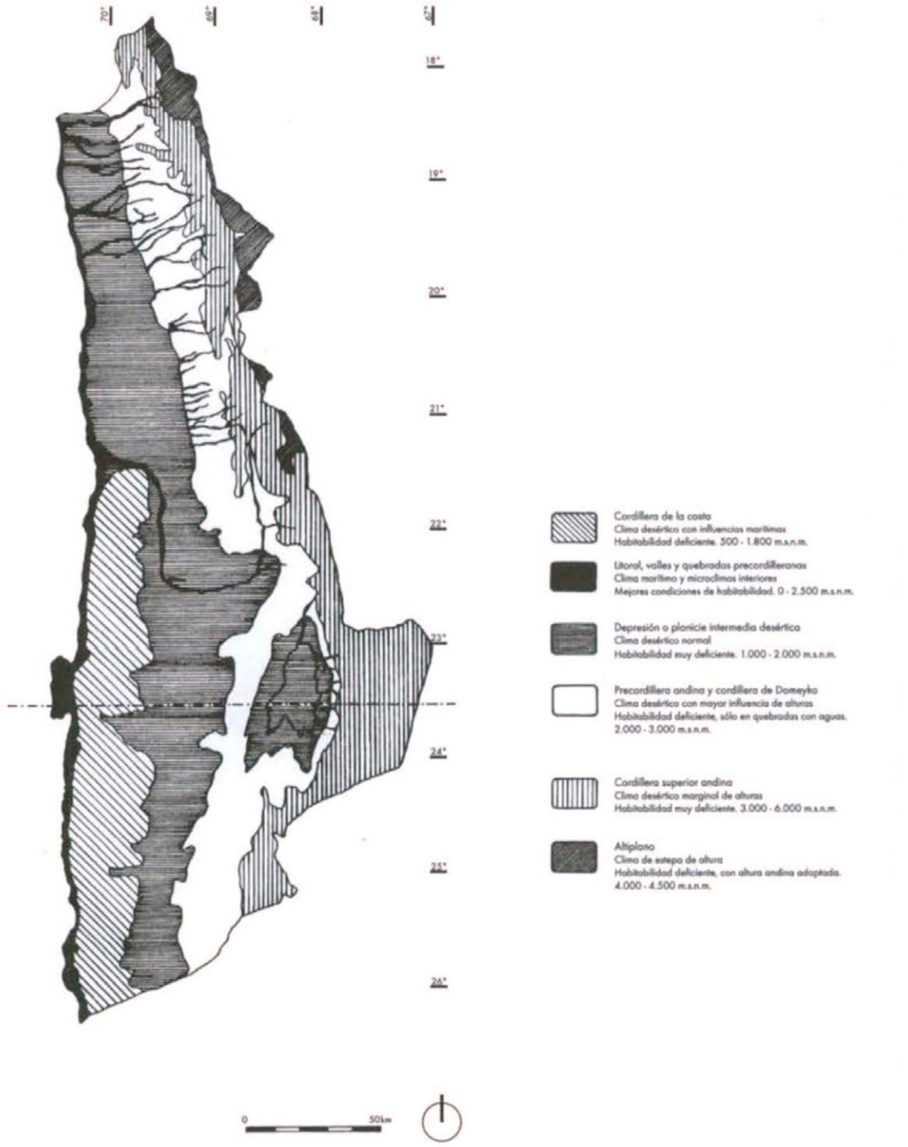
El acto de habitar el desierto, por parte de la minería, abarca una temporalidad limitada en torno a la explotación, lo cual hace de un sitio extremo, un sitio devastado y abandonado en un corto plazo. Desconocer el contexto y sus recursos valiosos más allá de la extracción ejerce una acción sobre este que no tiene conciencia con lo que yace en su extensión y sus consecuencias.

En el ámbito defensivo, y sobre la protección de los ecosistemas germinan una serie de elementos y dispositivos estratégicos. En tiempo pasado *la inmunología* se estructuró como una política comunal y como una estrategia de defensa contra la invasión; una operación militar microscópica. Desde 1940, gracias a Burnet, esta se ha orientado tanto por los mecanismos de auto tolerancia, como por la defensa contra patógenos sosteniendo la construcción de una frontera cuya finalidad se limita en restringir cualquier modificación nociva que afecte la integridad de un objeto focal. [39] (013)

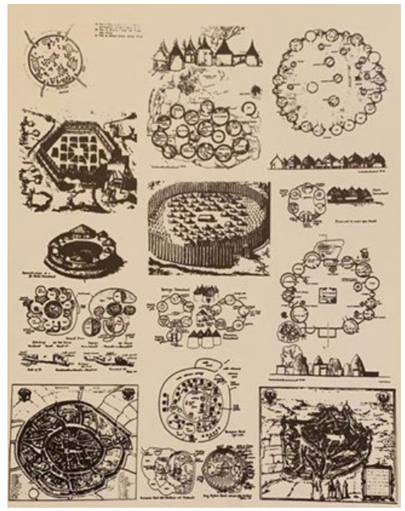
La defensa en primera instancia establecía una frontera de interacción entre exterior e interior comandada por la existencia de un *gran muro*[40] en donde se propiciaban los encuentros. La idea

39 **Peter Erni, Martin Huwiler, Christophe Marchand.** Transfer: Erkennen und Bewirken. (Suiza: Lars Muller Publisher.1999.)

40 **Siegfried Ebeling,** El espacio como membrana. Edición de Pep Aviles con un Ensayo de Spyros Papapetros . p. 62. *"Como conclusión podríamos decir que hasta ahora, un edificio constituía una defensa contra las más ásperas fluctuaciones del tiempo y el clima así como contra los defectos humanos (el hurto, el vandalismo, la envidia). El edificio se correspondía con la vivienda o la representación permanente del poder en cualquiera de sus formas (el castillo, el templo, el palacio, la administración, la oficina o la villa). Un edificio era la proyección de nuestra vida interior hacia el mundo exterior y estaba vinculado simbólicamente a la representación. Era una imagen espacial, una superficie tridimensional estratificada y perceptible mediante los sentidos. El edificio estaba esencialmente conectado de forma análoga con el reino natural y con una de sus principales representaciones, el cristal, cuyas leyes internas servían para proporcionar tensión espacial de un modo constructivo."*



(014)
Climas del Norte Grande. Glenda Kapstein



(015)
Tranfer: erkennen und bewirken.p. 199.

muro representa la capacidad de interactuar y habitar en el límite, y no necesariamente refiriéndose a la condición física de un muro. De Platón surge la idea del *límite como contorno* entendido como una entidad autónoma en sí misma. Sin embargo los estoicos, disidentes de las ideas de Platón, lo plantean ya no cómo un contorno sino como *el lugar donde la acción del objeto cesa*.

El *muro o frontera* (015) sería el resultado de la intersección entre dos fuerzas que tienen orígenes diferentes. Aristóteles por otro lado introduce el muro como una obra de arquitectura que no solo funciona en términos estratégicos. Plotino[41] adopta el concepto de *límite-dinámico* establecido por los estoicos configurando el *límite-espacializante*.[42] Y de esta manera, la visión del muro como límite se ha ido reinterpretando, y en este caso se utiliza más por sus cualidades que por su forma.

Actualmente se ha abandonado la idea del *muro* como un lugar dinámico, y se ha relegado en la mayoría de los casos a la separación entre interior y exterior. De una lectura sobre el trabajo de Aparicio titulado *El muro, concepto esencial en el proyecto arquitectónico: la materialización de la idea y la idealización de la materia* aparece la idea de *muro tectónico* frente al muro estereotómico, en donde el primero se describe como una red en donde se identifican todas las partes que la componen.[43]

Dentro del muro tectónico se pueden apreciar los nudos, y movimientos que se desenvuelven dentro de él. Esta idea sirve como partida para el desarrollo de una frontera habitable.[44] La idea de un muro tectónico adquiere relevancia dentro de la tesis ante la conformación de un sistema activo, en donde no necesariamente se distingue un exterior de un interior, sino que esta misma es la interacción entre dos lados que se confrontan.

41 Plotino es un filósofo neoplatónico nacido el año 205 d.c.

42 **Martins , Johanna.** 2015. El muro como referencia arquitectónica. Barcelona, Tesis. 2015. Dice: “En el siglo III d.C. nos detenemos en el filósofo neoplatónico Plotino. Con este, el concepto de límite-dinámico (resultado de una acción o potencia) defendido por los estoicos, se transforma en un límite-espacializante o creador de espacio. Plotino da el ejemplo de un haz de luz que se expande invadiendo las sombras, como paradigma de “objeto” creador de espacio con límites.

43 **Jesus M. Aparicio Guisado.** El muro. (Madrid: Atlantida Grupo Editos SA,2006.) p.195.

44 Ibidem.

En el siguiente capítulo titulado *Los objetos* indaga en cuanto al diseño de objetos para habitar *simbióticamente* el desierto.

Capítulo II

Los objetos

Una serie de objetos ubicados en Llamará contienen un conjunto de Sistemas de Soporte Vital y ensamblajes tecnológicos con el fin de *habitar.* Las tecnologías, que tienen una forma y una función, (001)se ensamblan desarrollando un sistema tras el trato inmunológico del proyecto: deficit hídrico y daños antrópicos ya mencionados describen los 3 tipos de objetos en el siguiente capítulo.

Antes de describir los objetos en cuanto a su apuesta formal y funcional, surge una discusión interesante de plantear entre Arquitectura e Infraestructura. De manera simbólica y tangible, se encuentran dentro del proyecto entre la necesidad y el desenlace, dentro de un *espacio intermedio.* El desierto vendría siendo un campo pseudo eterno, en donde dar escala al habitar implica la unión de elementos mediante la creación de nuevos mundos. Así los objetos, como aparatos puntuales, requieren de un cuerpo que los una, que de sitio y escala. Kapstein habla acerca de aquel *espacio intermedio,* y sobre el expone un *espacio existencial.*

El concepto de espacio existencial se basa en el hecho de que cada acción humana tiene un aspecto espacial. Este tiene una estructura relativamente estable que sirve de referencia para las percepciones transitorias y las experiencias, y en ese sentido los elementos en el sitio dentro del desierto se encuentra en el estado de partes distribuidas: *la topología se basa en relaciones de proximidad, separación, sucesión, continuidad. La organización elemental consiste en fijar centros o lugares, direcciones o recorridos y zonas o territorios.*[1]

Esto lleva a decantar en la formación de un agrupación, un conjunto habitacional, infraestructural y de espacios entre-medio de un entorno determinado por su condición y sus menesteres. Las nuevas maneras de vivir ya no son sostenibles, se deben abrir nuevas relaciones, y es mediante la tecnología que es posible imaginar alguna interacción romántica y a su vez funcional entre especies. El entorno ha cambiado y es a través del diseño que se puede ahondar en formas de vida más apacibles en cuanto a la gestación de nuevos vínculos.

El proceso de traslado de la ciudad hacia el desierto conlleva en el cuerpo una experimentación de sobreconciencia de este al igual como ha sucedido en tiempos pandémicos en donde una serie de objetos tecnológicos han permitido mantener el contacto y las relaciones. Kallipoliti en su articulo *At The Border* expone la cuarentena como una experimentación de los cuerpos en torno a una de-síntesis biótica con el entorno, y en palabras de Meillassoux, como una pérdida relacional con el contexto. Lo mismo sucede en este caso, en donde el hecho de aislarse y sobre todo en condiciones desérticas implica una pérdida de conexión con el contexto, lo cual indica la necesidad de afinar aquellos puntos de contacto con aquel entorno microorgánico apuntando hacia los ciclos simbióticos.[2]

1 **Glenda Kapstein.** Espacios intermedios : respuesta arquitectónica al medio ambiente. (Santiago: Ediciones ARQ. 1988)

(001)
Escenas de la película El canto del estireno. 1958 Coincidencias formales con la industria del plástico.

Por otro lado existe un alto contenido simbólico que significa la implementación de estructuras industriales en el desierto, y suena contradictorio. Aquel simbolísmo se encuentra en la infraestructura de manera que han sido estas mismas las que han dañado el desierto, y paradojicamente habrían de instalarse con fines palitativos: son estructuras similares e inclusos las mismas utilizadas por la minería las cuales otorgan nuevas posibilidades de adaptación.

La infraestructura se define como un conjunto de medios técnicos y soporte, en cambio la arquitectura comprende aquí todo cuanto esta entre infraestructura e individuos. Frente a las superestructuras utilitarias apareció el ornamento en palabras de Venturi[3] y en este descansa el encuentro entre arquitectura e infraestructura dentro del caso: entre lo utilitario y su atavío, entre tecnología y habitáculo. Es muy probable que en el camino aparezca una preeminencia de la tecnología, de la infraestructura sobre la arquitectura, y en el intento por compensarlo, la materialidad y representación implicadas en los actos de habitar entran en juego en el

2 **Lydia Kallipoliti.** Zoom In, Zoom Out en At The Border (E-flux Architecture, 2020) https://www.e-flux.com/architecture/at-the-border/325754/zoom-in-zoom-out/
"En cuarentena, el único punto de orientación es el yo y el núcleo extendido de cuerpos elegidos para agruparse como uno. Los cuerpos entran así en una de-síntesis biótica con su entorno, o como diría el filósofo Quentin Meillassoux, una pérdida relacional con el contexto. Para navegar, los cuerpos se utilizan a sí mismos como parámetros, y en lugar de la localización cartesiana en un plano abstracto, coordenadas polares con vectores y distancias. En este sentido, el espacio epidémico vuelve obsoleto el correlacionismo, o la necesidad de integrarse en el mundo y en un ecosistema.

Para los arquitectos, la idea del "mundo en una botella" no es nada nuevo. El papel de la arquitectura en la reconstrucción de microcosmos idealizados, como el "Dome over Manhattan" de Buckminster Fuller y Sadao de 1960 o la "Burbuja ambiental" de Reyner Banham y Francois Dallegret de 1965, está ligado a la intrincada historia de la utopía. Estas ilustraciones icónicas, que colocan al humano en frascos como un fósil, ilustran el potencial de que no solo hemos vivido en "mundos cerrados" durante mucho tiempo, sino que vivimos en ellos no simplemente por nuestro miedo a la infección. La idea de un recinto premeditado y de fabricar el mundo que nos rodea es un deseo existencial profundamente arraigado y prediseñado. Hoy en día experimentamos la realidad de la contención como un espeluznante cumplimiento de deseos de tiempos pasados, que han sido ilustrados vívidamente en el sueño arquitectónico de la burbuja y acelerados con la pandemia."

3 **Robert Venturi, Denisse Scott-Brown, Steve Izenour.** Learning from Las Vegas. (Cambridge MA: MIT Press.1972). "*Pero lo cierto es que la ornamentación de superestructuras utilitarias es típica de todas las épocas. Las murallas defensivas de la ciudad medieval se remataban con almenas complicadamente diversas y se dotaban de puertas retóricamente ornamentadas."*

espacio mediador. La interacción entre individuos necesita de la máquina y un sitio[4] ya que a través de ella se abren fuentes de poder frente a la crisis climática.

El Búnker

Este objeto se vincula al hecho de no necesariamente destruir las amenazas sino, demarcar límites entre los agentes, generando espacios entre los aparatos con el fin de habitar un territorio extenso y complejo.

La idea de búnker de Virilio recoge edificaciones macizas abandonadas en la costa de Francia luego de la Segunda Guerra Mundial.[5] Este, por lo general, se vincula con su condición de ser una construcción de hormigón para la protección militar, sin embargo, el búnker aquí es comprendido más allá de los aspectos físicos, y se profundiza en el como un aparato que tiene por fin resguardar y mediar.

El búnker custodia ante una amenaza, y se presenta como una estructura que intenta tocar el suelo lo menos posible generando el mínimo de sombra debido al efecto de esta sobre las bacterias del salar. Se desenvuelve en el territorio a modo de frontera y es una estructura que permite mantener aisladas ciertas comunidades microbióticas de sus amenazas. Dentro de el las cápsulas insertas en él subsanan el desequilibrio hídrico producto del calentamiento global para la activación y cuidado de microorganismos.

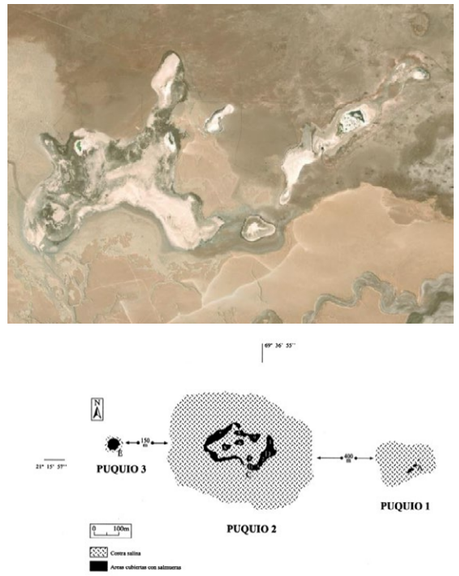
Así mismo el búnker unifica a los otros objetos con el fin de soportar la vida a través de los sistemas de soporte vital.[6] Este se estructura por una serie de pilares puntuales instalados en una porción lineal del territorio, sobre los cuales se apoya una serie de vigas IP, de las cuales cuelgan tuberías por donde fluye el agua obtenida de las cápsulas. Sobre la viga, se despliega una pasarela traslúcida que contiene el recorrido de sus habitantes y visitantes.

El búnker, como una estructura que además unifica y genera *espacios intermedios*, protege directamente las bacterias. Este resguarda

4 *"Porción del espacio, real o imaginada, en que se sitúa algo."*

5 **Paul Virilio.** Bunker Archeology. (Nueva York: Princeton Architectural Press. 1998)

6 Han de considerarse los sistemas de soporte vital como estas máquinas mínimas que hacen posible mantener la vida en condiciones complejas con el respaldo de diferentes tecnologías. Dentro de estos sistemas existen, por cierto, tres tipos: abiertos, híbridos y cerrados. Estos dos últimos permiten prolongar el hábitat en el espacio, a diferencia de los sistemas abiertos que dependen de una fuente de abastecimiento.



(002)
Ubicación de Puquios y sitios muestreados (mapa modificado a partir del presentado por López et al. 1999)

En la siguiente hoja: Axonométrica prototipo referencial Bunker y Cápsulas

microorganismos a través del cultivo, la representación, la fotosintesis y la hidratación por medio de tres sistemas: *(1)* hidratación por irrigación de niebla que mantiene la humedad de costras intermitentemente, (2) la hidratación por bombeo controlado que mitiga el nivel de los acuíferos y contrarresta la extracción, y (3) la restauración, visualización y conservación de puntos críticos.

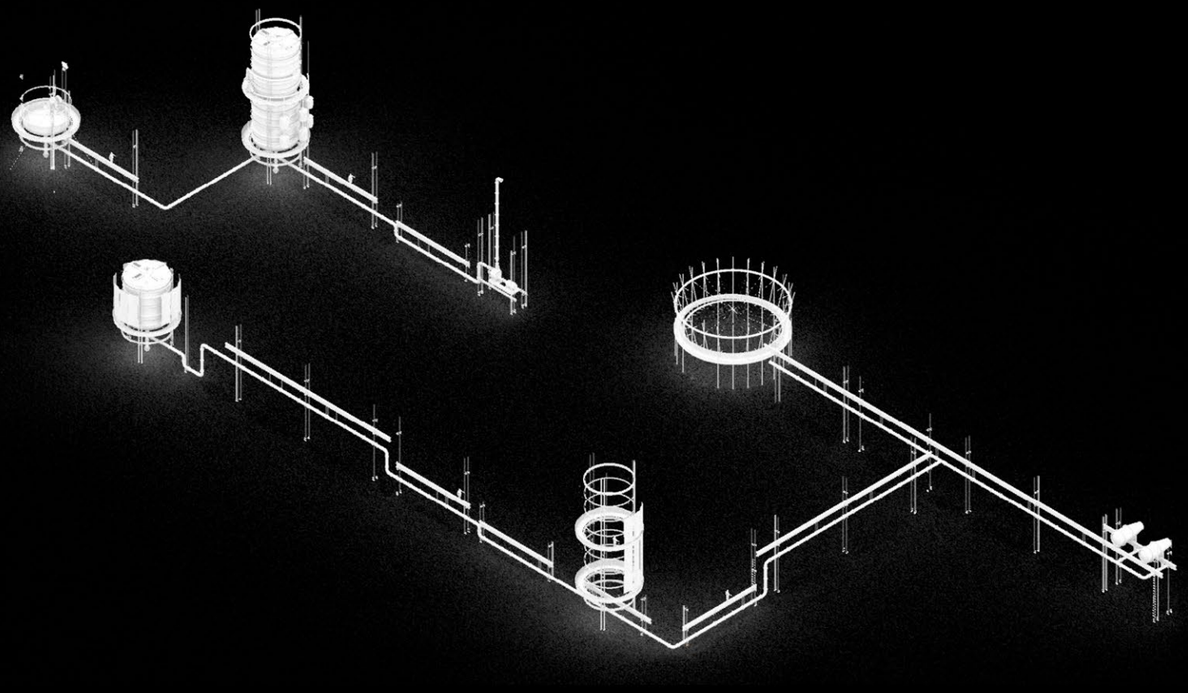
Los *puntos críticos* se definen por las zonas bombeadas por extracción alrededor de los puquios.[7] La zona de los *puquios,* que contiene 4 cuerpos de agua principales, se ve directamente afectada por el bombeo de inyección nocivo ilegal y frente a esto, se propone la implementación de una barrera hídrica de asistencia la cual contiene bombas, cañones nebulizadores, tuberías de irrigación y aspersores. Esta barrera surge de la idea de un proyecto inconcluso de mitigación en donde múltiples denuncias medioambientales aludían al caso omiso que SQM hacía en el año 2013 sobre esta medida.[8] (002)

El búnker finalmente es aquella infraestructura que media entre arquitectura y contexto, da lugar al confort desértico al tiempo que resguarda y activapotenciales activos. En su totalidad comprende una red extensa estructural que consta de pilares, vigas, pasarelas, mallas y estructuras puntuales que permiten reconocer el salar y sus comunidades, activando puntos claves en donde es posible estudiar el material orgánico desconocido en su activación y protección.

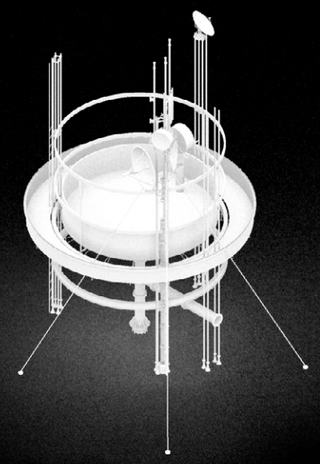
El búnker como sistema de protección cuenta con el funcionamiento de múltiples *cápsulas* distribuidas en su extensión, las cuales tienen por finalidad asistir hídricamente a todo el sistema además de dar habitación a un conjunto de individuos. Estas capturan agua, la almacenan, miden, controlan, purifican y distribuyen. Además permiten habitar el desierto no solo en la busqueda de proteger comunidades microbióticas, sino de complementar esta misma con otro tipo de actividades y oficios en torno a cohabitar.

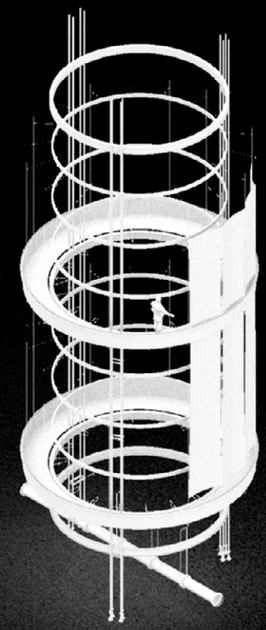
7 Puquio significa *"Manantial de agua que brota de la tierra"*

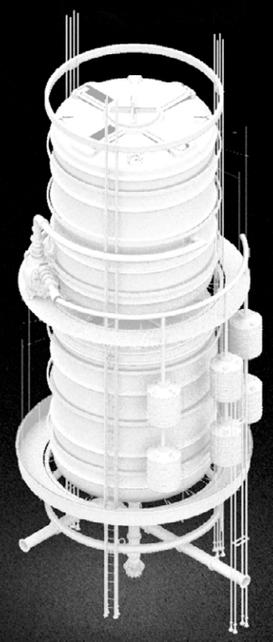
8 El sistema propuesto para afrontar la extracción por bombeo proponía en el 2013 la recarga de acuíferos en directa relación con los efectos del cambio climático.

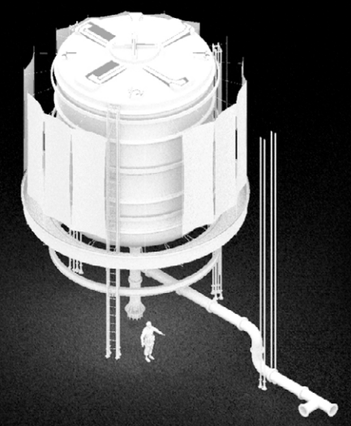


Búnker









Cápsulas

Las cápsulas

El módulo de cápsula, similar en todos los modelos, se basa en el modelo de una torre de agua (003) y su tamaño es determinado por un estanque de almacenamiento de agua de 226.000 L. La estructura que eleva y sostiene el estanque establece las dimensiones del proyecto.[9] Las cápsulas se dividen según su funcionamiento, en primer lugar el *modelo N1* capta agua de las precipitaciones en base a una tecnología sencilla de captación de aguas lluvia en la cual es posible distinguir una zona de *recolección y almacenamiento, incluyendo inyección controlada.* El modelo N2 capta agua en base a la recolección de agua mediante la tecnología de *atrapanieblas.*[10] Esta recolecta las gotas de agua y rocío con una tela de tipo malla antiáfidos para luego ser almacenada y posteriormente distribuida en el búnker.

El modelo N3 se elabora con el fin de medir las condiciones hídricas mediante tanques evaporímetros, medidores de salinidad y humedad. Esta contiene además una sección destinada a la red de telecomunicaciones y conexión con el fin de aumentar el radio de alcance virtual. El modelo N4, ubicado cercano al refugio, purifica las aguas para consumo humano mediante el sistema *Pure Aqua* de la NASA que consiste en el proceso de osmosis inversa.[11]

El modelo de cápsula N5 consta de un espacio de visualización y se sostiene sobre la misma estructura de pilares, plataformas y circulaciones verticales, aunque a diferencia de los anteriores, no contiene un estanque en su interior, por lo tanto queda como una estructura vacía la cual enfoca sus esfuerzos en acentuar la presencia de microbios mediante la utilización de dispositivos que aumentan y reflejan el paisaje bacteriano.

La última cápsula, a excepción de las anteriores comprende un *módulo habitable.* La habitación inserta y adaptada en un estanque

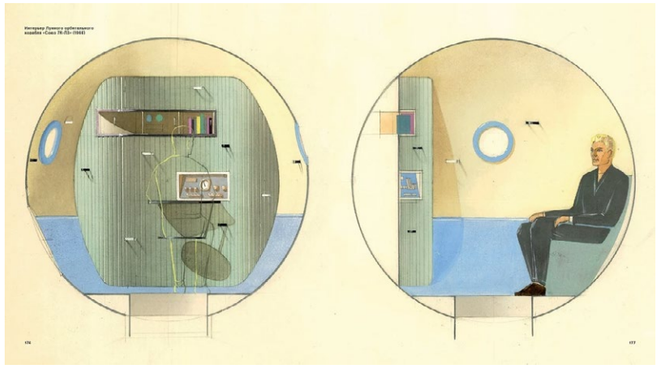
(003)
Elaboración propia. Fotografías de estudio en el Poblado de Juan López, Región de Atacama, 2018. Torres de agua son indispensables en cada casa, todas sin excepción cuentan con una que forma parte de la arquitectura.

9 Emplear buenas protecciones contra la radiación solar: cubiertas reflectantes, pinturas claras, terminaciones lisas y materiales poco reflectantes. Prever espacios cubiertos de protección contra el sol, pasos cubiertos, sombreaderos, aleros, quebrasoles. Protección solar en cubierta, fachadas oriente y poniente.

10 El agua también depende de fuentes distintas de la lluvia, una de las fuentes de humedad más importantes para las comunidades endolíticas es la condensación del vapor de agua por las noches: el rocío. Este depende de la conductividad térmica de las superficies y se ha podido probar que durante 1400 años ha persistido sobre las superficies rocosas.

11 Esta tecnología, creada por la NASA en la década del 50, depura el agua salina mediante la aplicación de alta presión para la separación de iones de las sales que se encuentran en el mar o en aguas contaminadas, incluyendo aquellos que pueden ser tóxicos. La ósmosis inversa es una tecnología de membrana que permite eliminar la salinidad del agua. Se basa en un proceso de difusión a través de una membrana semipermeable que facilita el paso de gases disueltos y moléculas sin carga electroestática de bajo peso molecular

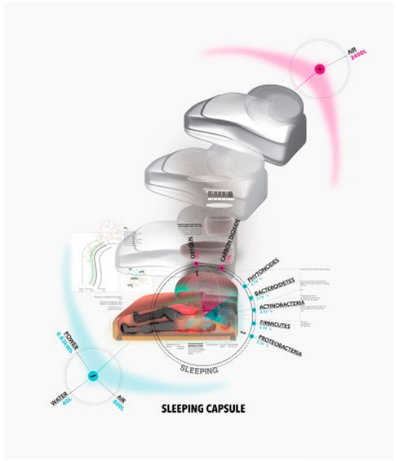
de agua de 226.000 L permite la estadía temporal o permanente de un grupo de 3 individuos humanos. Su distribución es concentrica al ser un cilindro y se distribuye en dos niveles. En el inferior se almacenan objetos en un sistema de mobiliarios que se soportan en la cáscara del estanque tal como sucedía en las cápsulas rusas que Balashova proyectó en los años 60 para el cohete Soyuz, (004) y el superior cuenta con 3 *sleeping capsules* que oxigenan y mantienen los cuerpos humanos la momento de dormir. Las *cápsulas de dormir* son la adaptación de las diseñadas por Kallipoliti para el programa *Life on Mars* y significan la extensión de 4 actividades principales sobre las cuales se funda el habitar. (005,006)

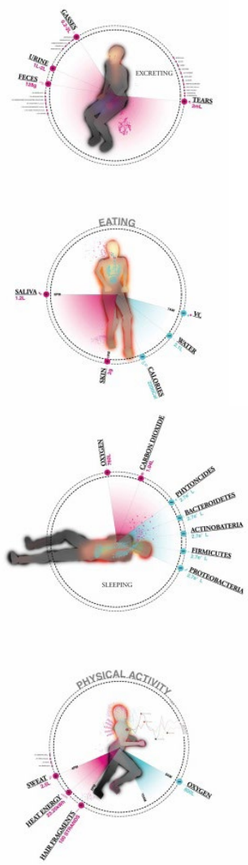


(004)
Karina Diemer
Acuarela de Galina Balashova. Entrevista al arquitecto del programa espacial soviético Philip Moiser

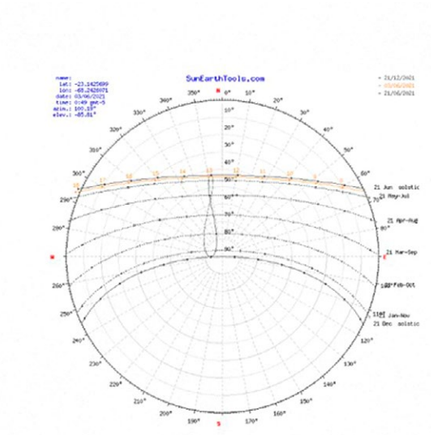
Profundizando en este dispositivo, es interesante cuanto se puede analizar el comportamiento del humano y el acto en simbiosis. Este se presenta como un enlace entre dos comunidades que siempre han estado en conexión: es cierto que los cuerpos humanos en su mayoría se componen por bacterias. Una serie de objetos y elementos de arquitectura acentuarán la relación entre bacteria y humano haciendo de esta relación un tanto más simbiótica y coexistente. Especificamente en el contexto de la crisis climática se potencia esta relación con fines prácticos, sensoriales y performáticos (a largo y corto plazo) con el propósito de estabilizar el aislamiento.

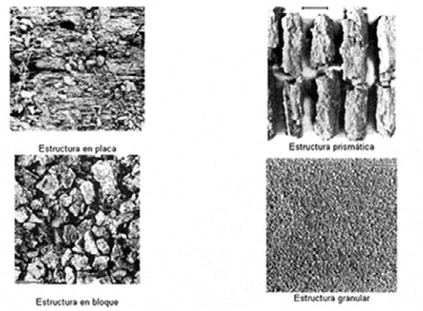
El acto de *dormir* significa la simbiosis en cuanto a la relación que se produce entre el cuerpo y bacterias tales como *firmicutas, actinobacterias, proteobacterias, bacteroides y phyronicides. Comer y excretar* se relacionan directamente con el Sistema de Soporte Vital cerrado en base a microorganismos, los cuales producen una interacción estrictamente funcional entre el soporte del cuerpo y





(005)
Sleeping Capsule, Lydia Kallipoliti en Life on Mars.
(006)
Las 4 actividades de Lydia Kallipoliti en Life on Mars.





(007)
Carta Solar extraida de Sunearth Tools. Localización: Salar de Llamará en la Región de Tarapacá.

(008)
Sustratos del desierto de Atacama, más especificamente del Salar de Llamará.

las bacterias. *La actividad física* no sólo se traduce en actividad física deportiva sino en cualquier acto u oficio que va más allá de lo anteriormente descrito. Todo lo anterior consiste en un constante flujo de energía, recursos, oxígeno, dioxido, humedad y desechos, que se relaciona directamente con el mundo microscópico y que complementa el diario vivir de un humano bajo las condiciones del desierto.

Finalmente la estructura de las cápsulas consta de una viga IP en forma de anillo (8 mØ) sobre 4 pilares compuestos sosteniendo, junto a otras piezas, el estanque y los otros componentes. Las cápsulas mediante su estructura se comunican dentro del búnker, y se ubican de manera estratégica con el fin de que la recolección mantenga el sistema, y al mismo tiempo en su diseño cumplen con corresponder con la carta solar, la proyección de las sombras y el contacto con un tipo de suelo específico. (007,008)

Las definiciones que describen una cápsula se reflejan en el proyecto directamente. En primer lugar la cápsula (Del lat. *capsula*, dim. de *capsa 'caja'*) *se entiende como la envoltura soluble en la que se encuentran ciertos medicamentos*, lo cual es interesante porque en términos gramaticales y conceptuales se relaciona con inmunidad. Una cápsula también se define *como la parte de una nave espacial donde se instalan los tripulantes, si los hay,* lo cual se replica en este caso, y en otras definiciones sugieren *una cubierta que envuelve o recubre diferentes partes del cuerpo y una vasija que se emplea principalmente para evaporar líquidos.* que guarda directa relación con la recolección hídrica para comunidades endolíticas y humanas.[12]

El agua es un recurso esencial y presenta uno de los estreses más severos para todo ecosistema: *estrés por deshidratación.* Es por esto que las cápsulas cumplen un rol hídrico a lo largo del proyecto. Ya que pesar de la capacidad de los sujetos microbióticos de soportar condiciones extremas, es necesario su control ante nuevas amenazas y obtener agua también con fines de habilitar el desierto de manera controlada con el fin de habitar.

12 La precipitación en forma de lluvia parece ser una fuente esencial de líquido para estos ecosistemas, sin embargo el agua es escasa con largos intervalos entre la lluvia y la evaporación.

El refugio

El cohabitar toma en consideración la elaboración de un dispositivo cuasi infraestructural destinado en conservar el confort de los sujetos en comunidad a través del aislamiento parcial.[13] El refugio se destina a labores en comunidad y las proporciones de éste son determinadas por el módulo de cápsula, ya que se construye a partir de las mismas piezas, todas prefabricadas y transportadas desde los nodos más cercanos.[14]

El refugio contiene en su interior los *sistemas de soporte vital* por un lado, y espacios comunes por el otro. En su interior el humano transita entre la tecnología y los microorganismos de SSV.[15] El refugio se entiende como una *Unidad de Soporte Vital,* es decir es el órgano principal de todo el sistema de dispositivos. Se subdivide en dos módulos cilindricos verticales en donde se organiza la sinergia energética del proyecto. Bajo el refugio existe un proceso de salida y reentrada que expande el umbral de trancisión en un espacio operativo que abre paso a la adaptación y decontaminación del interior con el exterior mediante una esclusa de aire. Una serie de tuberías emergen de este movilizando los desechos y recursos desde una zona que refugia los SSV hacia la zona habitable y viceversa.[16]

El proyecto utiliza un SSV[17] que se define como un *sistema de soporte vital cerrado* y es parte de los Sistemas Bioregenerativos de la ESA capaces de generar atmósferas que propician la vida bajo el funcionamiento de agentes bacterianos(*Ver Anexo Tecnologías*). En el caso del diseño del refugio fue pertinente asimilar las condiciones de Atacama frente a las de Marte, y de esta forma revisar proyectos que tengan consideraciones extremas similares.[18] Si bien, el proyecto no se instala en Marte, tiende a asimilarse en cuanto a sus condiciones.

13 Para Osman los protagonistas de Banham era arquitectos y no arquitectos, y este último se refería a los arquitectos como “extremistas” constantemente preocupados por los requisitos biológicos para la habitación humana. Extremos también en su futurismo, con un deseo por integrar cada nueva tecnología que surgió en el tejido físico de los edificios.

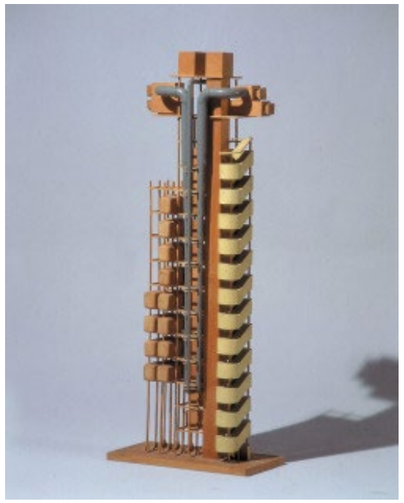
14 La implementación de partes prefabricadas que son empaquetadas y trasladadas al sitio para su posterior instalación.

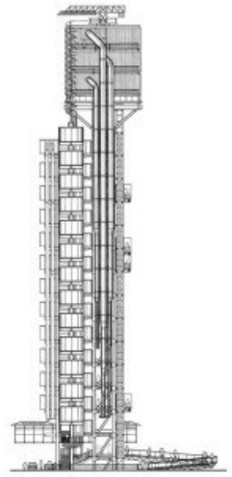
15 Sistema de Soporte Vital.

16 Flujo y sinergia.

17 Sistemas de Soporte Vital o Life Support Systems.

18 En Marte las temperaturas son menores a las de la tierra, reflejando mínimas extremas que llegan a los -125C. De acá surgen varios tópicos interesantes a considerar al momento de proyectar un objeto que permita a las especies adaptarse a condiciones extremas al tiempo que se defienden de agentes exógenos. La razón principal por la cual se quiere enviar vida humana a Marte es para explorar las riquezas y posibilidades que significa este planeta para los humanos, misma razón por la cual se ha intentado habitar el desierto durante décadas.





(009)
Lloyds Building, Richard Rogers. Uno de los referentes en cuanto a la comprensión del edificio como una má quina.

La arquitecta e ingeniera Lydia Kallipoliti considera en su trabajo el desarrollo y estudio de sistemas cerrados capaces de albergar vida fuera de la Tierra, que pueden ser luego implementados en la Tierra. Estos mundos cerrados determinan la aislación completa de los sujetos con su entorno, aunque en este caso se utilizan las tecnologías dentro de un *aislamiento parcial.* Los sistemas cerrados reutilizan y reciclan recursos escasos mediante la extracción, la filtración y la recirculación: convierten los desechos en nuevos productos viables sin la necesidad de flujos externos.

Un sistema completamente cerrado es sumamente complejo, es por eso que en el caso del refugio, se adopta una reinterpretación funcional de los sistemas en base a una disminución de las exigencias del entorno.[19]

Respecto a las zonas del refugio, y comparado con Marte, se extrae que a lo mínimo debe incluir un Invernadero Geopónico que utilice luz artificial y parcialmente natural para el crecimiento de vegetales en su interior. De éste la tripulación logra cubrir la adquisición de nutrientes y aire limpio mediante el cultivo de un área de 100 m2. Es necesario también contar con un espacio de trabajo y laboratorio, en donde se cumplan labores de estudio y comunicación con el exterior de manera limpia y aislada. Una zona de reparación y soporte del hábitat esencial para mantener la calidad de vida al interior de la nave, y un área médica para emergencias y mantenimiento.

Una zona no menos importante es la zona de convivencia en donde existe interacción entre individuos sin fines prácticos. Y por último existen dos zonas fundamentales: el sitio de almacenamiento y depósito en donde, en el caso de Marte se disponía a cubrir la mitad de la dieta de cada tripulante a través de comida congelada y liofilizada traída desde la Tierra (para esto se necesitarían 11 m2), y la zona de exclusas que conectan el exterior con el interior mediante una cámara de aire con 2 compuertas herméticas en serie que no se abren simultáneamente.

A partir de estos componentes se distribuye el programa dentro del refugio teniendo en cuenta las circulaciones y recorridos, la manera en que circula el calor, la humedad y los vientos, como atraviesa la luz, el agua, y el sonido. La piel que recubre y aísla estos dispositivos es hermética, doble y comprende un grosor de aire a través del cual se circula: en el exterior es traslúcida y permeable

19 **Lydia Kallipoliti.** The architecture of closed worlds, or, What is the power of shit?. (DZA Druckerei zi Altenburg: Lars Muller Publishers. 2018)

y en el interior es opaca e impermeable. La membra externa, es decir la membrana de antiáfidos unifica la propuesta del refugio, protege el cuerpo de los habitantes y tiene una función muy similar a lo que sucede con los ropajes de comunicar el exterior con el interior de manera directa.

La piel, concebida como un órgano del cuerpo humano, adquiere funciones específicas: tiene una función protectora[20] , se encarga de la regulación de la temperatura, el balance de agua, la función sensorial, de la función inmune y provee de *comunicación.*

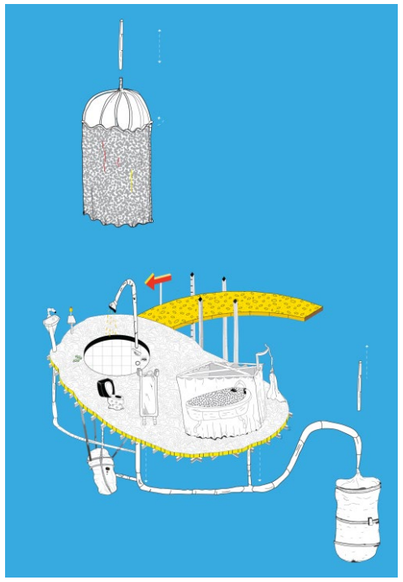
Estas funciones, del cuerpo a la membrana estructural del refugio, se transmiten en: (1) la función protectora, (2) la regulación de la temperatura, la cual en base al funcionamiento de constricción de los vasos de la piel, se traduce en la utilización de irrigación y circulación mediante la cascara de una serie de tuberías, (3) el balance de agua guarda directa relación con la protección contra la perdida de fluidos y control de la liberación de estos fluidos, (4) la función inmune tiene alta proporción con las zonas de defensa específica y (5) la comunicación se relaciona con el aspecto que transmite el objeto hacia su interior y exterior.

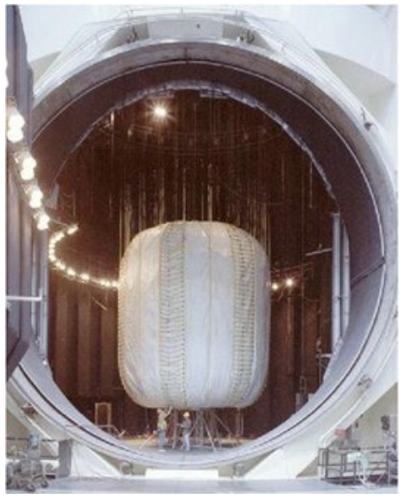
Respecto al manejo del oxígeno, la envolvente del sistema se encarga de la ventilación del interior y la circulación del aire respirable. Este sistema extraería el aire contaminado del interior, limpiándolo, para ingresarlo nuevamente al recinto. El volumen de aire dependerá de la cantidad de habitantes que haya que abastecer de oxígeno para regenerar la atmósfera mediante conductos y tecnologías conocidos por CDRA *(Carbon Dioxide Removal System)*, que funcionan a través de la absorción y expulsión de CO2 utilizando un mineral llamado ZEOLITA.

Si bien la distribución del refugio viene de la estructura de las *cápsulas*, éste incorporó el análisis de un *retro-tipo* de la NASA (1997): *TransHab*.[21] En este dispositivo los arquitectos respetaron las limitaciones de la ingeniería, y los ingenieros comenzaron a considerar los factores humanos críticos. La colaboración dio lugar a un módulo espacial que sirvió de modelo para proyectos

20 Por cornificación del epitelio y la liberación de secreciones glandulares frente a procesos mecánicos, térmicos y químicos.

21 Para la creación de este se contrató a un equipo de arquitectos que trabajasen el diseño de un módulo de habitación inflable para vuelos espaciales de larga duración o como nodo de extensión de la Estación Espacial Internacional. Ingenieros de la NASA ya habían elaborado modelos iniciales para TransHab, pero la arquitecta Constance Adams demostró que estas propuestas hicieron un mal uso del espacio y probablemente tendrían un efecto psicológico negativo en la tripulación.





Six Steps to Create a Fairy Tale | Nhut Nguyen, VUW 201. Ilustración y esquema de aguas.

NASA
1997
Fotografía de la instalación y construcción de la estación Transhub. NASA

NASA
1960
Prototipo Mylar. Test estrés de la tela. En los primeros días de la NASA, los ingenieros descubrieron la forma más fácil de lograr esto: señales de rebote en un globo de metal gigante que flotaba en órbita. Echo I, era un globo de 100 pies de diámetro hecho de mylar. poliéster. La nave espacial fue diseñada como un reflector de comunicaciones pasivas para señales telefónicas, de radio y de televisión transcontinentales e intercontinentales.

futuros como el B.E.A.M. Esta estructura híbrida combina la eficiencia de empaque liviano con la ventaja de una estructura resistente y sólida. Bajo este punto de vista suena contradictoria la implementación de estructuras livianas en el desierto y frente a esto la membrana Mylar contribuye en complementar la envolvente traslúcida, la cual consta de decenas de capas textiles conteniendo mantas de aislamiento a temperaturas extremas.[22]

La utilización de una membrana flexible como un componente sugiere la lectura del libro *El Espacio como Membrana* en donde se traduce el texto D*er Raum als Membran de Siegfried Ebeling.* El prólogo escrito por Spyros Papapetros plantea una serie de preguntas tales como ¿Qué sucedería si el espacio ya no fuera imaginado como un continuo abstracto sino como extensión material de la piel humana, un medio elástico que uniera el cuerpo con las paredes del edificio en lugar de crear una barrera entre ambos?[23]

El prólogo, bajo el título Pieles Futuras, toma en consideración el tono con el que Ebeling, en el año 1926, genera un discurso que se proyecta hacia el futuro, mimetizando las propiedades elásticas de las membranas en donde entrelaza ciencias humanas y naturales.[24] Las ideas de Ebeling son interesantes de retomar dentro de una discusión acerca de qué significa considerar el espacio como membrana en el desierto.

El refugio habitable se orienta hacia la existencia y no subsistencia, en donde las ocupaciones no son sólo en torno a generar inmunida generar inmunidad sino también se orientan a

22 El MYLAR un plástico aluminizado o recubierto de oro o plata, que refleja los rayos de sol y por tanto no se calienta. Además, en el caso de su utilización en el espacio, no deja salir los rayos infrarrojos emitidos en el interior de la nave, manteniéndola temperada siempre. Sin embargo este sistema conlleva el peligro de que se sobrecaliente el interior de la nave, ya que el MLI no deja irradiar el calor producido por las máquinas y las personas al interior. Para solucionar este problema, se instalan unos radiadores que transportan el calor que irradian las máquinas a bordo hacia el exterior mediante una serie de tubos. Este sistema se compone por dos componentes: (1) Un circuito de tubos rellenos de agua que absorben el calor de las máquinas y las enfría. (2) Dos radiadores que están hechos de paneles de aluminio.

23 **Siegfried Ebeling,** El espacio como membrana. Edición de Pep Aviles con un Ensayo de Spyros Papapetros. "¿Qué sucedería si dejáramos de considerar a la arquitectura como objeto, espacio, masa o superficie, ya sea ésta bidimensional o tridimensional? ¿Qué sucedería si el espacio ya no fuera imaginado como un continuo abstracto sino como extensión material de la piel humana, un medio elástico que uniera el cuerpo con las paredes del edificio en lugar de crear una barrera entre ambos? ¿Qué sucedería si este espacio epidérmico se proyectara más allá de los límites del edificio singular, creando una red con otros organismos espaciales dentro del sistema urbano? Y, ¿qué sucedería si esta red se extendiera más allá de los límites de la ciudad y la nación, cruzando los continentes para crear una membrana global? ¿Podrían entonces las pieles de los edificios combinarse finalmente en un 'interface' universal —un aparato mediador que uniera la esfera material de la tierra con los vapores de la atmósfera y reinscribiera la infinitud de los rayos cósmicos dentro de los límites geométricos de un cerramiento arquitectónico y epistemológico?

24 Filosofía, teosofía, antroposofía, biología, cosmología, fisiología botánica, tecnología material y constructiva, así como geopolítica y economía global.

generar inmunidad sino también se orientan a todo tipo de actividades. Este no se ubica precisamente cercano a las comunidades microbióticas, sino en lugares más alejados debido a su nivel de incidencia sobre los suelos. Debido a esto la relación simbiótica del refugio queda relegada a la utilización del *SSV MELiSSA* creado en 1995 y estudiado hasta hoy por la *Agencia Espacial Europea.*[25] *(010)*

MELiSSA a través de diferentes biorreactores utiliza microorganismos para la formación de un *ecosistema artificial cerrado,* recrea la atmósfera que mantiene a los microorganismos y organismos a través del reciclaje de orina, heces y CO2, proporcionando agua, alimento y oxígeno. El funcionamiento se basa en el ecosistema de un lago, su objetivo es la obtención de recursos mínimos a partir únicamente de la luz y las bacterias como fuente de energía, reciclando y reutilizando además todo sin necesidad de renovación.[26]

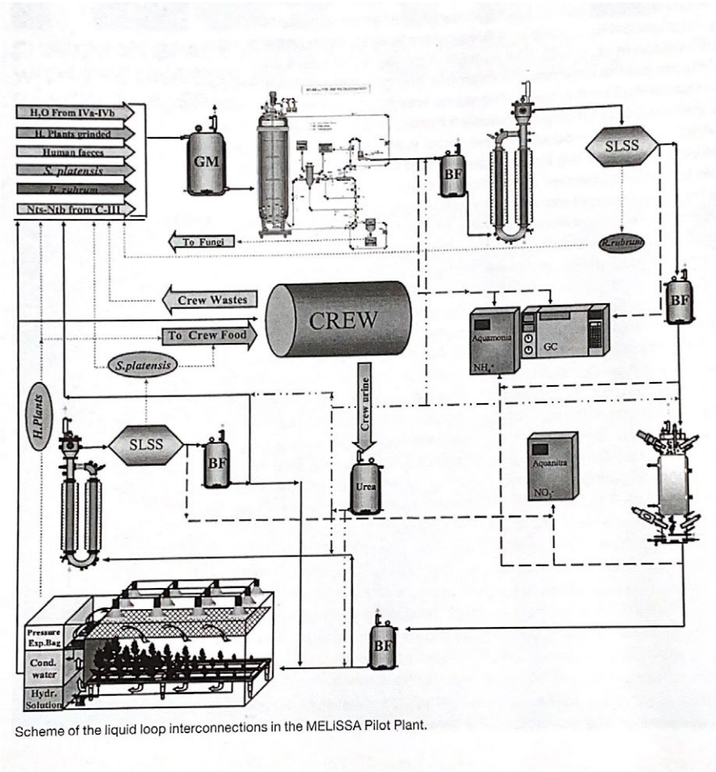
Esta tecnología funciona con el objetivo de apaciguar la vida ante el calor extremo y la baja humedad. Junto a esta se encuentran las tecnologías de almacenamiento y sistemas de mantenimiento que posibilitan la arqueología de medios naturales. Esta infraestructura permite la colecta de material microbiano, para lo cual puede recurrir al proceso de criopreservación (utilización de nitrógeno líquido a -196 °C y ultra frío a -150 °C) y liofilización.[27] Y finalmente, ensamblado a esto se encuentra la captación de energía solar y conservación mediante Powercells de la NASA sumado al flujo hídrico proveniente del sistema total.

Por otro lado el refugio se divide en torno a dos circulaciones verticales en recorrido que se relacionan directamente con la disposición de los niveles según el confort, la radiación, comodidad y grados de asepsia. Las dos circulaciones nacen de la nave inferior y distribuyen a través de ella a los sujetos, y del mismo modo dirigen los flujos de heces, urina, agua, electricidad y otros recursos hacia sus multiples destinos. Los espacios se iluminan a través de las circulaciones horizontales en forma de anillo que contempla cada nivel. La única luz natural que ingresa al recinto es por esta vía, y la luz artificial en forma circular se distribuye en cada piso según la intensidad requerida.

25 En colaboración con la *Universitat autónoma de Barcelona.*

26 Anexos Melissa al final del documento.

27 Deshidratación en frío.



Scheme of the liquid loop interconnections in the MELiSSA Pilot Plant.

Liquid loop

GM: Grinding and mixing
SLSS: Solid liquid separation system
Aquanitra: Nitrate Analyser
Aquamonia: Ammonium Analyser
UF: Ultrafiltration unit
BF: Buffer tank.
GC: Gas Chromatograph

Main liquid lines
Sampling lines
Food and organics lines
NH_4^+ -Urea lines

(010)
NASA
1960
Esquema de funcionamiento
Planta MELiSSA.

La mantención de las condiciones de temperatura es asistida por tuberías a través de las cuales circula agua, y en ciertos momentos del día se atomiza en los niveles habitables (no así en los laboratorios). Por otra parte la distribución de los niveles no funciona de manera concéntrica, sino más bien contiene una grilla de rieles que permite ir transformando el interior de la circunferencia dependiendo de los usos y requerimientos. (011)

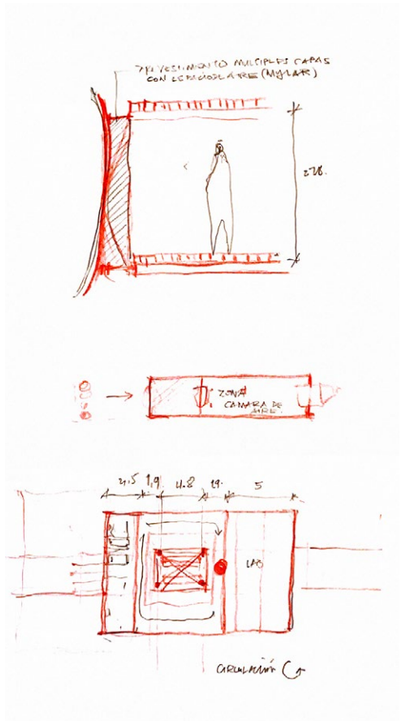
El refugio, entonces propone los términos de habitabilidad conjunta sobre los cuales se esboza el trato inmunológico entre los sujetos que habitan el conjunto y el sistema propuesto entre todas las partes: *cápsulas, búnker y refugio.*

El desierto extremo, enigmático, arcaico y al mismo tiempo moderno, se comprende más allá de la extracción, y la operación sobre este tiene relación con su suelo, atmósfera y condiciones como un potencial y no necesariamente un como un desafío a corto plazo. De esa manera los sujetos podrían habitar el desierto sin dejar infraestructuras abandonadas al momento de su posible partida, con un fin específico y teniendo en cuenta las variables extremas como una ventaja.

Los objetos elaborados a partir de la cápsula guardan directa relación con el confort y la escasez hídrica. Ésta se presenta en el proyecto como una píldora que sirve para el cuidado, defensa y reconocimiento de los seres humanos y microorganismos. El búnker se establece como la red defensiva que distribuye los recursos, protege y delimita, y el refugio como el sitio esencial de resguardo y confort de los sujetos.

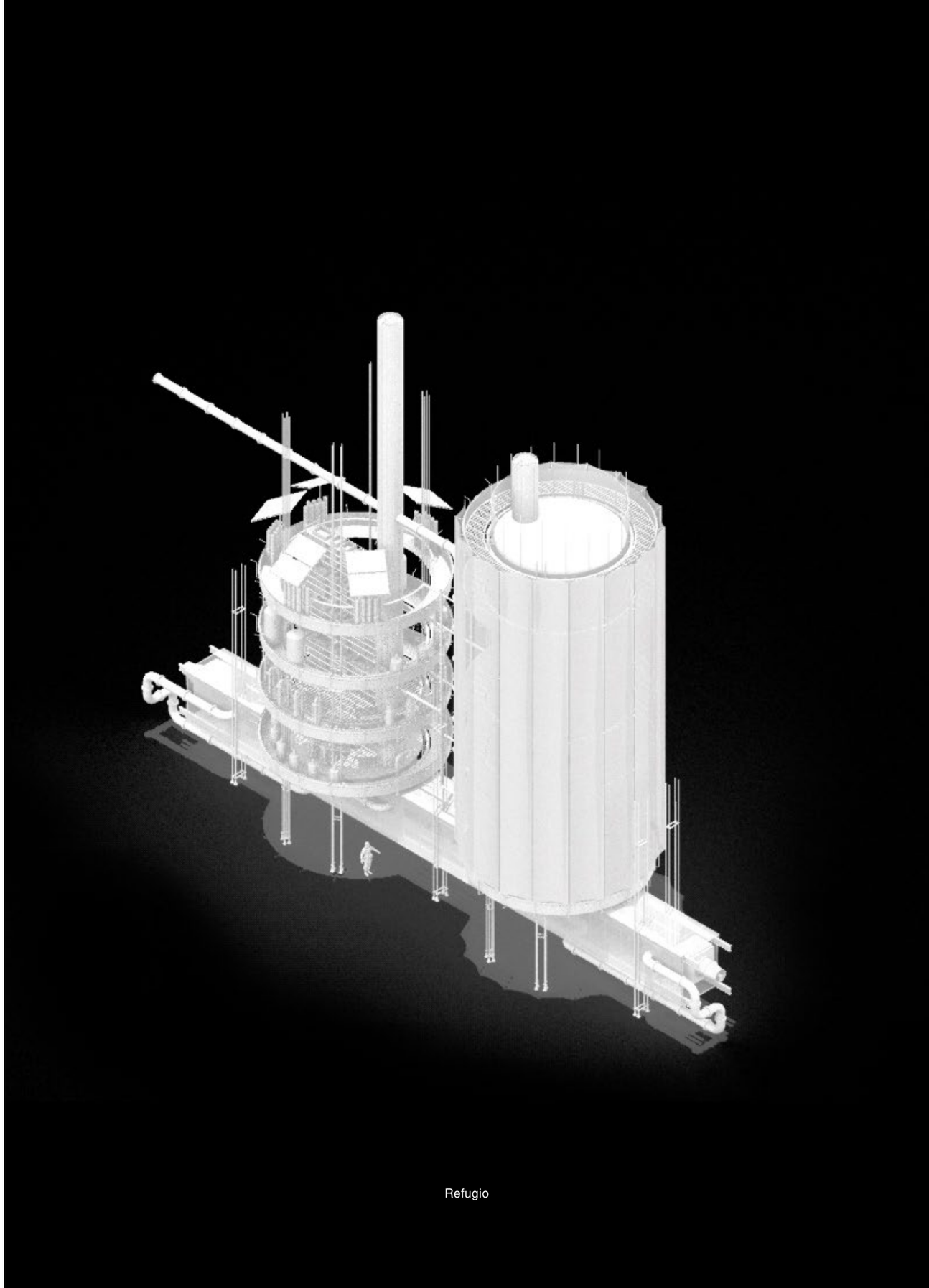
Desde una perspectiva objetiva, para un humano lo mínimo para vivir puede ser *respirar*; la necesidad de oxígeno. *Los seres humanos necesitan 0.48 kg de oxígeno al día y expulsan 1 kg de dióxido de carbono durante el mismo día.* A partir de una discusión acerca del *cuerpo* en la arquitectura, que surge de una lectura sobre el trabajo de Diller y Scofidio en su libro *Flesh*[28], hemos de tener en cuenta como se dirige la discusión establecida sobre los cuerpos en la arquitectura, y no sólo los cuerpos humanos sino todos los cuerpos que contemplan su existencia. La tecnología del futuro para Diller y Scofidio llegan a significar el medio a través del cual es posible vivir nuevamente. La forma psicológica dominante de la humanidad, exclusivamente centrada en el individuo, parece incapaz de ver más allá de la influencia del entorno y la herencia,

28 **Elizabeth Diller and Ricardo Scofidio.** Flesh: Architectural Probes. (Princeton: Princeton Architectural Press. 1998)



(011)
Croquis y dibujos del refugio.

En la siguiente hoja: Axonométrica prototipo referencial Refugio



Refugio

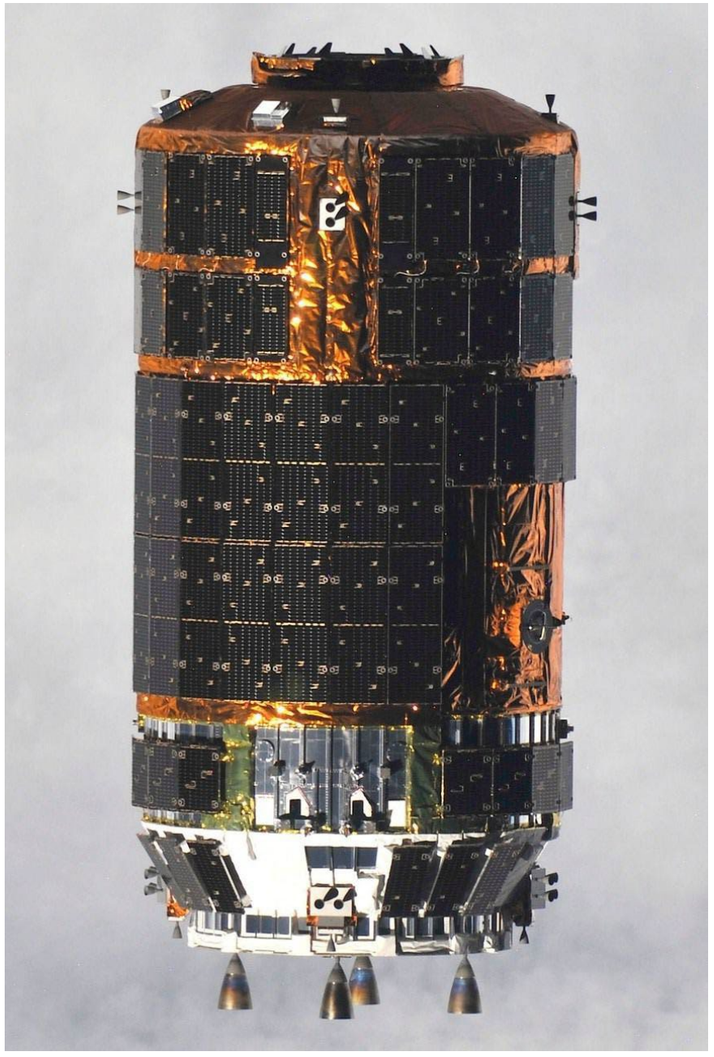
como afirmaron Ebeling y Margulis con décadas de diferencia.

A la manera de Haraway, es sumamente propositivo capturar el problema, en el sentido de volver a reconfigurar por una parte la existencia de los cuerpos, entender que el humano no está sólo, volver a posicionar al sujeto en el espacio a través de la tecnología y discutir acerca de la habitabilidad de este. Esta crisis vendría siendo un nuevo sitio para volver a discutir acerca de la arquitectura, y como lo menciona Ebeling, los métodos constructivos no deben responder simplemente al clima y al paisaje sino a un nuevo concepto de naturaleza.[29]

29 **Siegfried Ebeling,** Espacio como membrana. (Mudito & Cop, Edición por Pep Avilés 2015) Texto original Der Raum als Membran en Dessau en 1926. p.60-61. *"Concebido en este amplio marco, la diferenciación climatológica de la arquitectura representa un nuevo territorio para la arquitectura en el continente.X Sin embargo y en un sentido más estricto, la diferenciación debe basarse en métodos constructivos que respondan no simplemente al clima y al paisaje sino a un nuevo concepto de naturaleza:XI implicaría que un espacio cúbico (Raumkubus) colocado sobre un plano arenoso y bajo un cielo determinado —factores activadores de determinadas tensiones espaciales— podría —y de hecho, debería— ser constituido de modo distinto que otro que se encontrara situado sobre, por ejemplo, un suelo de granito o en el mar, puesto que las fuerzas terrestres son fundamentalmente distintas en un sentido geofísico: en cada caso, las condiciones de radiación atmosférica son diferentes en relación al organismo humano que se expone a ellas a nivel fisiológico."*

Capítulo III

Los sujetos



(001)
International Space Station
-
JAXA H-II Transfer Vehicle (HTV), also known as Kounotori ( ), which can deliver a staggering 13,000 pounds of supplies (11,000+ pressurized, 4,100+ unpressurized).

Valentina Tereshkova, Roscosmos RUSSIA. Primera mujer en el espacio

El desarrollo del Sistema Inmunológico

El filósofo norteamericano Alfred I. Tauber, habló sobre los orígenes de la inmunología centrados en un huésped que padecía patógenos invasores, algunos murieron y otros no; los que poseían una defensa inmunológica eficaz tendrían la capacidad de transferir sus poderes a aquellos susceptibles.[1] Luego la inmunidad, a finales del siglo XIX pasó a implicar un conjunto de dispositivos biológicos que defendían al cuerpo contra microorganismos patógenos.[2] Aunque entidades como los macrófagos, anticuerpos, linfocitos y antígenos ya se habían identificado, el *Sistema Inmunológico* que conocemos hoy aparece en la ciencia en 1960, para luego ser traducido como un sistema de partes que interactúan: un marco que todo lo abarca descrito por Anne Marie Moulin en *Immunology Old and New.*[3]

El cuerpo contiene una serie de códigos y trabaja disperso a lo largo de una red *simbiótica* como lo ha planteado Haraway. La autora habla acerca de la enfermedad como un proceso de reconocimiento erróneo o transgresión de los límites del yo, y así establece que la individualidad es un problema de defensa estratégica. El cuerpo jerárquico —que conocíamos hasta finales del siglo XX— ha sido reemplazado por una trama tentacular de gran complejidad y sensibilidad. Haraway indica que la inmunología creó un cuerpo posmoderno emocionante al tiempo que reanimaba la identidad del humano en conjunto con las especies olvidadas.[4]

En un intento por adoptar el sistema inmunológico como concepto respecto a arquitectura, se propuso el rediseño de un *sistema inmunológico artificial* a través de los objetos descritos en el capítulo anterior que tienen el fin establecer el trato de protección mutua entre sujetos humanos y sujetos microscópicos.

Los sujetos encontrados, es decir, los microorganismos,

1 **Alfred I. Tauber.** 2017. Immunity: The evolution of an Idea. “The origins of immunology centered on an animal host suffering pathogenic invasion. Some hosts died, others did not; those that lived mounted an effective immune defense, a capacity that could be transferred to susceptible subjects. With the discovery of “antitoxin,” a soluble factor extracted from immunized animals, a mechanism of host defense generated extraordinary excitement. The debut 1901 Nobel Prize in Medicine awarded to Emil von Behring for the first successful immune- based therapy against diphtheria launched immunology as the Great Promise (Linton 2005).

2 **Ed Cohen.** A Body Worth Defending: Immunity, Biopolitics, and the Apotheosis of the Modern Body. (Durham, N.C.: Duke Univ. Press. 2009)

3 **Anne Marie Moulin.** Immunology Old and New (1989)

4 **Donna Haraway.** 2017. The Biopolitics of Postmodern Bodies: Determinations of Self in Immune System Discourse en Simians, Cyborgs, and Women The Reinvention of Nature. P. 207, 211, 212., 218

exponen una relación de protección con los sujetos humanos: *to take care.* Etimológicamente el concepto de cuidado proviene del término *cuidare/coidar/curare/cogitare,* y fue debatido por Aristóteles quien revisó el concepto en torno a lo que se entiende por poner atención al entorno delicadamente dentro de la limitada humanidad.[5] En este sentido cuidar dentro del ámbito proyectual significa proteger aquello que es invisible ante los ojos humanos, ya que su presencia sobrepasa los límites de lo observable.

Frente a esto se presenta un ciclo cerrado en donde se diseñan *dos categorías de sujeto* sin ánimos de establecer jerarquías sino más de comprender la colaboración entre: *(1) los microorganismos que cuidarán de los humanos ante una catástrofe sanitaria y (2) los humanos que cuidan a los primeros de posibles amenazas directas.*

Los sujetos pasivos y activos son aquellos que posibilitan la existencia mutua. Los pasivos se describen ante la acción latente de los microorganismos, y los activos protegen y conviven con los tapetes microbianos.[6] Jussi Parikka menciona las diversas redes que se pueden extender dentro del territorio con el fin de crear *pequeños subsistemas que interactúan entre sí* capaces de generar un comportamiento sistémico inteligente por sí mismo: el rol de los sujetos dentro de un organismo de múltiples agentes distribuidos dentro de una red, que desde lejos pareciera ser una máquina pero que desde cerca contiene la sensibilidad de los sujetos.[7]

Se puede llegar a considerar, al igual que Tauber, que el sistema inmunológico funciona como un agente que puede ser concebido como el procesamiento de información sin la perspectiva de algunas entidades conocedoras acerca del mundo.[8] Por ende no existe una división *sujeto-objeto* dentro del sistema; la agencia individualizada se deconstruye como una organización acerca del principio de cognición inmune.[9]

Elaboración propia. Diagrama Trato inmunológico de cuidado mutuo.

5 **López Farjeat, L.X.** 2010. Diánoia. Consultado en: http:// www.salud.scielo.org.mx.

6 Pasivos en el sentido de que necesitan de cierta activación para su acción, y activos en el sentido que se encuentran en permanente acción ante el cuidado de los microorganismos.

7 **Paul Feigelfeld.** Media Archaeology Out of Nature: An Interview with Jussi Parikka. *Parikka dice en una entrevista junto a Feigelfeld que la dificultad de construir sistemas inteligentes es reemplazada por la idea de que, en cambio, puede concentrarse en construir suficientes subsistemas pequeños para que, al interactuar entre sí, sean capaces de crear un comportamiento sistémico inteligente por sí mismos."*

8 **Alfred I Tauber.** 2017. Immunity: The evolution of an Idea *"So although we might regardthe immune system functioning as an agent, in fact, the system may be conceived as processing information without the perspective of some knowing entity surveying the world."* p.136.

9 Ibidem. p.137.

En la nueva inmunología, el *sistema inmunológico* es un ícono elaborado para los principales sistemas simbólicos y materializadores acerca de las diferencias en el capitalismo tardío.[10] Estos sistemas exploran las posibilidades de generar nuevos mundos sociales, así mismo el concepto *sistema inmunológico* se utiliza para generar ficciones y conceptualizar modos de vida. Teniendo en cuenta que este concepto abre paso a nuevas relaciones, podemos denotar una serie de personajes o sujetos descritos dentro de este nuevo mundo y entre los objetos.

El invasor se traduce en el agente de riesgo, el cual amenaza con enfermar al cuerpo frente al sistema inmunológico que encarga de su protección. La figura del invasor —o patógeno— es descifrada como una especie que ha estado cercana a la vecindad simbióticamente y durante el tiempo suficiente como para poder atacar con seguridad. Dentro del escenario los invasores son las amenazas antrópicas y climáticas en el caso de los cuerpos microbióticos, y respecto a los humanos estas se reflejan en la resistencia antimicrobiana y los desafíos climáticos del sitio.

Los agentes extranjeros pueden convivir dentro de un cuerpo y como lo describe la inmunología, los cuerpos son naciones en constante peligro de guerra para sofocar a cualquier *invasor alienígena* que no se encuentre en equilibrio dentro del sistema. Según la antropóloga Emily Martin, estas naciones tienen fronteras definidas en el espacio, que están constantemente asediadas y amenazadas. De sus interiores emana la preocupación sobre la pureza, sobre quién es un ciudadano de buena fe y quién puede llevar papeles falsos. Los intrusos implican muchas veces la destrucción, y la muerte rápida, que en el caso se traduce en el peligro de extinción de un ecosistema fundamental.[11]

En el Salar de Llamará, ubicado en la depresión intermedia en donde se instalan los objetos debido a la convergencia de los factores en un sitio acotado, el invasor comprende la extracción por bombeo hídrico extractivo en los 4 Puquios[12] de Llamará del proyecto Pampa Hermosa que afecta directamente la dotación hídrica y presencia de los microorganismos que allí habitan. El salar actualmente se alimenta hídricamente de la Quebrada Amarga, proveniente del Río Loa desde la cordillera hacia el mar. Esta

10 **Emily Martin.** Toward an Anthropology of Immunology: The Body as Nation State As Haraway. Medical Anthropology Quarterly New Series, Vol. 4, No. 4 (Dec., 1990), pp. 410-426 *"the immune system is an elaborate icon for principal systems of symbolic and material 'difference' in late capitalism"*

11 Ibidem. p.421.

12 Manantial de agua que brota de la tierra.

quebrada irriga naturalmente al salar, permitiendo que el sistema de cuencas endorreicas mantenga el equilibrio hídrico y evaporítico.

La figura del invasor penetra dicho equilibrio y la representación acerca del sistema inmunológico sirve para entender cómo funciona el establecimiento de un *sujeto inmunológico* ante esta amenaza. La acción de los sujetos inmunológicos, es decir de microorganismos y humanos, puede entenderse mejor utilizando la analogía del teléfono que propone Sloterdijk: el teléfono representa una nueva adquisición ambivalente, porque introduce en la célula-vivienda un canal para infecciones peligrosas provenientes del exterior, pero amplía explosivamente, a la inversa, el radio del habitante en el sentido de oportunidades de acción y alianzas acrecentadas.[13]

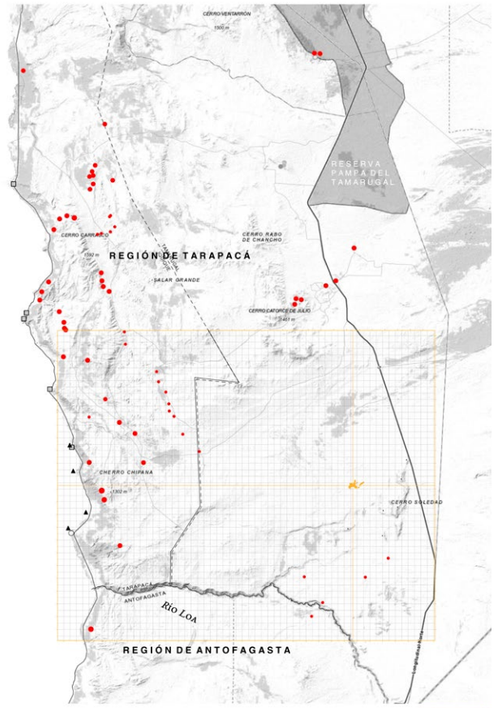
Sujetos inmunológicos pasivos son en primer lugar los microorganismos ubicados en áreas geográficas específicas. La localización general de estos se divide en: (1) sistemas microbianos en lagos andinos, (2) colonias litobiónicas del desierto de Atacama asociadas a las Vegas, (3) colonias asentadas en los volcanes activos de Socompa y Lluillaillaco por encima de los 6000 msnm, (4) ecosistemas microbianos que se encuentran en salares y humedales incluyendo la biosfera rara del Salar de Huasco a 38000 msnm, (5) endoevaporitas y microbios ubicados en el Salar de Atacama en donde se forman esteras que se componen principalmente por arqueas que habitan la Laguna Tebenquiche a 2000 msnm, (6) endoevaporitas, esterillas y metagenomas que habitan el Salar de Llamará a 800 msnm, y (7) diversidad halófila ubicada en distintos salares del desierto, incluidos los oncolitos de Laguna Negra a 4500 msnm y microbialitos de Socompa y La Brava.[14] (006)

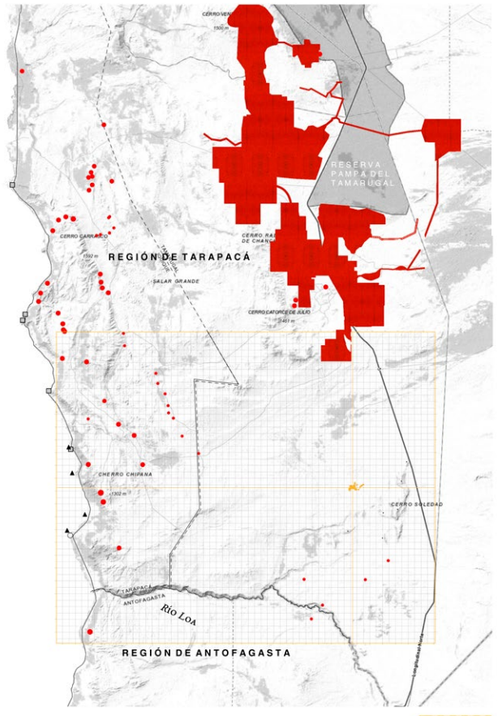
La sección transversal principal de los Andes Centrales muestra las siguientes unidades morfotectónicas de oeste a este, en donde se ubican estos sujetos: trinchera oceánica, Cordillera Costera, depresión central (Pampa del Tamarugal), Cordillera de Domeyko, depresión Atacama-Punta Negra, Cordillera Volcánica o zona volcánica, Altiplano o Puna Alto Meseta, Cordillera Oriental, cinturones Subandinos y Llanura del Chaco.

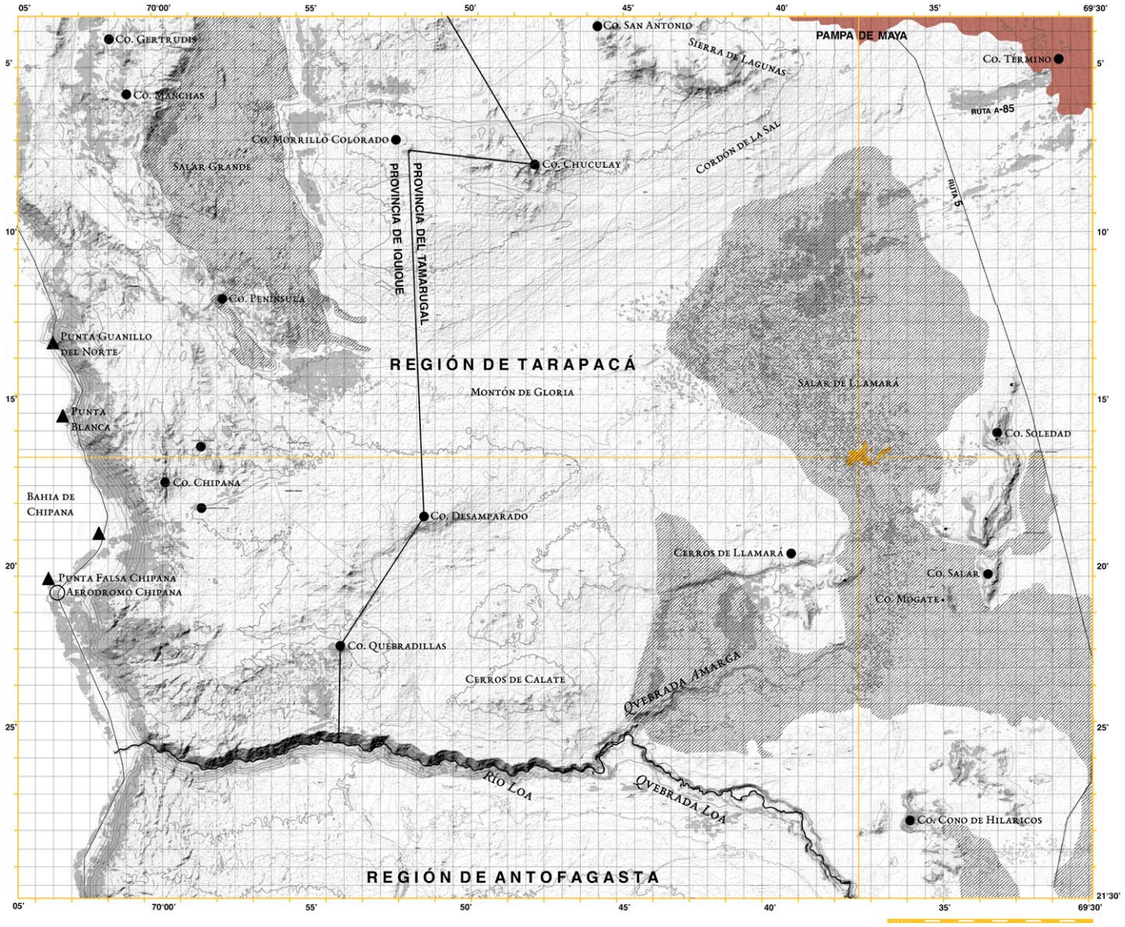
Estos sujetos se mantienen dentro de la categoría de custodia, ya que se ven directamente amenazados en el Salar de Llamará. El

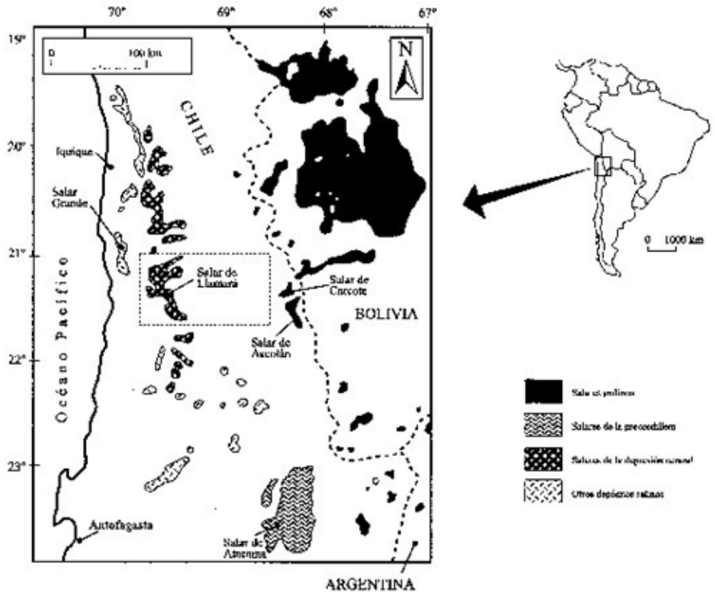
13 **Peter Sloterdijk.** Esferas III, Espumas, Esferología plural. (Madrid: Edición Siruela. 2004)

14 **María Eugenia Farías**. 2020. Microbial Ecosystems in Central Andes Extreme Environments, Biofilms, Microbial Mats, Microbialites and Endoevaporites. Tucumán: Springer. P.3.









(002)
Elaboración propia de planimetrías de la Región de Trarapacá. Amenazas y puntos mineros en rojo. Proyecto Pampa Hermosa sobre el Salar de Llamará.Ubicación del Sujeto Invasor.

(003)
Elaboración propia de planimería del sector del Salar de Llamará.

(004)
Elaboración propia Salares y lagunas del Norte de Chile

(005)
LÓPEZ PL, LF AUQUÉ, I GRACÉS & G CHONG (1999) Características geoquímicas y pautas

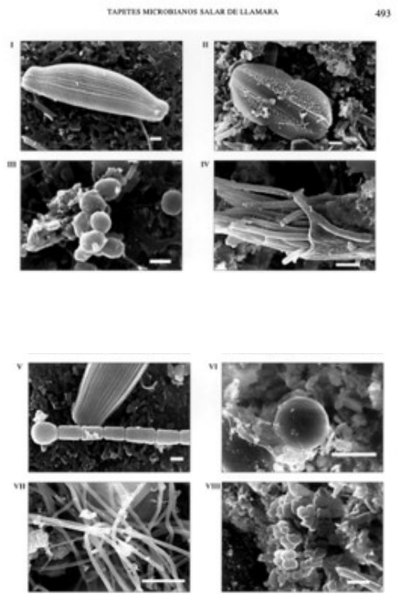
salar se encuentra en una zona sumamente rica en comunidades microbióticas y se localiza en una altitud aproximada de 800 msnm. Se asocia a la formación de cuerpos lacustres que han evolucionado a otros evaporíticos y su superficie corresponde a una costra salina, seca, dura, de sulfatos y cloruros, de colores pardo-rojizos al estar teñida por sedimentos y blanca en los lugares donde está saturada de agua. Esta puede, ocasionalmente, quedar inundada en forma parcial por cuerpos de agua efímeros que redisuelven y reprecipitan sales, como en los casos de grandes precipitaciones en la estación estival producto del fenómeno meteorológico conocido como invierno altiplánico.[15] Y a pesar de su capacidad de autoconservación durante miles de años las amenazas quiebran los límites que pueden llegar a soportar estos directamente. (007,007,009)

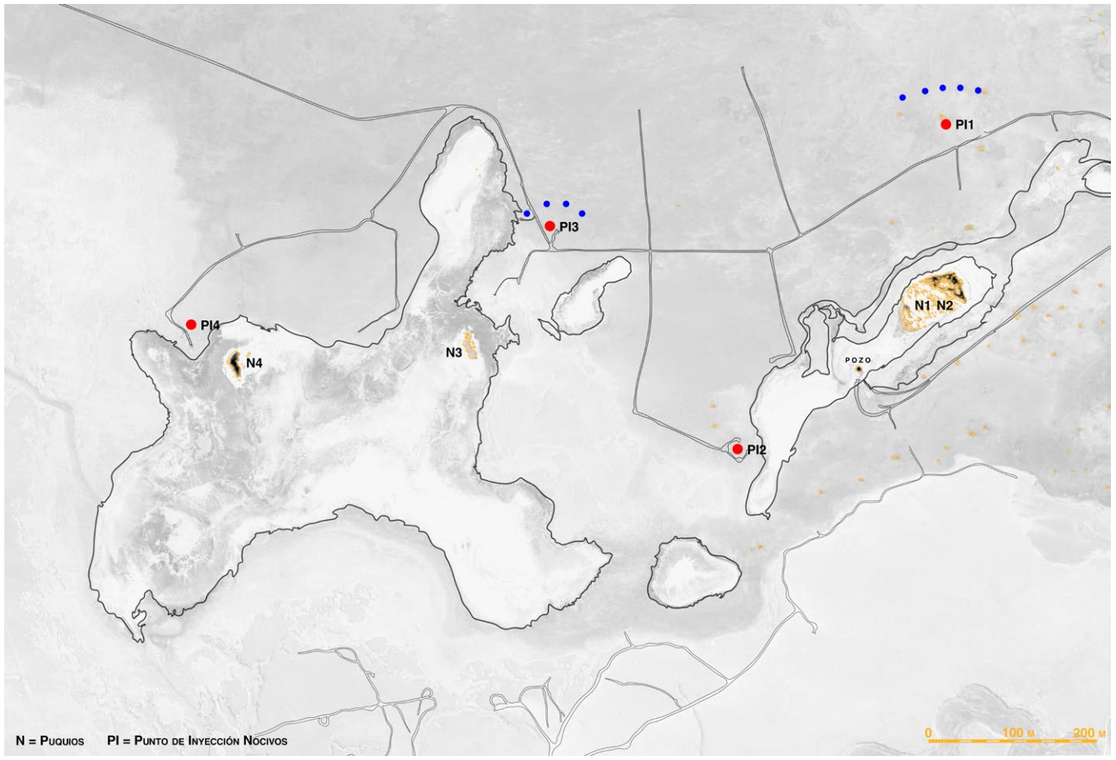
Estos cuerpos pasivos, al momento de activarse, pueden funcionar como un recurso para la humanidad y sus compuestos bioactivos reafirman el peligro que podría significar encontrar en estas comunidades un recurso a explotar. Debido a esto es fundamental, dentro de un equilibrio, analizar cuantos de estos sujetos se cuidan, cuantos se manipulan y cuantos se destruyen. Una visión ilusa de que es imposible no destruir parte de estos ecosistemas puede acabar con el ejercicio de un proyecto inmunológico imposible y poco real.

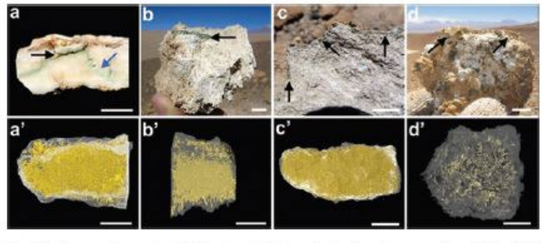
Sujetos inmunológicos activos, es decir, los humanos, no contemplan tan sólo un grupo de científicos expertos o ingenieros realizando actividades exclusivamente en torno al sujeto pasivo, sino que comprenden el desarrollo social de una comunidad con diferentes oficios dentro de un margen de protección. Los agentes activos, diseñados dentro del proyecto, cohabitan entre el refugio, el bunker y las cápsulas junto a los agentes pasivos. Estos sujetos se encargan de custodiar, atienden la visualización mediante instrumentos y cumplen múltiples funciones, tendiendo en cuenta las practicas performáticas que los hacen *seres sensibles* en el desierto.

Estos sujetos deben de ejercer el cuidado sobre los pasivos también a través de la mantención en el estudio de micro ecosistemas y SSV. Vivir en el desierto no significa, en este caso, vivir esporádicamente, sino permanecer más allá del fin por el cual se trasladó

15 **DEMERGASSO, CECILIA, CHONG, GUILLERMO, GALLEGUILLOS, PEDRO, ESCUDERO, LORENA, MARTíNEZ-ALONSO, MAIRA, & ESTEVE, ISABEL.** (2003). Tapetes microbianos del Salar de Llamará, norte de Chile. Revista chilena de historia natural, 76(3), 485-499. https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300012







(006)
Vista microscopica de los microorganismos del Salar del Llamará

(007)
Elboración propia Sitio de Proyecto en donde se implantan los objetos. Borrador esquemático.

(008)
Fotografías del Salar de Llamará. Zona de estromalitos, colonias microbianas y acuíferos.

(009)
Costras bacterianas del Salar de Llamará.

el sujeto a este sitio. Los parámetros de habitabilidad sobre los cuales habita el sujeto activo tienen que ver directamente con el clima y como la arquitectura responde a estas condiciones.

Este sujeto posee órganos sensoriales y percibe a través de sus sentidos lo que sus capacidades le permiten. Frente a esto es interesante, a través de los objetos, agudizar la percepción de los sujetos sobre los sujetos pasivos mediante la tecnología con el fin de estar conscientes de la simbiosis al tiempo que la escala que los diferencia deja de ser un conflicto al momento su relación. (010)

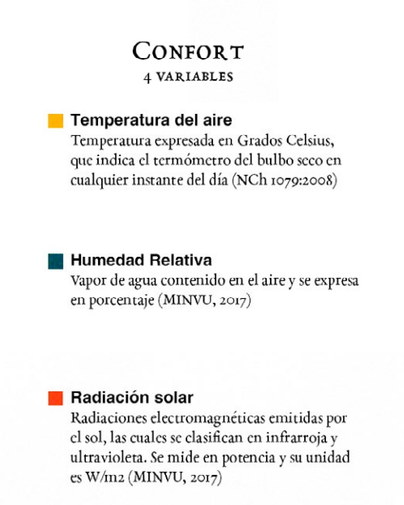
La comunidad cuenta con la presencia de una serie de sujetos, y con respecto a esto, la cantidad de sujetos activos y las dimensiones del refugio guardan directa relación con su capacidad de crecer ya que el número de habitantes es variable y expandible a lo largo del tiempo. Se debe tener en cuenta que un sujeto inmunológico activo promedio, en condiciones liminales y durante 24 horas requiere: 115.000 L de aire repartidos en 9085 L de nitrógeno y 2415 L de oxígeno, 3 L de agua a consumir, 2000 kcal de comida, 8 horas de sueño, carbohidratos, lípidos, proteínas, aminoácidos, vitamina C y B, una presión atmosférica de 0,5-2,5 bar y una temperatura de 15-33°C. Y frente a esto expulsa en ese tiempo 1-2 L de orina y 0,128 kg de heces en promedio.[16]

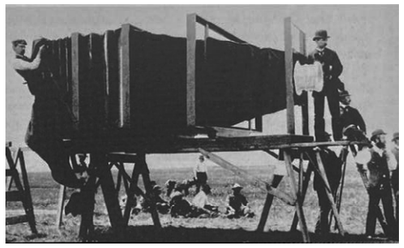
El sujeto-objeto

El sistema inmunológico que proviene de la biología se desvía hacia un nuevo sistema de redes extendidas en la necesidad de confrontar a los sujetos inmunológicos con el invasor. Con ayuda de la tecnología se desentrama una relación en torno a los objetos y los actos performáticos entre el sujeto-sujeto, sujeto-objeto. Lo cual no es para nada una lucha sino bien propone una nueva relación entre lo orgánico y lo inorgánico. (011)

Se ha propuesto el uso de la tecnología no sólo abarcando a la máquina, sino a cualquier herramienta que extienda los límites de las especies —la extensión de un cuerpo natural— y bajo esa

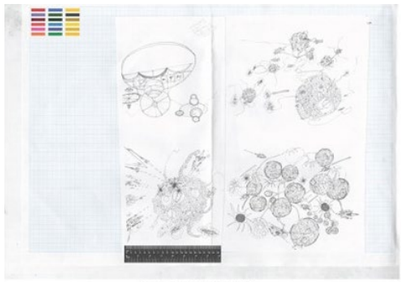
16 **Lydia Kallipoliti.** Life on Mars. 2019. '*Life on Mars' es un intento de diseñar el diagrama de flujo de ingeniería, utilizado para representar los sistemas de soporte vital utilizando casi exclusivamente cuadros y flechas. Aquí, las máquinas que convierten los desechos en recursos viables no son "cajas negras": aparatos adjuntos escondidos detrás de las viviendas; en cambio, se viven profusamente y se exhiben como elementos espaciales vitales. La lógica de las conversiones materiales genera nuevas alianzas espaciales entre un baño y un jardín; un biorreactor y un baño; una cocina y un laboratorio; una cama y una cúpula de placer de realidad virtual y otros emparejamientos. 'Life on Mars' sugiere una colonia marciana como una máquina digestiva habitable que captura la producción y la converge en varias formas utilizables; también propone un sistema integrado donde los humanos, su fisiología de ingestión y excreción.*





(010)
Elaboración propia. 4 variantes de confort del cuerpo.

(011)
Erni, P: Transfer



(012)
Gordon Matta Clark. Inmune vs. Cancer Cells

visión, según Adrian Forty, un libro también sería tecnología. Ésta es capaz de cambiar la percepción del espacio y abarcar los límites corporales, la extensión de los límites y/o la limitación en sí misma. Los sujetos propuestos se ubican dentro del escenario en donde, mediante los objetos, trascienden los límites de la especie, ubicándose en estos desarrollando una existencia liminal.

Los cuerpos, en el caso de la relación de estos sujetos con los objetos *cápsula, búnker y refugio,* generan nuevas relaciones que aquí se describen, adquieren nuevas dimensiones, movimientos y rutinas en torno la máquina. Sin embargo es importante considerar el carácter las maquinas habitables y no sólo en un ámbito funcional.

Se debe tener en cuenta lo mínimo como la satisfacción biológica en torno a la existencia de las especies, al igual que Sloterdijk, se consideran los *sistemas de inmunidad* como una problematización acerca de las estructuras lábiles más allá de lo puramente biológico. Hay que considerar que efectivamente se dan luchas ocultas entre patógenos y *«anticuerpos»* dentro del cuerpo humano, cuyos resultados se perfilan como responsables del *estado de salud.* (012) La existencia de los sujetos se desenlaza no ante el evitar la presencia de un extraño o una amenaza, sino convivir en cierta medida con la misma.[17]

17 **Peter Sloterdijk.** Esferas III, Espumas, Esferología plural. (Madrid: Edición Siruela. 2004.) *"No es casual que en las interpretaciones más recientes del fenómeno inmunidad se manifieste una tendencia a conceder a la presencia de lo extraño dentro de lo propio un papel mucho más importante de lo que estaba previsto en las concepciones identitarias tradicionales de un sí mismo organísmico monolíticamente cerrado; casi se podría hablar de un giro postestructuralista en la biología. La patrulla de los anticuerpos en un organismo aparece menos como una policía, que aplica una política rígida de extranjeros, que como una compañía de teatro, que parodia a sus invasores y sale a escena como sus travestidos. Pero, resúmase como se resuma la disputa de los biólogos en torno a la interpretación de la inmunidad, quien se interesa con suficiente pormenor por el poder-estar-saludable como estrato fundamental de identidad e integridad personal, más tarde o más temprano aprenderá tanto sobre sus condiciones funcionales que la dimensión bioquímica de inmunidad, como tal, saldrá irritantemente de la latencia e irá creciendo hasta convertirse en el más inquietante de todos los temas de primer plano."*

Habiendo intentado esbozar un esquema simbiótico en tono de ilusión, la tesis y el proyecto abren paso al desvanecimiento de los límites entre arquitectura y otras esferas. Habitar un planeta dañado encuentra sitio en la intromisión microscópica de la propuesta orientada a partir de las partículas más pequeñas. Los actos de habitar, la comprensión de la aislación temporal y permanente, la relación entre especies, el cuidado del medio, el desenlace de los cuerpos y la creación de nuevos mundos sociales y políticos son conversaciones que la tesis pretende destapar.

Por otro lado es interesante como la comprensión del desierto y sobre el fin del mundo tiende a dar una vuelta inesperada, considerando que ambos son escenarios inhóspito y usualmente cargado de una denotación negativa en donde *desierto* significa "falta" en árabe, y en donde el fin del mundo suena catastróico. Aquí se presenta con un nuevo énfasis orientado en el paisaje, y por ende en el paisaje microscópico. Simbiósis no sólo ha de significar cohabitar con especies bacterianas, sino forjar relación con los *medios de subsistencia y existencia.* El término refiere a aquella relación entre los organismos conocidos como simbiontes que obtienen un beneficio de la existencia en común, y significa además comprender las cualidades del contexto, corresponder mediante la materia y el objeto a las condiciones atmosféricas, junto con significar una conexión con cualquier tipo de naturaleza orientada en cohesionar la existencia mediante un ejercicio tentacular.

Anexo: Lo inmunológico

El término latín *immunitas* en sus orígenes se entendía como una exención pasiva de enfermedades provocadas por dioses o demonios.[1] Se desconoce el momento en que la humanidad se hizo consciente de que padecer enfermedades inducía a un estado de defensa. Ni Hipócrates, tras las múltiples epidemias que azotaron su tiempo, abordó el tema de la protección y el contagio dentro de sus escritos.[2] Luego, la teoría de los gérmenes y los primeros mecanismos inmunitarios de defensa, impulsaron el uso de la inmunidad entendida como una batalla protectora contra un posible enemigo. Hoy, sin embargo, la inmunidad es considerada principalmente como un mecanismo complejo de integración equilibrada de microbios en la comunidad celular del huésped y excede lo que antes se entendía por defensa y amenaza.

Antes que nada, y dentro de la tesis *lo inmunológico* es entendido desde el punto de vista en donde es posible comprender el *existenzminimum* que aquí se construye. Adoptar el concepto de *inmunidad* es interesante y múltiples disciplinas revisan su significado. Es un término que no sólo pertenece a la ciencia de la salud, sino también genera otras discusiones asociadas a otros campos.

Los rasgos de intrusión dentro de lo que se entiende porinmunidad siempre están presentes, y Roberto Esposito, autor del libro *Immunitas, Protección y negación de la vida*, habla de la inmunidad ya sea ante el asediado cuerpo de un individuo por la propagación de una enfermedad, el cuerpo político amenazado por una intromisión violenta, o un cuerpo electrónico invadido por un virus o mensaje. Para Esposito lo que permanece invariado es el lugar en el cual se sitúa la amenaza, que es siempre la frontera entre un interior y un exterior, lo propio y lo extraño, lo individual y lo común.[3]

Dentro de la tesis no se adopta lo inmunológico con el fin de erigir una arquitectura declarada como inmunológica, sino operar sobre la performance del cuidado a través lo inmunológico más allá de la salud, la ciencia, y los microorganismos como un tema acerca de la enfermedad como eje central. Burnet en 1965 declara que la inmunología podría ser más un problema filosófico que una ciencia práctica[4], por lo tanto *lo inmunológico* a finales del siglo XX ofrece un marco conceptual atractivo acerca de una discusión sobre la identidad humana.[5]

Por otra parte la inmunología se esfuerza por establecer y examinar sistemas adaptados a diversas disciplinas; en donde surge la discusión acerca de ¿Qué es lo que se protege? ¿Es acaso la protección de un yo o de una entidad demarcada por su entorno? ¿O Será un término que se adecuará dentro de un contexto más allá de la protección? Estas preguntas surgen de una lectura acerca de un ensayo escrito por Tauber[6] y como lo menciona Byung-Chul Han, dentro de su libro La sociedad del cansancio, el siglo XX era una época inmunológica, mediada por una clara división entre el adentro y el afuera, el amigo y el enemigo, y entre lo propio y lo desconocido. Lo inmunológico comienza a expandirse desde la biología hasta el campo de lo social.[7]

EL Sistema Inmunológico hacia finales del siglo pasado postulaba un yo —una individualidad biopolítica— que extendía su comprensión más allá de la ciencia. Para Sloterdijk: *«la metafísica práctica tiene que traducirse al lenguaje de la inmunología (…) porque los seres humanos, debido a su apertura al mundo, son extremadamente vulnerables, desde un nivel biológico, a los niveles jurídico y social, hasta los niveles simbólico y ritual. (...) La tarea de construir un sistema inmunológico convincente es tan amplia y abarcadora que no queda espacio para los anhelos nostálgicos.»*

1 **Juan Manuel Igea**. 2015 From the Old Immunitas to the Modern Immunity: Do We Need a New Name for the Immune System?. Current Immunology Reviews, 2015, 11, 55-65

2 Ibidem.

3 **Roberto Esposito.** Immunitas, Protección y negación de la vida. (Madrid: Amorrortu editores. 2002.). p.10.

4 **Burnet, F. Macfarlane.** "El enfoque darwiniano de la inmunidad", en Molecular and Cellular Basis of Antibody Formation , ed. J. Sterzl (Nueva York: Academic, 1965), págs. 17-20.

5 **Warwick Anderson.** Getting Ahead of One's Self? The Common Culture of Immunology and Philosophy. Isis Volumen 105, Número 3, 2014. *"El término inmunidad es utilizado como principio organizador, y como fuente de múltiples metáforas dentro de algunas teorías sociales"*

6 **Alfred I. Tauber.** 2008. *The immune system and its ecology: «An ecological perspective emphasizes the interchange between the organism and its environment, the processing of information, and the regulation arising from responses to this larger context. Moving from the first attempts at modeling the immune system as a closed network, immunologists have joined the general interest in systems analysis, and that move might portend a significant shift to an open, more holistic consideration of immune regulation.»*

7 **Byung-chul Han**. La sociedad del cansansio. (Barcelona: Herder. 2010) p12: *«El siglo pasado era una época inmunológica, mediada por una clara división entre el adentro y el afuera, el amigo y el enemigo o entre lo propio y lo extraño. También la guerra fría obedecía a este esquema inmunológico. Ciertamente, el paradigma inmunológico del siglo pasado estaba, a su vez, dominado por completo por el vocabulario de la guerra fría, es decir, se regía conforme a un verdadero dispositivo militar. Ataque y defensa determinaban el procedimiento inmunológico. Este dispositivo, que se extendía más allá de lo biológico hasta el campo de lo social, o sea, a la sociedad en su conjunto, encerraba una ceguera: se repele todo lo que es extraño. El objeto de la resistencia inmunológica es la extrañeza como tal. Aun cuando el extraño no tenga ninguna intención hostil, incluso cuando de él no parta ningún peligro, será eliminado a causa de su otredad.»*

Durante la década de 1980, algunos estudios presentaban al *sistema inmunológico* como un objeto posmoderno —un sistema codificado— para el reconocimiento de uno mismo y del otro. Donna Haraway, respecto a esto, reflexiona acerca de la distinción entre lo normal y lo patológico cuando el cuerpo es entendido como un *texto codificado, organizado como un sistema de ingeniería, ordenado por una red de comando-control fluida y dispersa.*[8] Los cuerpos entienden sus límites, y se transforman permanentemente, y según lo anterior es interesante comprender el surgimiento de la inmunología como el *manejo de los límites.*

Desde que Pasteur y Koch descubrieron la presencia de los microbios, la humanidad tiende a acostumbrarse a habérselas con medidas explícitas con lo invisible; y luego con la prevención y defensa frente a rivales microbianos detectables cada vez con más precisión.[9]

Haraway, según Esposito, trató de *imaginar el sistema inmunitario de modo distinto al de la retórica característica de la guerra fría, que siempre lo presentó como un campo de batalla ¿Por qué no pensar el sistema inmunitario, más que como un discurso de invasores, como un discurso de especificidades compartidas en un yo semiimpermeable capaz de interactuar con otros (humano o no, internos o externos)?*[10] La pregunta de la autora abre paso, dentro de esta tesis, a intentar responder mediante la aparición de una amenaza, la propuesta de una teoría de la inmunidad que se traduce en los objetos y dentro de un sistema corporal.

Si bien Sloterdijk se refiere a la construcción de sistemas inmunológicos más allá de las categorías médico-bioquímicas, y Polly Marzinger elabora una teoría de la inmunidad que asimila la defensa a un sofisticado sistema de alarma accionado por una serie de comunicaciones positivas y negativas con una vasta red de otros tejidos del cuerpo, es interesante expandir el término inmunitas hacia la crisis climática y dentro de un escenario de nuevas urgencias.[11]

8 **Donna Haraway.** . The Biopolitics of Postmodern Bodies: Determinations of Self in Immune System Discourse en Simians, Cyborgs, and Women The Reinvention of Nature. (2017) P. 207, 211, 212.

9 **Peter Sloterdijk**. Esferas III, Espumas, Esferología plural. (Madrid: Edición Siruela. 2004) p.153.

10 Donna Haraway, Come una faglia (entrevista con T. Nichols Goodeve), Milán: La Tartaruga, 1999, págs. 92-3. Véase, en una perspectiva similar, E. Martin, Flexible bodies: Tracking immunity in American culture {rom the days of polio to the age afAIDS, (Boston: Beacon Press. 1994)

11 **P. Matzinger,** «Tolerance, danger and the extended family», en Annual Review oflmmunology, 1994, n. 12, pág. 991. Para esta nueva reflexión femenina acerca de los sistemas inmunitarios, véase L. Weasei, «Dismantling the Self-Other Dichotomy in Science: Towards a Feminist Model ofthe Tmmune System», en Hypatia, XVI (2001), n. 1, págs.27-44.

Es por eso, que en un primer acercamiento a lo inmunológico quedaron en el tintero ideas tales como la convivencia entre los cuerpos, la defensa estratégica, la vida en comunidad y la biotecnología, abriendo paso al desarrollo y el diseño del proyecto. Dentro de la tesis se establecen los *sistemas inmunológicos* como una posibilidad de extensión hacia los sistemas de organización entre las especies, que declara Sloterdijk, acerca del *ser-en* dentro de receptáculos y atmósferas que no son necesariamente propicias.[12]

12 **Peter Sloterdijk.** Esferas III, Espumas, Esferología plural. (Madrid: Edición Siruela. 2004.) p.152.

Anexo: El desierto de Atacama

En 2017 un estudio de la Universidad de Chile, en donde se aislaron más de 400 prospectos microbianos, se detectó la aparición de una serie de bacterias Gram positivas desconocidas y reconocidas como fuente potente de bioactivos y biofármacos.[1] El estudio titulado *Biosferas raras actinobacterianas y materia oscura reveladas en hábitats del desierto de Atacama chileno*,[2] indica que los objetivos tras su implementación fueron determinar cuán diversas eran las comunidades bacterianas en la zona y cuán grande es el recurso que esto representa para el cambio climático.

Se clasificó la diversidad en términos de materia oscura y previamente no detectada revelando que los suelos hiper áridos tenían un grado notable de actino bacterias, en un aumento del 34% frente a las que están válidamente publicadas, y que podría variar según las precipitaciones futuras y la escasez hídrica.[3]

De esta manera, y tan sólo en uno de los estudios, se lograron identificar 30 cepas bacterianas pertenecientes al grupo de las actinobacterias destacando entre ellas los géneros *Arthrobacter, Streptomyces, Rhodococcus, Thermoleophilum, Janibacter, Knoellia, Brevibacterium, Firmicuties y Curtobacterium*.[4] Un ejemplo de una cepa predominante fue el caso de las *Pseudomonas lini cepa S57*, que es una cepa de bacterias bioestimulantes ya que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno, solubilizar fosfato inorgánico, producir sideróforos y auxinas.

Las investigaciones, tanto extranjeras como nacionales, se refieren a la vida microbiotica como *vida transitoria* ya que los microorganismos sólo se activan ante eventos de humedad y luego se desactivan ante la pérdida de esta.[5] En el año 2015 el fenómeno del niño aumentó por unos días las precipitaciones en el desierto, lo cual significó para un grupo de científicos comandado por el microbiólogo español Victor Parro confirmar la existencia de nuevos microorganismos autóctonos bajo la superficie.[6]

Las características fisicoquímicas de los sustratos microbiologicos permiten analizar la habitabilidad después de episodios excepcionales de lluvia registrados en el desierto y según un estudio publicado por Schulze-Makuch, en los salares de Atacama las bacterias que viven en comunidad y que sonresistentes, han pasado décadas en estado latente y sin agua. Esto si bien indica lo adaptable que puede llegar a ser una comunidad con estas características, recordando fenómenos que sí amenazan su existencia, tal como el efecto al tacto antrópico, y el desequilibrio hídrico.

1 De un análisis de 12 sitios a lo largo de la Región de Atacama, en donde el resultado indicó que la gran mayoría de las familias identificadas pertenecían a la clase Actinobacteria y además se detectaron algunos representantes de actinobacterias raras de linaje profundo pertenecientes a las clases Acidimicrobium y Nitriliruptoria. La diversidad total detectada en el rango genérico fue de 297 especies, de la cual solo el 60% se encontraba válidamente publicado. Esto indica que estos sitios tales como Yungay ; Cerros Aguas Blancas; Lomas Bayas; Cerro Paranal ; Salar de Atacama y Cordillera de la Sal podrían significar la provocación de un nuevo mundo. (…) Por otra parte, la zona de Yungay, además de la declarada como uno de los sitios más secos del desierto hiperárido y también cerca del límite seco de vida en la tierra, es superada por la zona de María Elena Sur (MES). Dentro de un estudio realizado por la Universidad Católica de Chile en 2015 se encontraron además una serie de bacterias viables en el perfil de suelo de María Elena Sur, develando la presencia de vida en el sitio más seco del desierto reportado hasta ese año.

2 Idris, H., Goodfellow, M., Sanderson, R. et al. Biosferas raras actinobacterianas y materia oscura reveladas en hábitats del desierto de Atacama chileno. Sci Rep. 7, 8373 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-08937-4

3 **SARRICOLEA, Pablo; MESEGUER RUIZ, Oliver y ROMERO-ARAVENA, Hugo.** 2017. TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN EL NORTE GRANDE DE CHILE Y SU RELACIÓN CON LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO. Diálogo Andino [online]. n.54 [citado 2020-11-26], pp.41-50. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-26812017000300041&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0719-2681. http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812017000300041. Múltiples precipitaciones que podrían destruir las comunidades microbianas de la zona

4 **Idris, H., Goodfellow, M., Sanderson**, R. et al. Biosferas raras actinobacterianas y materia oscura reveladas en hábitats del desierto de Atacama chileno. Sci Rep. 7, 8373 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-08937-4 Respecto de la capacidad antimicrobiana de las actinobacterias aisladas en un estudio, 28 de las 30 presentaron algún grado de actividad antimicrobiana.

5 “De la Universidad de Granada, Isabel Reche. “*Los microorganismos se activan ante pequeños eventos de humedad y luego se desactivan tras la pérdida de la misma”,* dice la investigadora,”

6 **Centro de Astrobiología,** 2018. Microorganismos en Atacama se reactivan con aumentos esporádicos de humedad. “Un equipo internacional, con participación del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), ha revelado la presencia de microorganismos inactivos que se reactivan y reproducen cuando hay episodios excepcionales de humedad en una de las zonas más áridas de la Tierra, el desierto de Atacama, en Chile, considerado uno de los análogos terrestres de Marte.El estudio, publicado en la revista PNAS (Proceedings of National Academy of Sciences) y en el que son co-autores los investigadores del CAB Víctor Parro y Daniel Carrizo, apunta a que, tras un episodio esporádico de lluvia registrado en el desierto de Atacama en 2015, una serie de microorganismos, que estaban inactivos en ese momento, se reactivaron y comenzaron a reproducirse gracias a la humedad. Los análisis posteriores muestran que esa reactivación va disminuyendo progresivamente a medida que también lo hace la humedad.

Anexo: Tecnologías

Las tecnologías extraídas de los Sistemas de Soporte Vital Bioregenerativos cuentan con una envolvente que contiene en primer lugar un sistema que se encarga de la ventilación y circulación de aire. Este debe extraer el aire contaminado del interior, limpiándolo, para ingresarlo al interior dependiendo de los metros cúbicos necesarios, al tiempo que ventila zonas calurosas dentro del recinto. De esta manera es posible regenerar la atmósfera del interior en relación al exterior, y entre sistemas mediante ductos. En este caso se podría implementar la tecnología *CDRA (Carbon Dioxide Removal System),* que es un sistema de absorción de CO2 para su posterior expulsión utilizando un mineral llamado ZEOLITA al cual se le conoce también por colador molecular; se hace polvo, se coloca en un filtro y al pasar el aire por los ventiladores, el dióxido de carbono y el vapor de agua quedan atrapados en los microporos de ZEOLITA.[1]

La acción de sostener vida en ambientes aislados se inspira en el proyecto de 1995 de la *ESA* en donde se extrae la utilización del Sistema *MELiSSA (Micro Ecological Life Support System Alternative)*. MELiSSA es un experimento que crea un circuito completamente cerrado para misiones espaciales en la Luna o Marte, y se basa en ecosistemas acuático-terrestres y en los descubrimientos de Claude Chipaux (astronauta ESA) para reciclar residuos y carbono utilizando bacterias.

La Planta Piloto se ubica en Barcelona y es un experimento en condiciones terrestres que cuenta con una fase de loop cerrado. La planta replica mecánicamente, a través de biorreactores de lecho empacado, las funciones regenerativas de un sistema lacustre.[2] El objetivo de MELiSSA es cerrar el circuito de líquidos y gases, cumpliendo con el 100% de los recursos hídricos y de oxígeno, y al menos un 20% de los recursos alimentarios.[3]

Este sistema se organiza en 5 compartimentos que tienen una función específica pero que funcionan de manera complementaria, es decir, la ausencia de alguno de ellos fractura el sistema. El ***Compartimento I*** tiene la función recibir, degradar y liquidar los desechos sólidos como las heces y las partes no comestibles de las plantas para así liberar los VFA (ácidos grasos volátiles), los minerales y el amoniaco. Para esto se requiere de un *fotobiorreactor anaeróbico termofílico*. Este es un recipiente cilíndrico de 100 L airlif es de acero ya que en su interior tiene una serie de microorganismos que producen la fermentación tales como la cianobacteria *Arthrospira platensis.* Luego el ***Compartimento II***, que pertenece a la etapa de biotransformación iniciada, recibe los VFA del Compartimento I que se convierten en CO2 gracias la bacteria foto heterótrofa *Rhodospirillum Rubrum* dentro de un biorreactor de 50 L. Estos compartimentos anteriores, más el Compartimento III, que convierte el amoniaco en nitrato, son los compartimentos de depuración, los que transforman los desechos en materias primas para la producción de oxígeno y comida.

El ***Compartimento III*** se encarga de la bioconversión del amoniaco producido por el compartimento I a amonio, que servirá para crear abono para las plantas del compartimento IV. Es un proceso que se conoce por nitrificación, el cual consiste en oxidación de dos etapas. La primera reacción es la oxidación del nitrito NO2- a nitrato por bacterias nitrito-oxidantes (NOB), representadas por el género *Nitrobacter.* La nitrificación se lleva a cabo en un biorreactor con un cocultivo de Nitrosomonas y Nitrobacter fijadas en una especie de bolas de plástico para maximizar el rendimiento del biorreactor optimizando su reproducción de crecimiento. De este compartimiento sale el agua disponible para consumo y otros fines. El ***Compartimento IV*** se divide en dos partes; ***El sub compartimento IV-A*** es un biorreactor de 150 L, en donde se almacena un cultivo de microalgas *Spirulina platensis* para producir oxígeno a partir del CO2 del Compartimento II y V, y el ***sub compartimento IV-B*** contiene "plantas altas superiores", en este caso, lechugas, trigo y remolacha.

El ***Compartimento V*** es el espacio entre los demás compartimentos, en donde se ubican los habitantes. En el experimento de la ESA este incluye los aposentos, sala de control, laboratorios y zonas comunes. La integración total para viajes en el espacio es un objetivo en el transcurso del tiempo, y que se ha estado ejecutando durante 25 años y le esperan otros 25 más. Esto no quiere decir que sea un sistema deficiente, sino que indica que para extraerlo de la tierra necesita de un 100% de efectividad con redundancia y márgenes de error mínimos. Por lo tanto, su utilización en condiciones terrestres sigue siendo eficiente y óptima. Del análisis que realiza Kallipoliti acerca de esta tecnología es posible comprender los *aspectos clave y las fallas claves* presentes. En cuanto a los aspectos se presenta la *biotransformación* como un proceso positivo

(000)
Planta piloto de MELiSSA. Fotografía de Christian Ribas.

1 **S M L Hardie, M H Garnett, A E Fallick, A P Rowland, N J Ostle** CARBON DIOXIDE CAPTURE USING A ZEOLITE MOLECULAR SIEVE SAMPLING SYSTEM FOR ISOTOPIC STUDIES (13C AND 14C) OF RESPIRATION. RADIOCARBON , Vol 47, Nr 3, 2005, p 441–451

2 Perteneciente o relativo a los lagos.

3 Lydia Kallipoliti. The architecture of closed worlds, or, What is the power of shit?. (DZA Druckerei zi Altenburg: Lars Muller Publishers. 2018) p.217

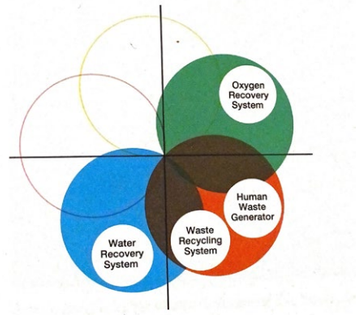
capaz de convertir todos los desechos, la *estanqueidad* como un aspecto crítico que contempla el estanco del gas dentro del sistema, el *axénico*[4] que se refiere a que los compartimentos albergan un cultivo de bacterias excluyentes a otras. Esto último comprende la importancia acerca de que las cámaras sean estériles y asépticas, libres de otros microorganismos.

Por otra parte las fallas detectadas contemplan el *cierre* en donde se ha comprobado que actualmente es un sistema cerrado en un 70% con un objetivo del 100%. Otra falla considerable se refiere al término de *earthbound* en donde el sistema aún, para grandes tripulaciones, depende de la Tierra, lo cual en el caso del proyecto no es una complicación. Y finalmente la última falla tiene que ver con el *mantenimiento,* ya que debe ser monitoreada permanentemente y no puede detenerse su funcionamiento. Por esto la planta necesita de al menos un sujeto técnico que puede actuar de forma remota y presencial. Según los estudios, el técnico debe estar ubicado geográficamente dentro de un radio de ubicación cercano ya que al ser un sistema vivo requiere de un cuidado de tiempo completo.

Christina Ciardullo[5] comenta que MELiSSA es una masa conjunta de compartimentos equilibrados y ensamblados en donde existe un constante flujo de microorganismos, líquidos y gases. Según Ciardullo MELiSSA tiene su propio tipo de belleza en la complejidad, es una solución diseñada mecánicamente en donde, de manera invisible, hay un arduo trabajo de transformaciones de por medio: *"Quizás el elemento más significativo de la arquitectura de MELiSSA es el compartimento del sistema, todos sus diagramas de hecho utilizan el termino -compartimento-, y cada pieza programática proporciona una función biorreactiva. Incluso si viviéramos dentro de esta fantástica máquina, la naturaleza aislada sistemáticamente en piezas permite el flujo y la sinergia. Confiaríamos en la vida de las cámaras pero nunca 'huele a rosas'. ¿Es el compartimento el que explica el éxito mecánico del sistema? ¿Podemos quitar paredes y combinar estas cámaras? ¿Fallara como Biosfera2?".* El comentario que realiza la autora sobre esta tecnología hace pensar que las piezas y los compartimentos son parte de la arquitectura, preguntas como ¿Qué tan grandes son estos compartimentos? ¿Dónde se colocan las paredes o pieles? Así como los órganos de un cuerpo humano, MELiSSA opera similar a los sistemas corporales ante el equilibrio.

4 1. adj. Biol. Dicho de un cultivo o de un microorganismo: Que se desarrolla en un ambiente donde no hay ningún otro organismo vivo.

5 **Lydi Kallipoliti.** The architecture of closed worlds, or, What is the power of shit?. (DZA Druckerei zi Altenburg: Lars Muller Publishers. 2018) p.220



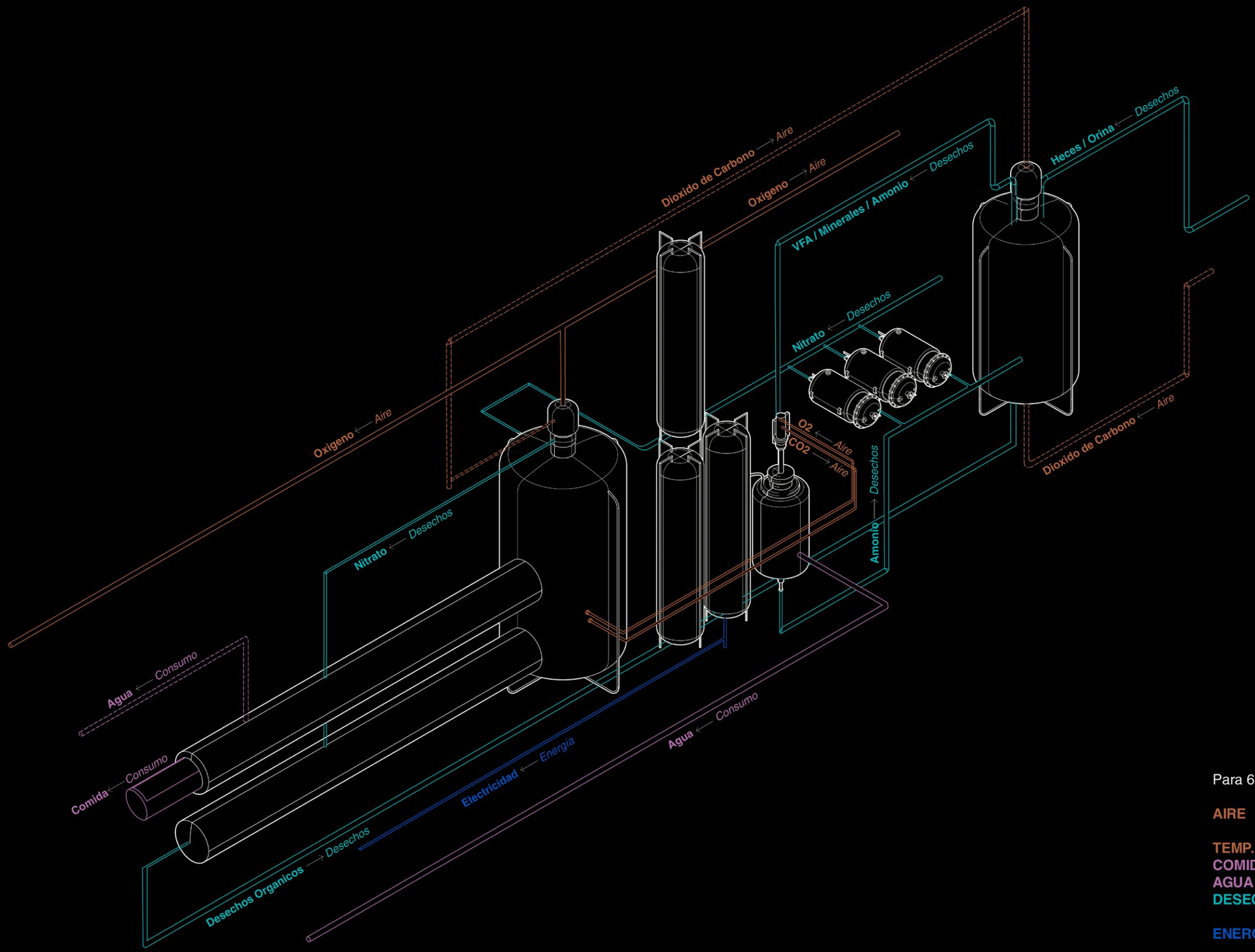
(000)
Lydi Kallipoliti
2018
Grafico Análisis MELiSSA ESA.

A MELiSSa en este caso se le puede complementar con otro tipo de bacterias y mecanismos para sostener la vida de las especies. Existen bacterias capaces de almacenar energía renovable para su posterior uso eléctrico, y otras bacterias capaces de producir electricidad a partir del aire. *Geobacter sulfurreducens* es una bacteria que funciona para generar energía a través de cables de proteínas a escala nanométrica, los que agrupados en forma de película pueden producir suficiente energía para alimentar bombillas led. *Geobacter* transporta electrones de material orgánico a compuestos basados en metales y aunque su ambiente propicio debe tener un 45% de humedad, logra generar energía en condiciones secas como el desierto de Atacama.[6] Hay también bacterias que se utilizan para almacenar información, bacterias que limpian el agua, y bacterias que alimentan a otras bacterias.

Para la energía se comprende la utilización de *PowerCell,* un sistema creado en la NASA que abordó el problema de producir alimentos para otros microbios y animales con el fin de sustentar una colonia espacial. En la Tierra, las cianobacterias y más tarde, las algas y plantas, han vivido utilizando energía de la conversión de dióxido de carbono en azúcares, que luego se convierten en otras formas de carbono biológicamente utilizable. Por ejemplo, las plantas realizan fotosíntesis para convertir agua y dióxido de carbono en carbohidratos y oxígeno. Utilizando las herramientas de la ingeniería genética, la biología sintética permitirá diseñar mini ecologías PowerCell específicas que aprovechen las capacidades de los microbios para realizar tareas útiles en cooperación entre sí, más específicamente utilizando la *cianobacteria Anabaena,* la cual se encuentra en el desierto y puede fijar tanto el carbono como el nitrógeno a través de la fotosíntesis. El sistema de carga útil PowerCell incluye un par de recintos herméticos independientes. Cada uno mide 38 cm x 8 cm x 27 cm, pesa 6,8 kg y consume 10 vatios cuando está activo. Así mismo PowerCell se encarga del almacenamiento de energía captada a través de paneles solares para el funcionamiento del sistema, y en un caso extremo se podría llegar a implementar el reactor nuclear a escala Kilopower diseñado por la NASA.

El ensamblaje, compuesto por lo descrito anteriormente, es una creación funcional pero también espacial, y comprende la arquitectura de lo objetos como una guía en donde es posible, a través del entendimiento del pequeño mundo, la comprensión de la vida en el futuro. Así el ensamblaje, cerrado en su funcionamiento, admite su manipulación y un trabajo de union de piezas importantes dentro de los procesos de diseño y en relación con los objetivos.

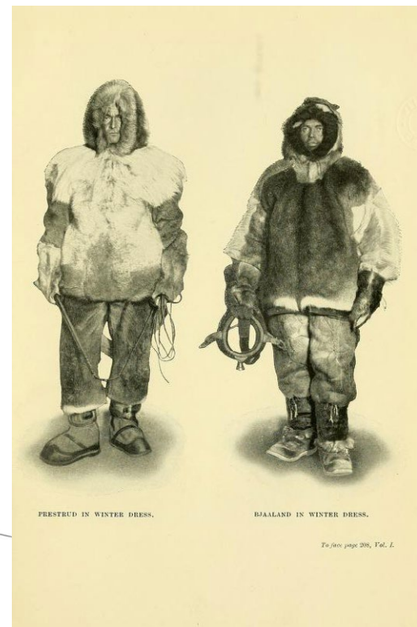
6 Vease en https://www.nature.com/articles/nrmicro2456



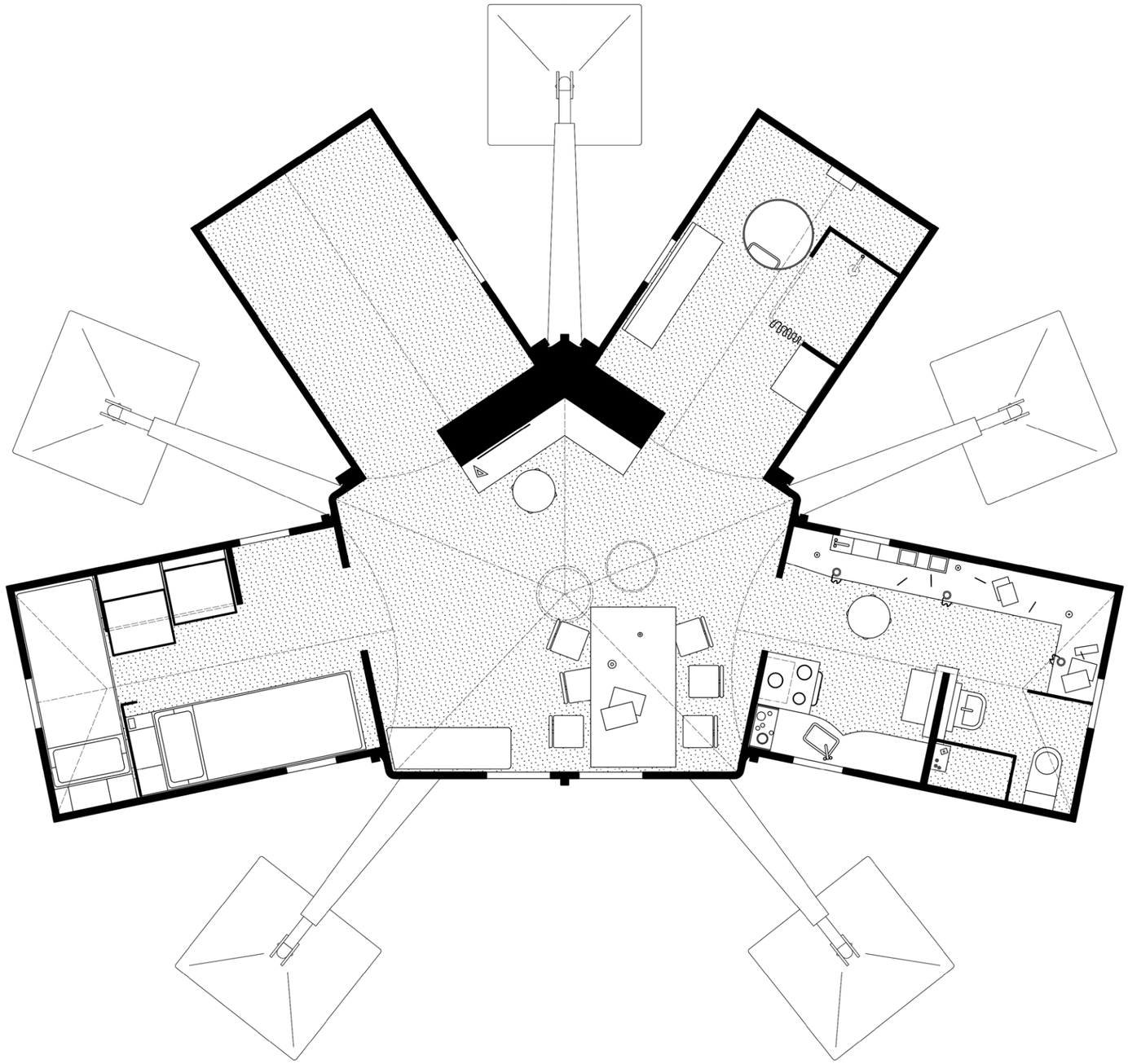
Para 6 Sujetos Humanos/9 Animales Pequeños

AIRE	*0.48 kg oxigeno x día*
	1 kg dioxido de carbono x día
TEMP.	*22˚C ambiental*
COMIDA	*1668 ,09 - 2538,17 kcal x día*
AGUA	*2,16 x día*
DESECHOS	*150 g aprox x día heces*
	0,8-2 L aprox x día orina
ENERGÍA	*10 kWh aprox día*

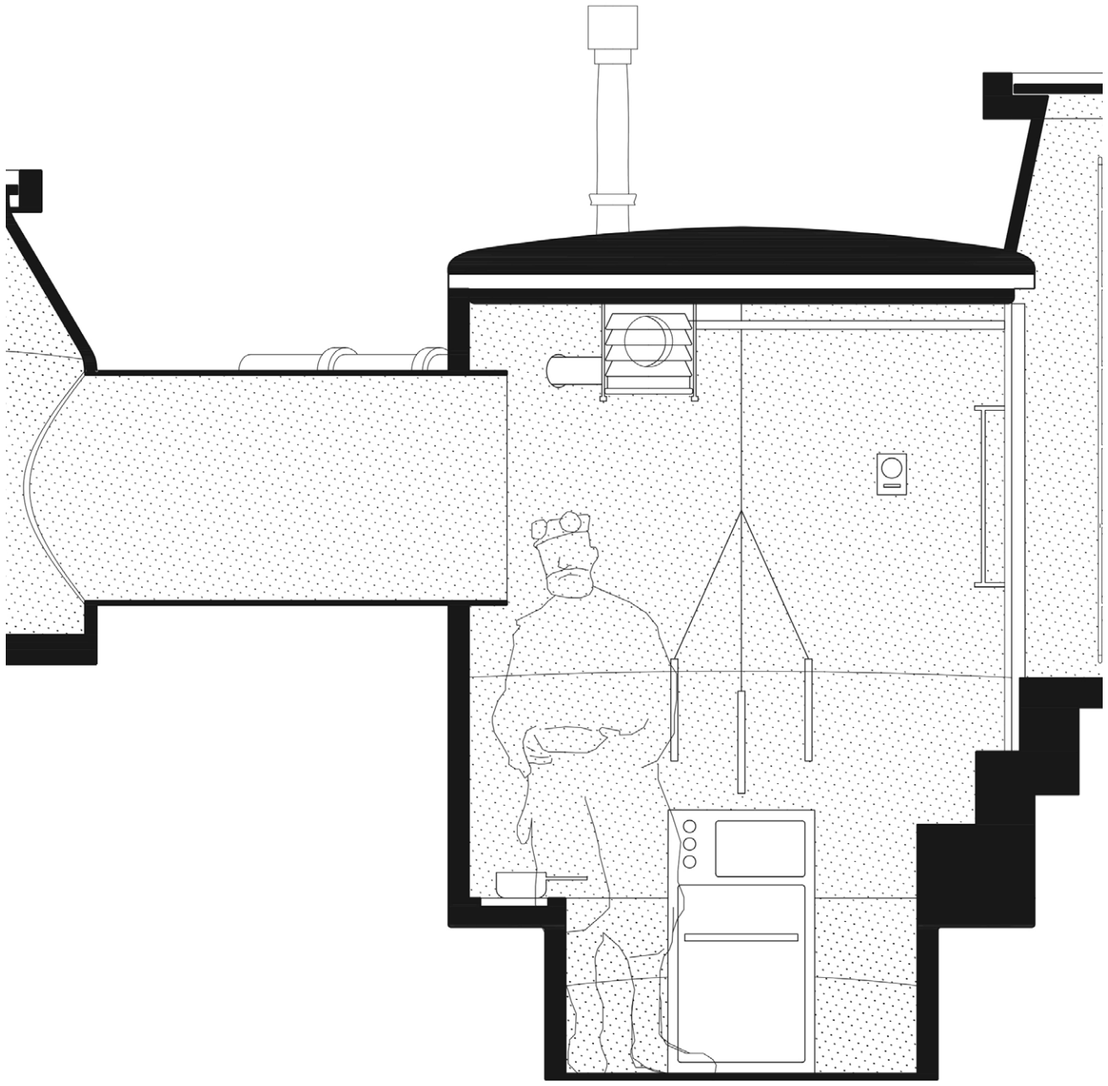
Registro de elaboración propia a partir de los diarios de Roald Amundsen en su expedición a la Antártica.

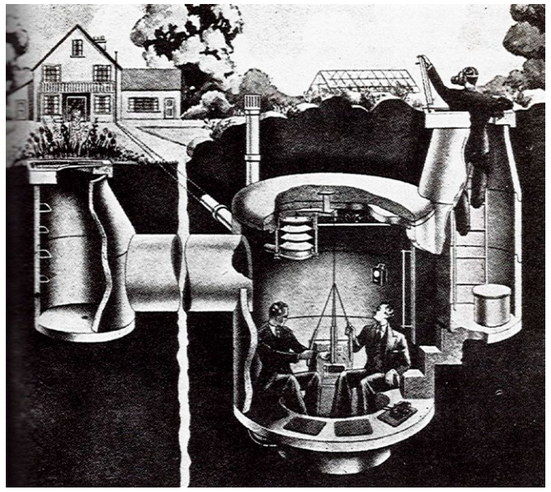


Conshelf II, Continental Shelf Station Two de 1962. Jacques-Yves Cousteau.



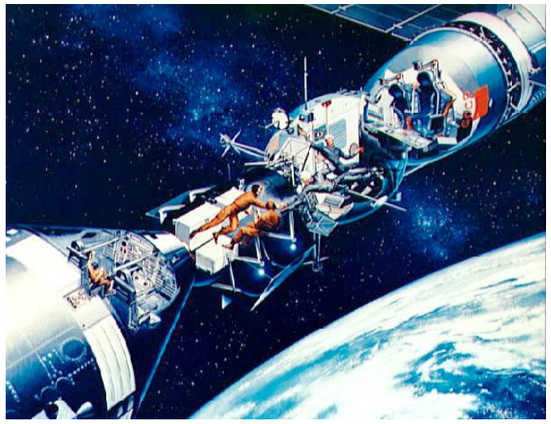
Elaboración propia a partir de retrotipo Conshelf II, Continental Shelf Station Two de Jacques-Yves Cousteau de 1962

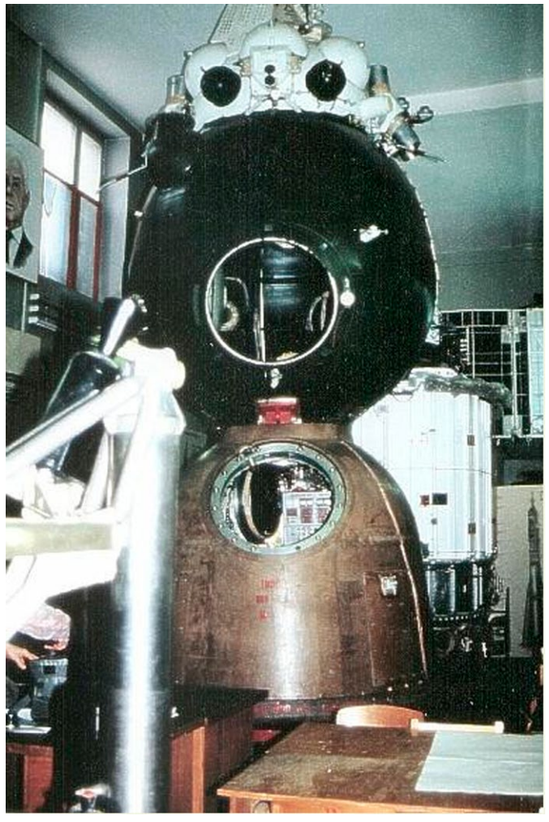




Residential Shelter de 1941.
Charles W.Glober.

Elaboración propia a partir de retrotipo Residential Shelter de 1941. Charles W.Glober.

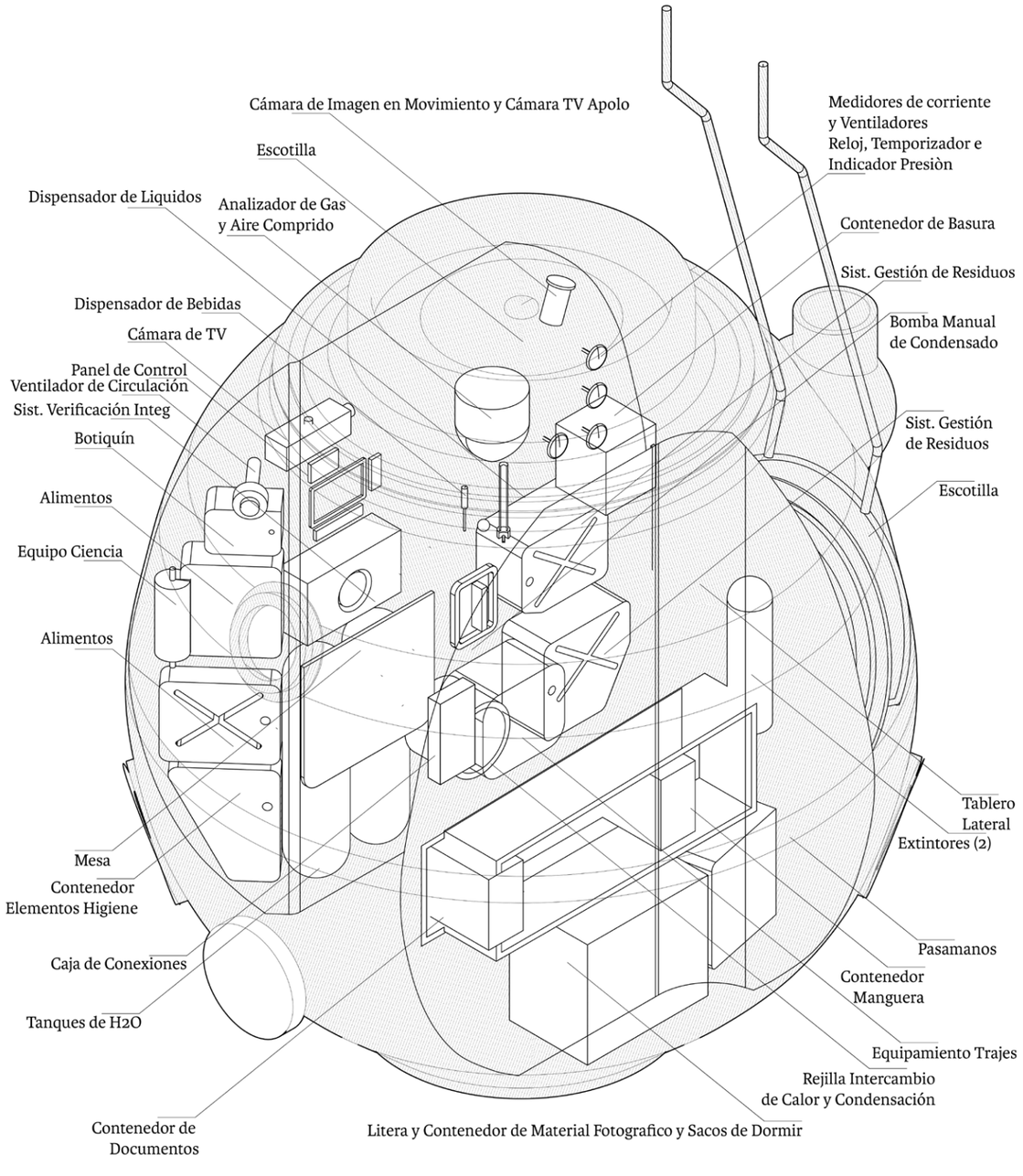


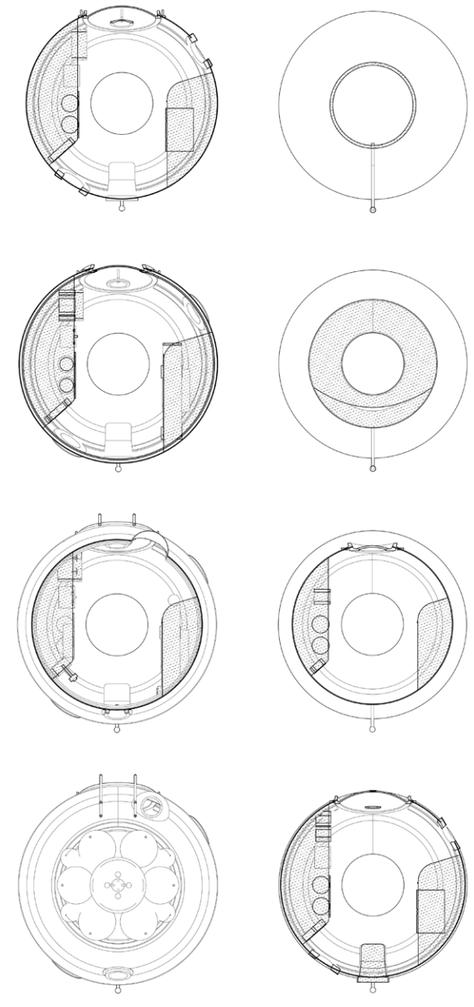


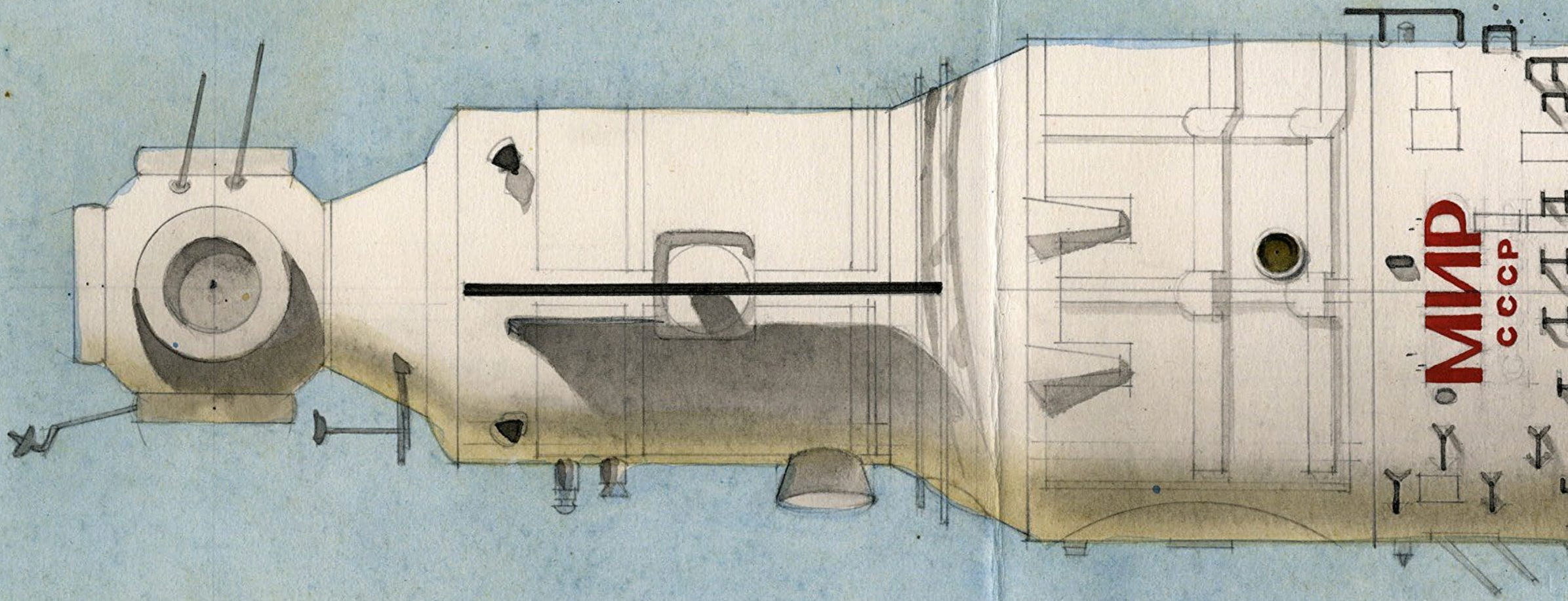
Moon Project LOK Lunnity Orbitalniy Korabl BO de 1970. Galina Balashova

Elaboración propia a partir de retrotipo LOK Lunnity Orbitalniy Korabl BO de 1970. Galina Balashova

Peso: *2.500 kg* ***Sistema de Soporte Vital:*** *ROSA Recibiría la humedad recolectada de la atmósfera del LOK, los líquidos y gases separados filtran el agua y la mineralizan para beber. La unidad Rosa se instalaría en el módulo de habitación junto con el hardware de soporte vital estándar heredado de Soyuz.* ***Fuente de Alimentación:*** *Sistema EKhG (Celdas de Hidrogeno y Oxigeno liquido)*







Design outlining the location of the name *Mir* on the space station's outer surface (1980)

Bibliografía

ALÓS, Juan Ignacio. «Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global» Vol. 33. N.m. 10. Páginas 692-699. 2015.

ANDERSON, Warwick. «Getting Ahead of One's Self? The Common Culture of Immunology and Philosophy.» Isis Volumen 105,
N.mero 3, 2014

APARICIO, Jesus M. El muro. Madrid: Atlantida Grupo Editos SA, 2006.

BURNET, F. Macfarlane. Molecular and Cellular Basis of Antibody Formation, ed. J. Sterzl. Nueva York: Academic,1965

CALDERON, G y AGUILAR, L. «Resistencia Antimicrobiana: Microorganismos más resistentes y Antibióticos con menor actividad», Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, LXXIII Vol. 621, pp. 757-763-.2016.

COHEN, Ed. A Body Worth Defending: Immunity, Biopolitics, and the Apotheosis of the Modern Body. Durham, N.C.: Duke Univ. Press, 2009.

COUSINS, Mark. «The Ugly. », AA Files, n.28. p.61-64. 1994.

CROWLEY, David y Jane PAVITT. Cold War Modern Design, 2008.

DAVILA, AF, Hawes I., Araya JG, Gelsinger DR, DiRuggiero J., Ascaso C., Osano A., Wierzchos J. Metabolismo in situ en comunidades microbianas endol.ticas de halita del desierto de Atacama hiper.rido. Parte delantera. Microbiol. 2015; 6 : 101. doi: 10.3389 / fmicb.2015.01035.

DEMERGASSO, Celcilia, CHONG, Guillermo, GALLEGUILLOS, Pedro, ESCUDERO, Lorena, MARTíNEZ-ALONSO, Maira,
& ESTEVE, Isabel. (2003). Tapetes microbianos del Salar de Llamar., norte de Chile. Revista
chilena de historia natural, 76(3), 485-499. https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300012

DELEUZE, Gilles y Féliz GUATTARI. Mil plateaux: capitalisme et schizophr.nie. Paris: Minnuit, 1980.

DILLER, Elizabeth y Ricardo SCOFIDIO. Flesh: Architectural Probes. Princeton: Princeton Architectural Press, 1998.

DORADOR, Cristina. "Conservación de salares: Aprendizajes desde los microorganismos" en Salares Andinos, Ecología de
Saberes por la Protección de Nuestro Salares y Humedales. San Pedro de Atacama: Fundaci.n Tanti. 2021.

EBELING, Siegfried. El espacio como membrana. Edición de Pep Aviles con un Ensayo de Spyros Papapetros.

ELKIN, I.I. A course in Epidemiology. Nueva York: Pergamon Press, 1961.

ERNI, Peter y Martin HUWILER, Christophe Marchand. Transfer: Erkennen und Bewirken. Suiza: Lars Muller PublisheR, 1999.

ESPOSITO, Roberto. Immunitas, Protección y negaci.n de la vida. Madrid: Amorrortu editores, 2002.

FARÍAS, María Eugenia. «Microbial Ecosystems in Central Andes Extreme Environments», 2020.

FEIGELDELF, Paul. Media Archaeology Out of Nature: An Interview with Jussi Parikka.

HAN, Byung-chul. La sociedad del cansansio. Barcelona: Herder. 2010.

HARAWAY, Donna. Staying with the Trouble. Carolina del Norte: Duke University Press, 2016.

HARAWAY, Donna. Tentacular Thinking en Staying with the Trouble. Carolina del Norte: Duke University Press, 2016..

HARAWAY, Donna.The Biopolitics of Postmodern Bodies: Determinations of Self in Immune System Discourse en Simians,
Cyborgs, and Women The Reinvention of Nature. 2017.

HARAWAY, Donna. When Species Meet. Minnesota: University of Minnesota Press, 2008.

HESTER, Helen. The Terraforming 2020. Videoconferencia en 2020. https://www.youtube.com/watch?v=Ds2MYXuZRW4&ab_channel=StrelkaInstitute%2F%-D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%-D1%83%D1%82%-D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%B0. Visitado en Noviembre 2020.

IDRIS, H., GOODFELLOW, M., SANDERSON, R. et al. «Biosferas raras actinobacterianas y materia oscura reveladas en habitats
del desierto de Atacama chileno.» Sci Rep. 7, 8373 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-08937-4

IGEA, Juan Manuel. 2015 «From the Old Immunitas to the Modern Immunity: Do We Need a New Name for the Immune
System?.», Current Immunology Reviews, 2015, 11, 55-65, 2015.

JAKOVLJECIC, B. Unframe Malevich! Inefability and Sublimity in Suprematism. Art Journal, Vol. 63, Nr. 3, 2004.

KALLIPOLITI, Lydia. The architecture of closed worlds, or, What is the powerof shit?. DZA Druckerei zi Altenburg: Lars Muller
Publishers. 2018.

KALLIPOLITI, Lydia. Zoom In, Zoom Out en At The Border (E-flux Architecture, 2020) https://www.e-flux.com/architecture/at-the-border/325754/zoom-in-zoom-out/

KAPSTEIN, Glenda. Espacios intermedios: respuesta arquitectónica al medio ambiente. Santiago: Ediciones ARQ, 1988.

KLEIN, Alexander. Vivienda Mínima: 1906-1957. Barcelona: Gustavo Gili, 1980)

LÓPEZ, Farjeat, L.X. 2010. Di.noia. Consultado en: http:// www.salud.

scielo.org.mx.

MANZINI, Ezio. «Design, Environment and Social Quality: From Existenz-minimum to Quality Maximum», Design Issues.Vol. 10, n.1. 1994.

MARGULIS, Lynn y Dorion Sagan. Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species. Nueva York: Basic Books, 2002.

MARGULIS, Lynn y Dorion Sagan. Una revolución en la evolución. Valencia: Universitat de Valencia, 2003.

MARGULIS, Lynn y Dorion Sagan. Microcoosmos, Cuatromil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos. Barcelona: Tasques Editores S.A, 1995.

MARTIN, Emily. «Toward an Anthropology of Immunology: The Body as Nation State As Haraway», Medical Anthropology Quarterly New Series, Vol. 4, No. 4 (Dec., 1990), pp. 410-426

MARTINS, Johanna. El muro como referencia arquitectónica. Barcelona, Tesis. 2015

MATZINGER, P.. «Tolerance, danger and the extended family. », Annual Review of lmmunology, 1994, n. 12.

McHALE, John. The future of the future. George Braziller; 1st edición,1969.

MORTON, Timothy. Hiperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2013.

MORTON, Timothy. In The Ecological Thought I coined the term hyperobjects to refer to things that are massively distributed in time and space relative to humans. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2010.

MOULIN, Anne Marie. Immunology Old and New. 1989.

NASA. NASA Finds Life at Extremes. 2005. Visitado en Noviembre 2020. https://www.nasa.gov/vision/earth/livingthings/extremophile1.html :

NAVARRO, G, R., F. A. Rainey, P. Molina, D. R. Bagaley, B. J. Hollen, J. de la Rosa, A. M. Small, R. C. Quinn, F. J. Grunthaner, L. Cáceres, B. Gómez-Silva, y C. P. McKay. 2003, "Mars-like soils in the Atacama Desert, Chile, and the dry limit of microbial life", Science 302, 1018-1021.

RESTREPO, Marcos. « Anton Van Leeuwenhoek: Breve historia de un descubrimiento en Revista Hechos Microbiologicos» en Universitad de Antioquia, 2012.

SARRICOLEA, Pablo; MESEGUER RUIZ, Oliver y ROMERO-ARAVENA, Hugo. TENDENCIAS DE LA PRECIPITACI.N EN EL NORTE GRANDE DE CHILE Y SU RELACI.N CON LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO. Di.logo Andino [online]. 2017, n.54 [citado 2020-11-30], pp.41- 50. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-26812017000300041&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0719-2681. http://dx.doi. org/10.4067/S0719-26812017000300041. Visitado en Diciembre 2020

SARRICOLEA ESPINOZA, Pablo y ROMERO ARAVENA, Hugo. Variabilidad y cambios clim.ticos observados y esperados en el Altiplano del norte de Chile. Rev. geogr. Norte Gd. [online]. 2015, n.62 [citado 2020-11-30], pp.169-183. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022015000300010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-3402. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022015000300010.

SLOTERDIJK, Peter. Esferas III, Espumas, Esferolog.a plural. Madrid: Edición Siruela, 2004.

SOFFEN, G. A. The Viking Project, J. Geophys. Res. 82, 3959-3970. 1977.

TAUBER, Alfred I. Immunity: The evolution of an Idea. 2017.

TEIGE, Karel. The minimum dwelling. Praga: Vaclav Petr, 1932.

TSING, Anna y Heather Anne SWANSON y Elaine GAN y Nils Bubandt. Arts of living on a Damaged Planet Ghosts and Monsters of the Anthropocene. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2017.

VENTURI, Robert y Denisse SCOTT-BROWNE y Steve IZENOUR. Learning from Las Vegas. Cambridge MA: MIT Press, 1972.

VIRILIO, Paul. Bunker Archeology. Nueva York: Princeton Architectural Press. 1998.

WALLACE-WELLS, David. The Uninhabitable Earth Life After Warming. Nueva York: Tim Duggan Books, 2019.

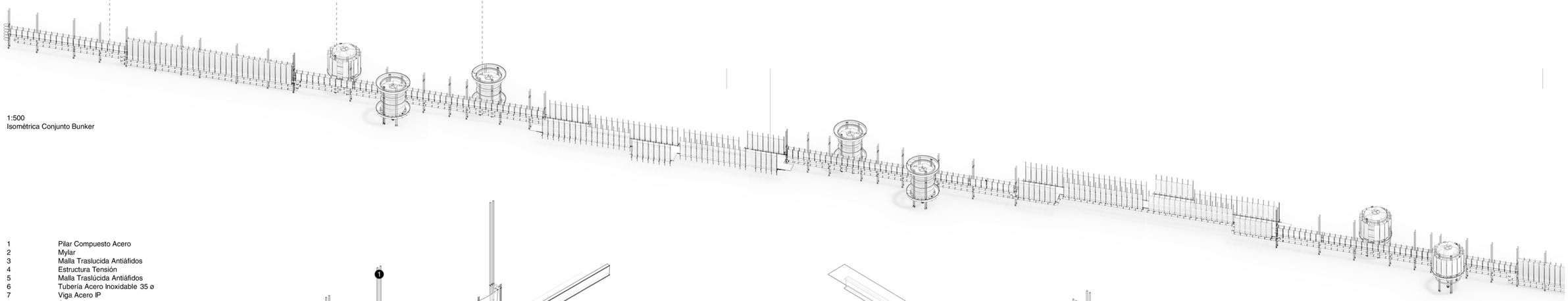
Evolución del concepto de la Epidemiología. Rev. Esp. Salud Publica [online].2006, vol.80, n.2 [consultado el 2020-11-26], pp.187-188. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272006000200010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2173-9110.

OMS. Organización Mundial de la Salud.

1
Tubería de Acero Inoxidable

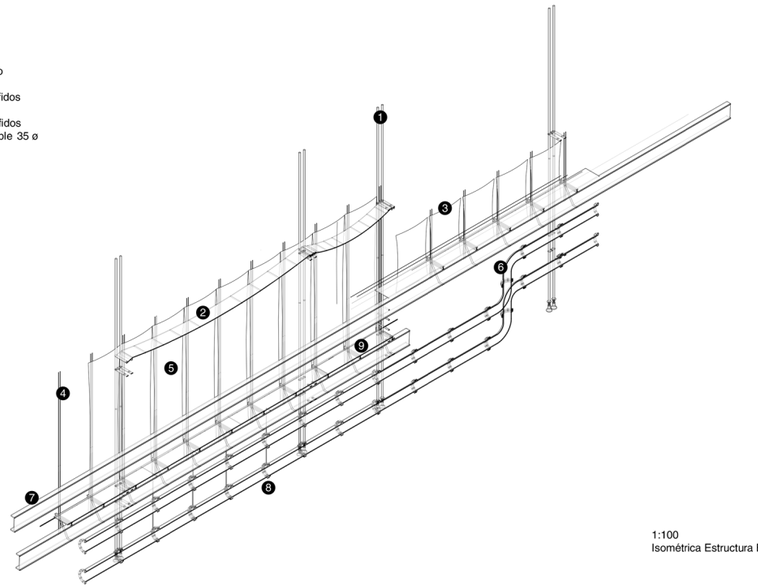
2
Cápsula Captación y
Almacenamiento
Atrapa Nieblas

3
Cápsula Captación y
Almacenamiento
Aguas Lluvias

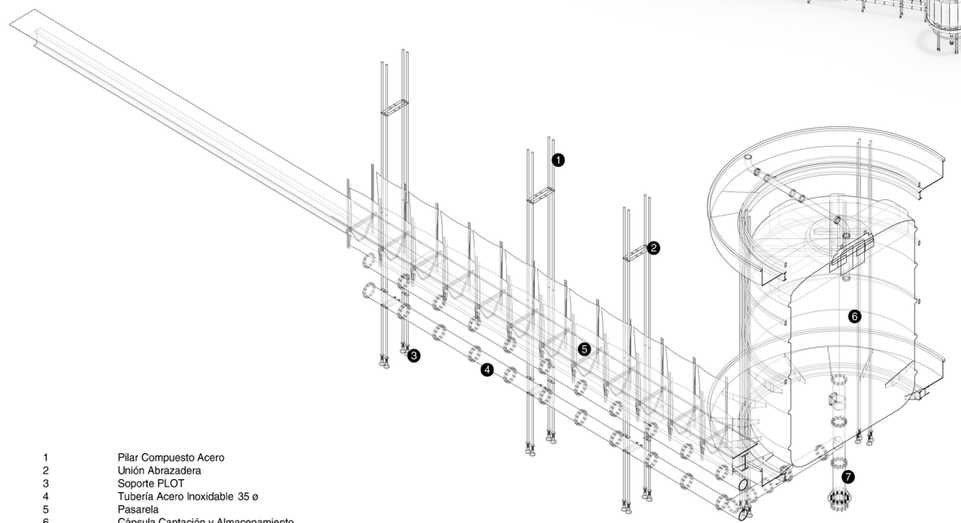


1:500
Isométrica Conjunto Bunker

1 Pilar Compuesto Acero
2 Mylar
3 Malla Traslucida Antiáfidos
4 Estructura Tensión
5 Malla Traslúcida Antiáfidos
6 Tubería Acero Inoxidable 35 ø
7 Viga Acero IP
8 Cables Acero
9 Pasarela Traslúcida

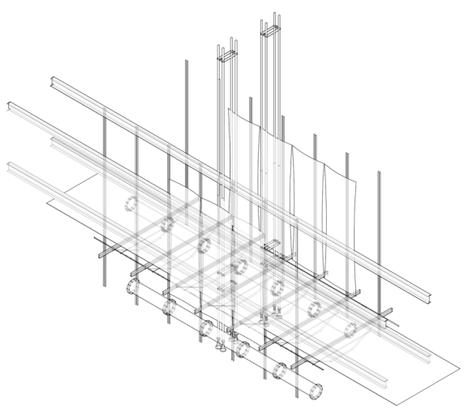


1:100
Isométrica Estructura Base Bunker

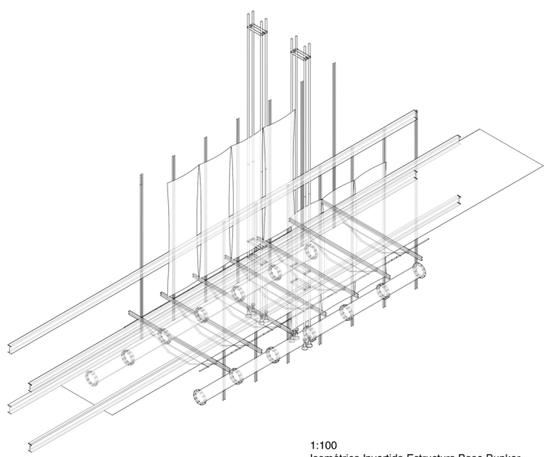


1 Pilar Compuesto Acero
2 Unión Abrazadera
3 Soporte PLOT
4 Tubería Acero Inoxidable 35 ø
5 Pasarela
6 Cápsula Captación y Almacenamiento
Aguas Lluvias
7 Tubería Acero Inoxisable 35 ø al soporte

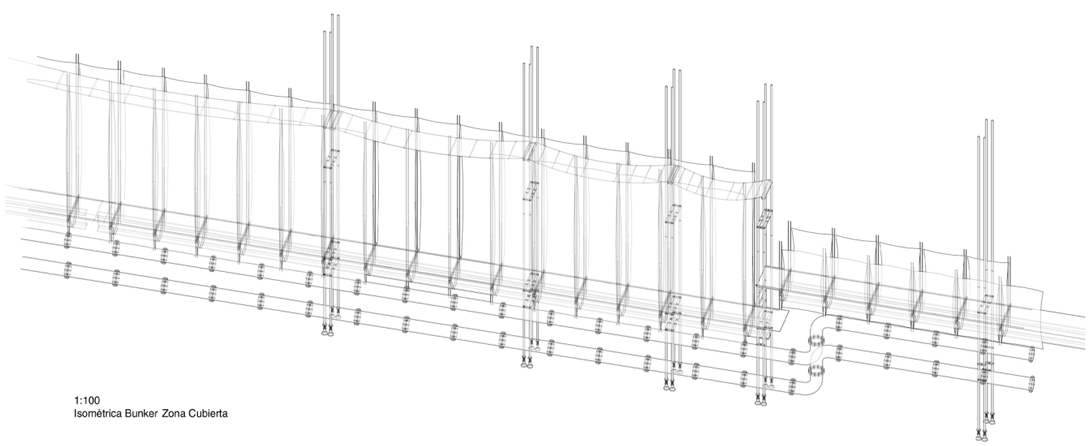
1:100
Isométrica Estructura Bunker



1:100
Isométrica Estructura Base Bunker



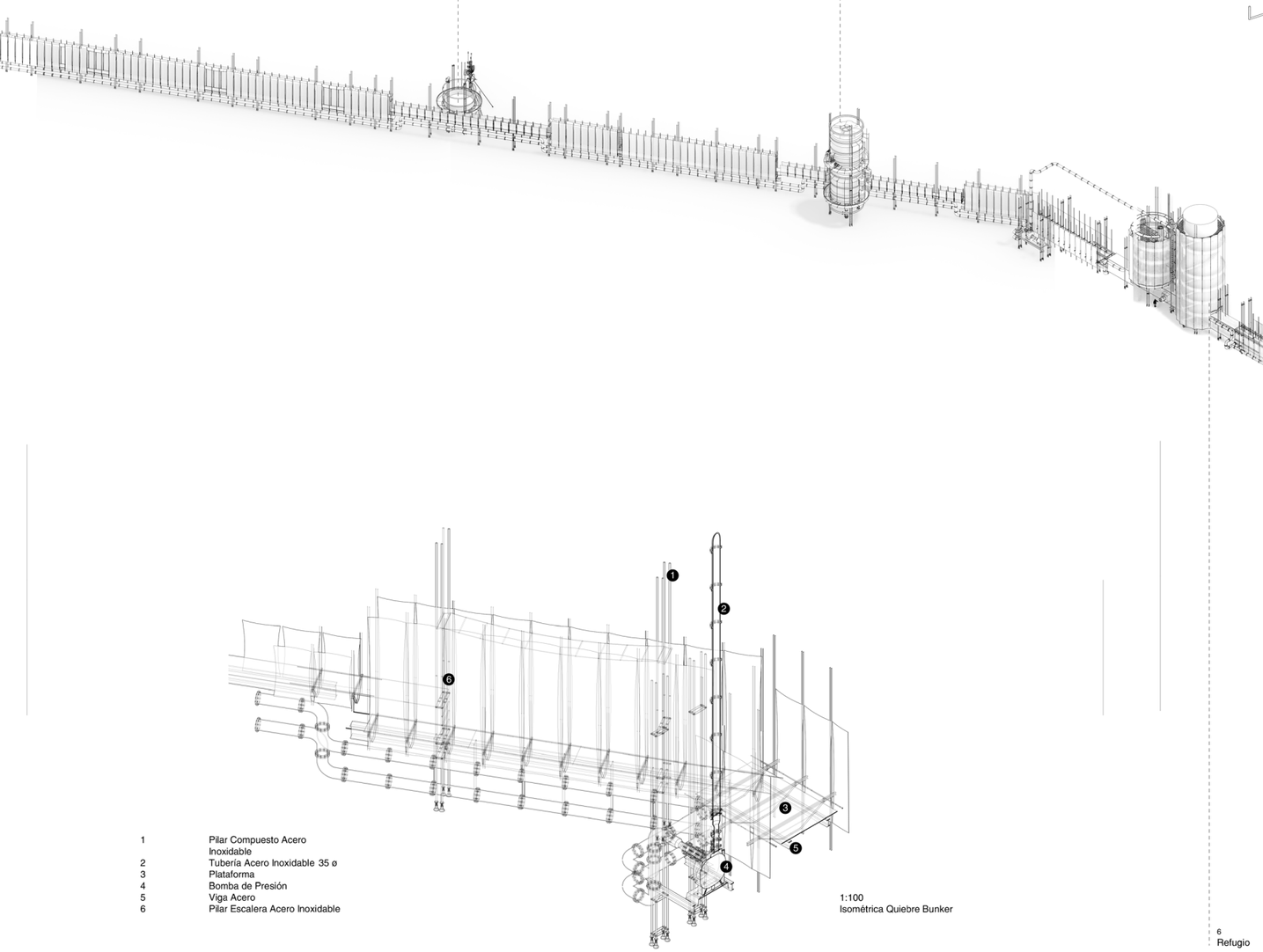
1:100
Isométrica Invertida Estructura Base Bunker



1:100
Isométrica Bunker Zona Cubierta

4
Cápsula Medición y Red

5
Cápsula Purificación Pure Aqua NASA
por Osmosis Inversa



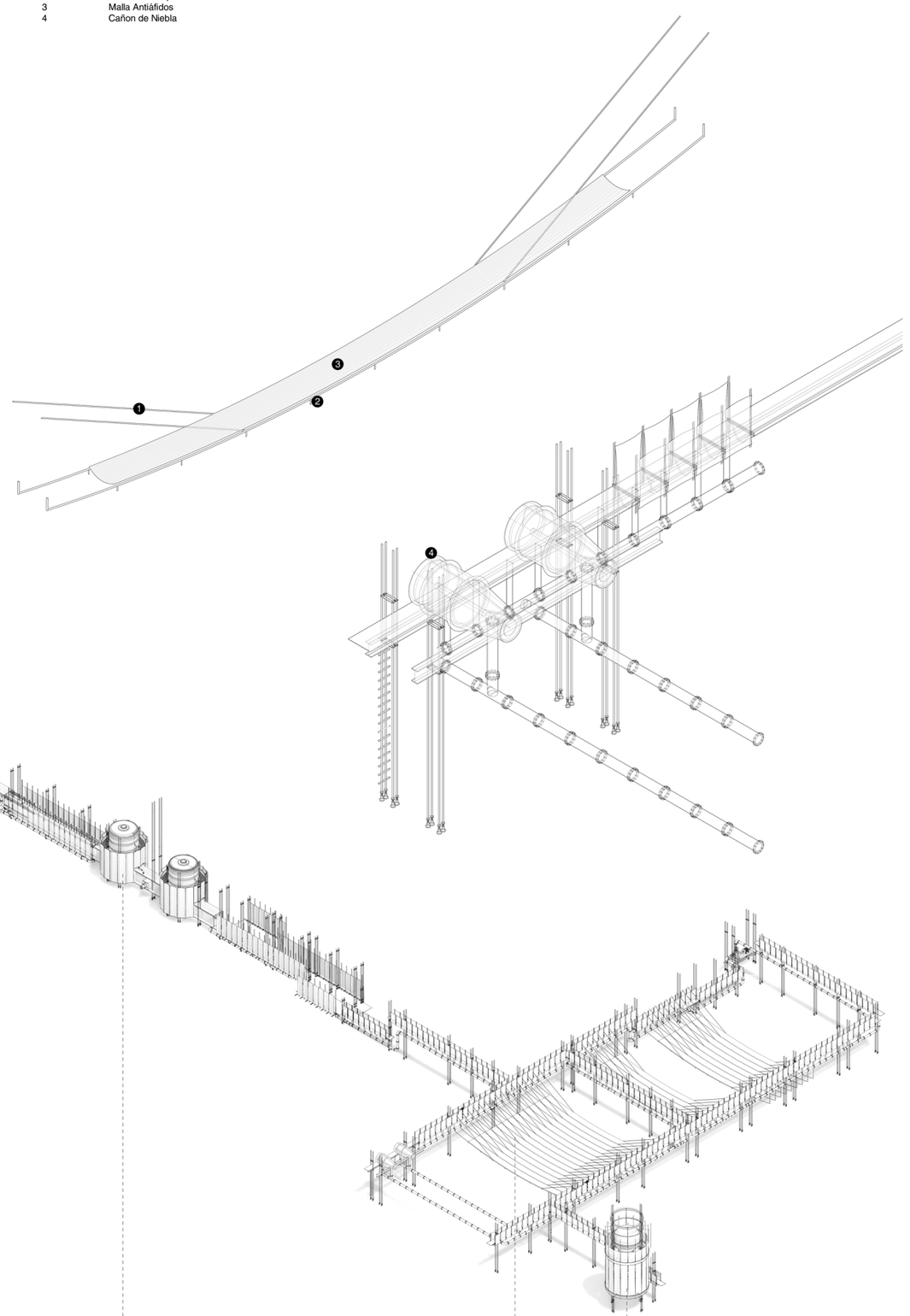
6
Refugio

7
Cápsula Habitable

8
Búnker de Activación

8
Cápsula Visualización

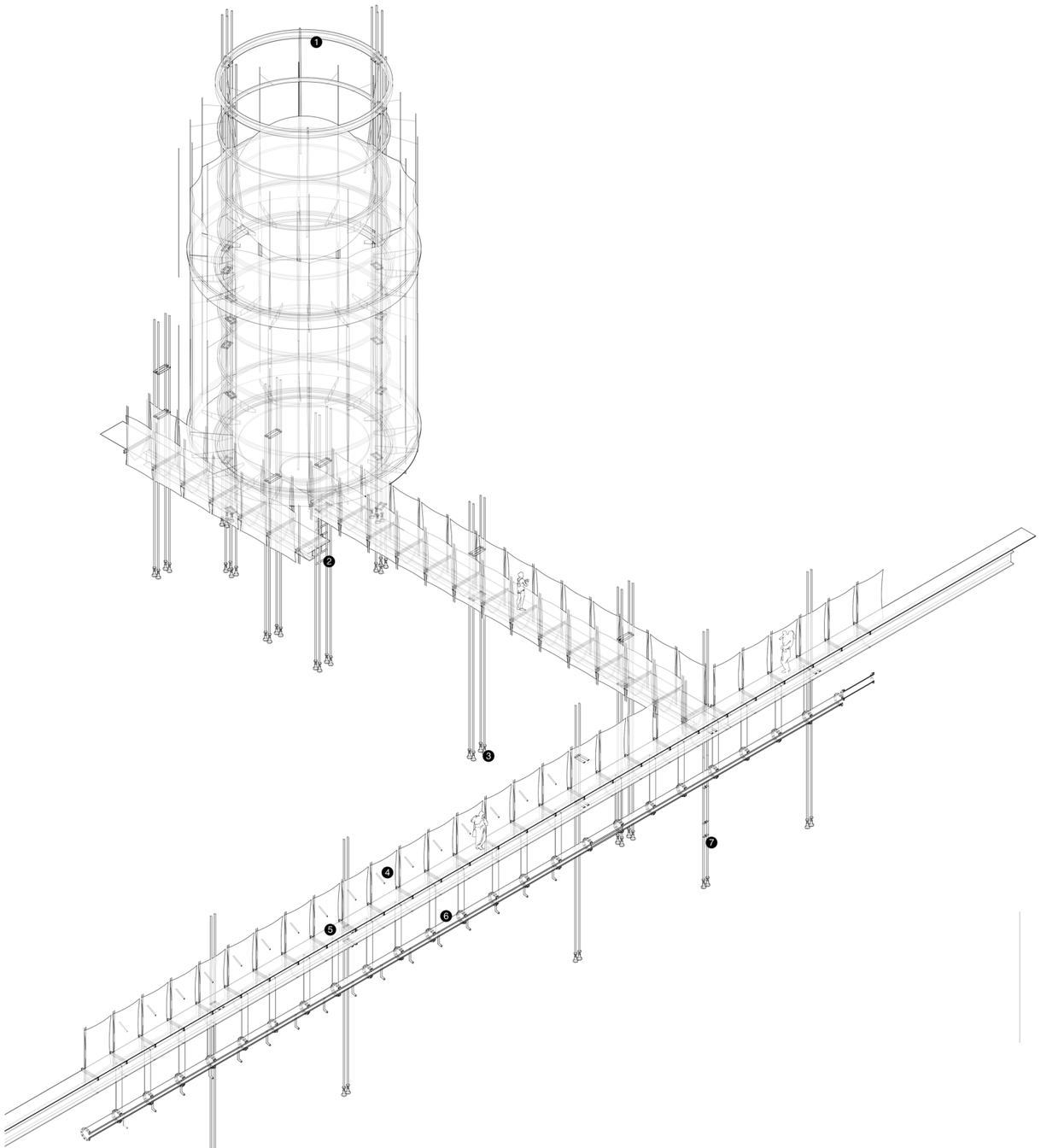
1:100
Isométrica Búnker Activación



1 Tensor
2 Tubería de Aspersión
3 Malla Antiáfidos
4 Cañon de Niebla

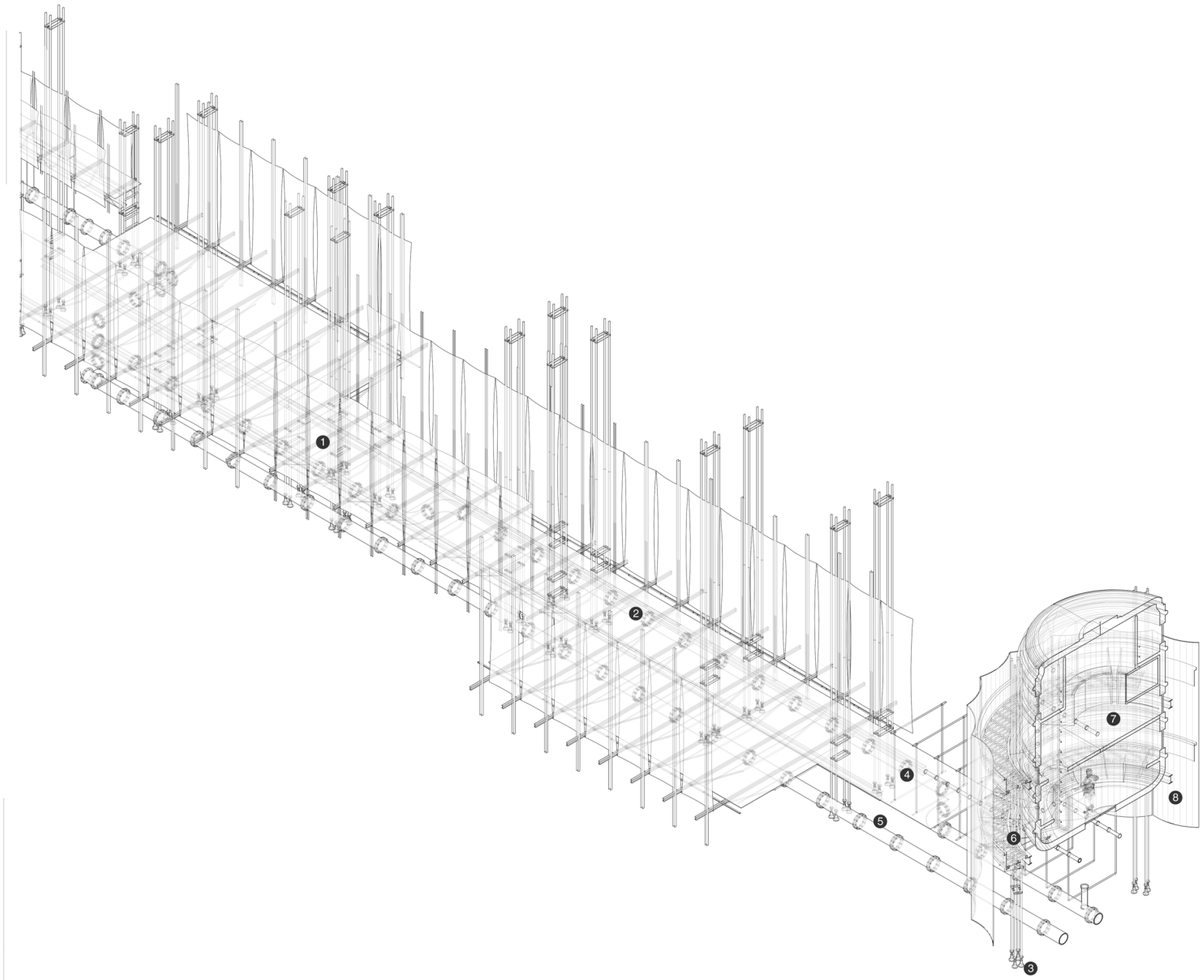
1 Pilar Compuesto Acero Inoxidable
2 Tubería Acero Inoxidable 35 ø
3 Plataforma
4 Bomba de Presión
5 Viga Acero
6 Pilar Escalera Acero Inoxidable

1:100
Isométrica Quiebre Bunker



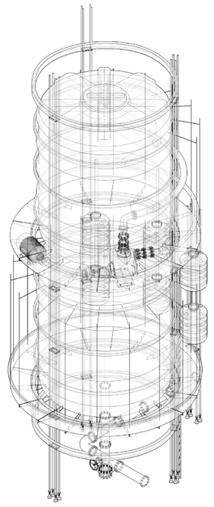
1 Cápsula Visualización
2 Pilar Escalera
3 Soporte PLOT
4 Malla Antiáfidos
5 Plataforma Pasarela
6 Tubería Acero Inoxidable 35 ø

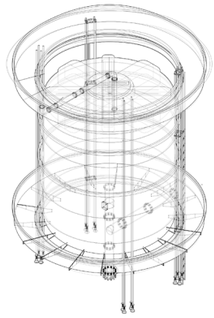
1:100
Isométrica Búnker y llegada a
Cápsula Visualización

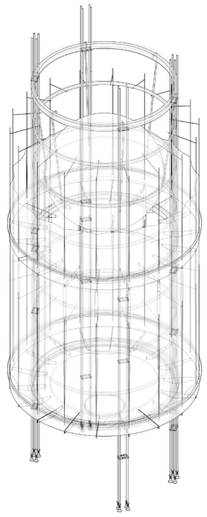


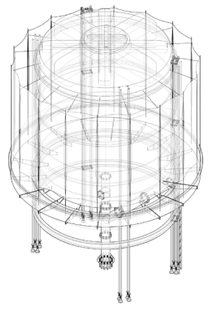
1 Malla Antiáfidos
2 Plataforma Pasarela Traslúcida
3 Soporte PLOT
4 ***Espacio Intermedio***
5 Tubería Acero Inoxidable 35 ø
6 Buffer Climático
7 Cápsula Habitable
8 Malla Antiáfidos

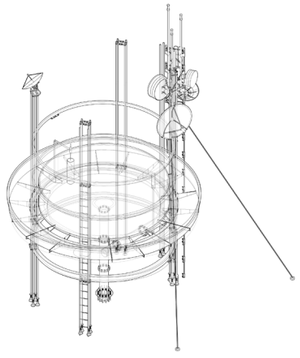
1:100
Isométrica Búnker y llegada a
Cápsula Habitable

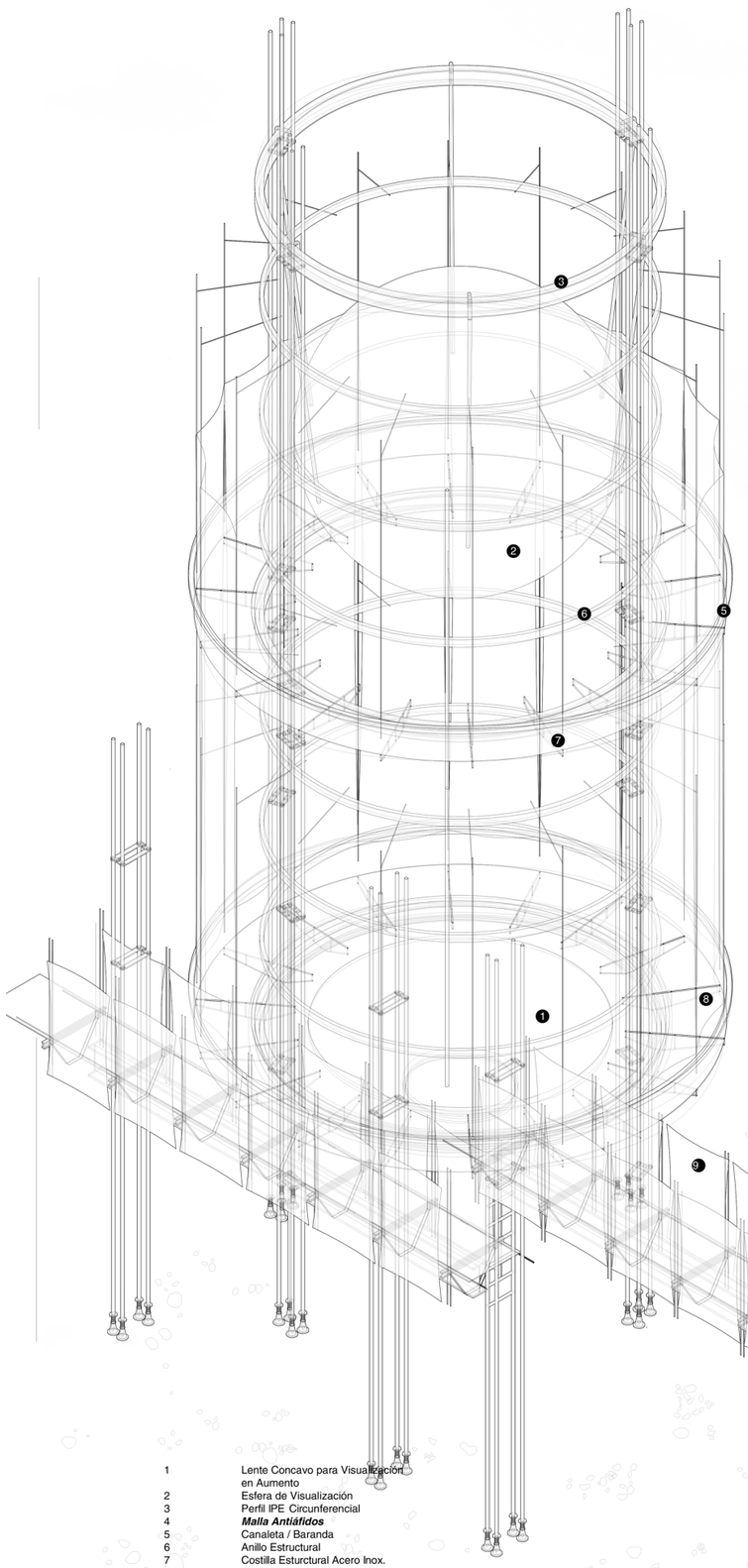


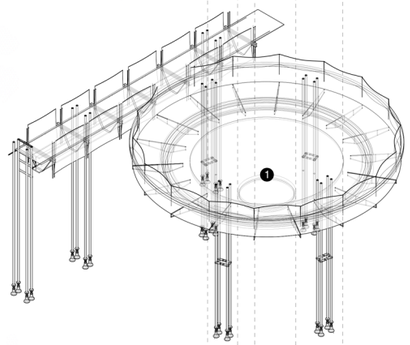


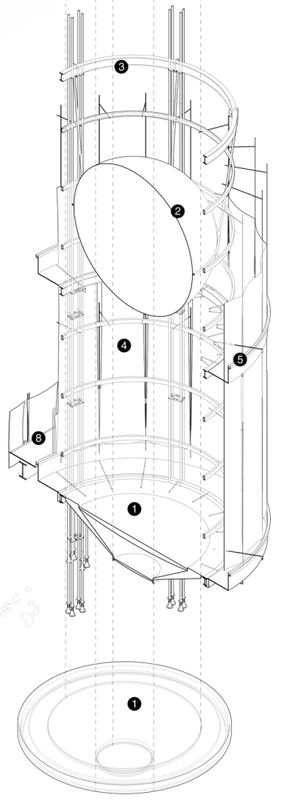






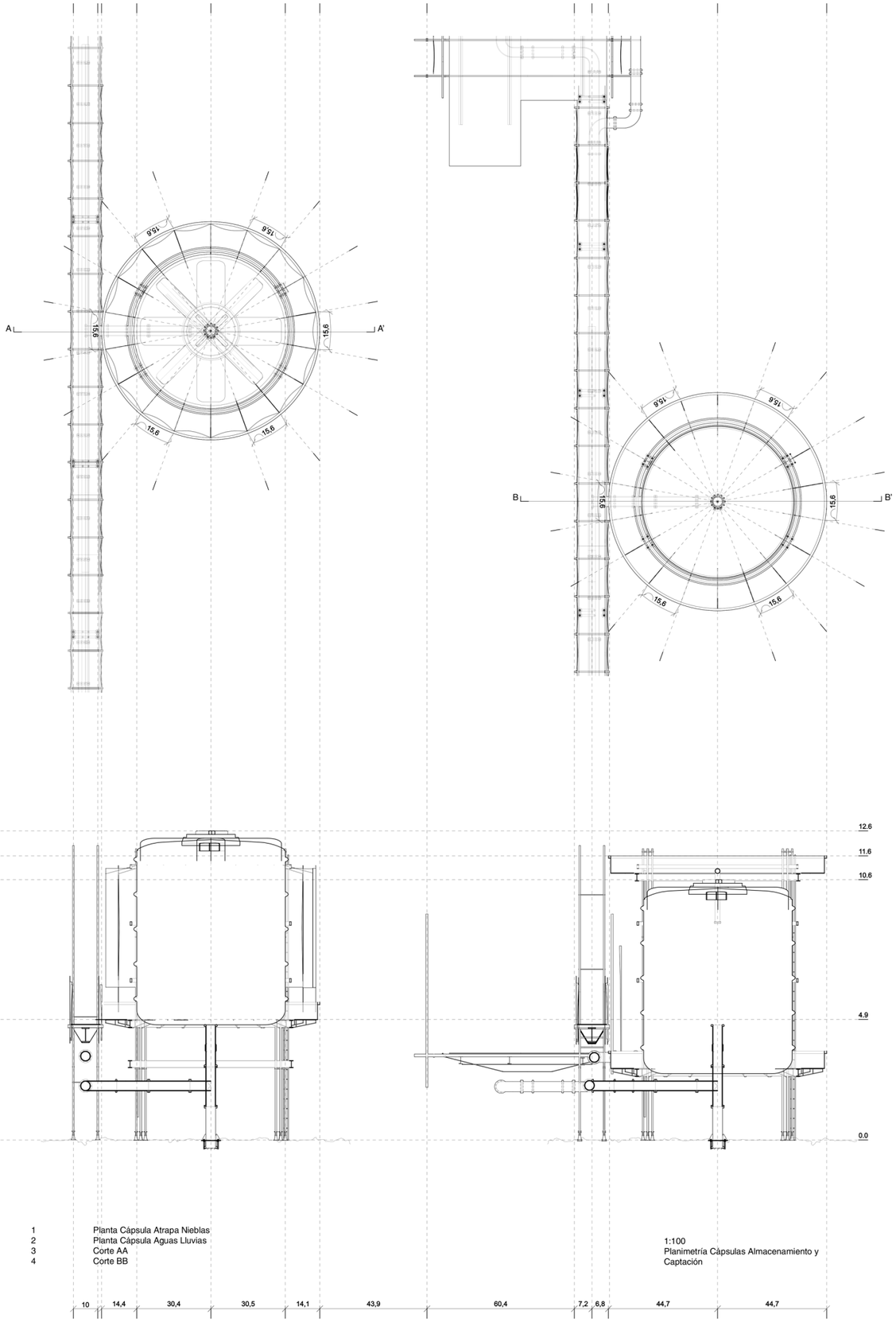






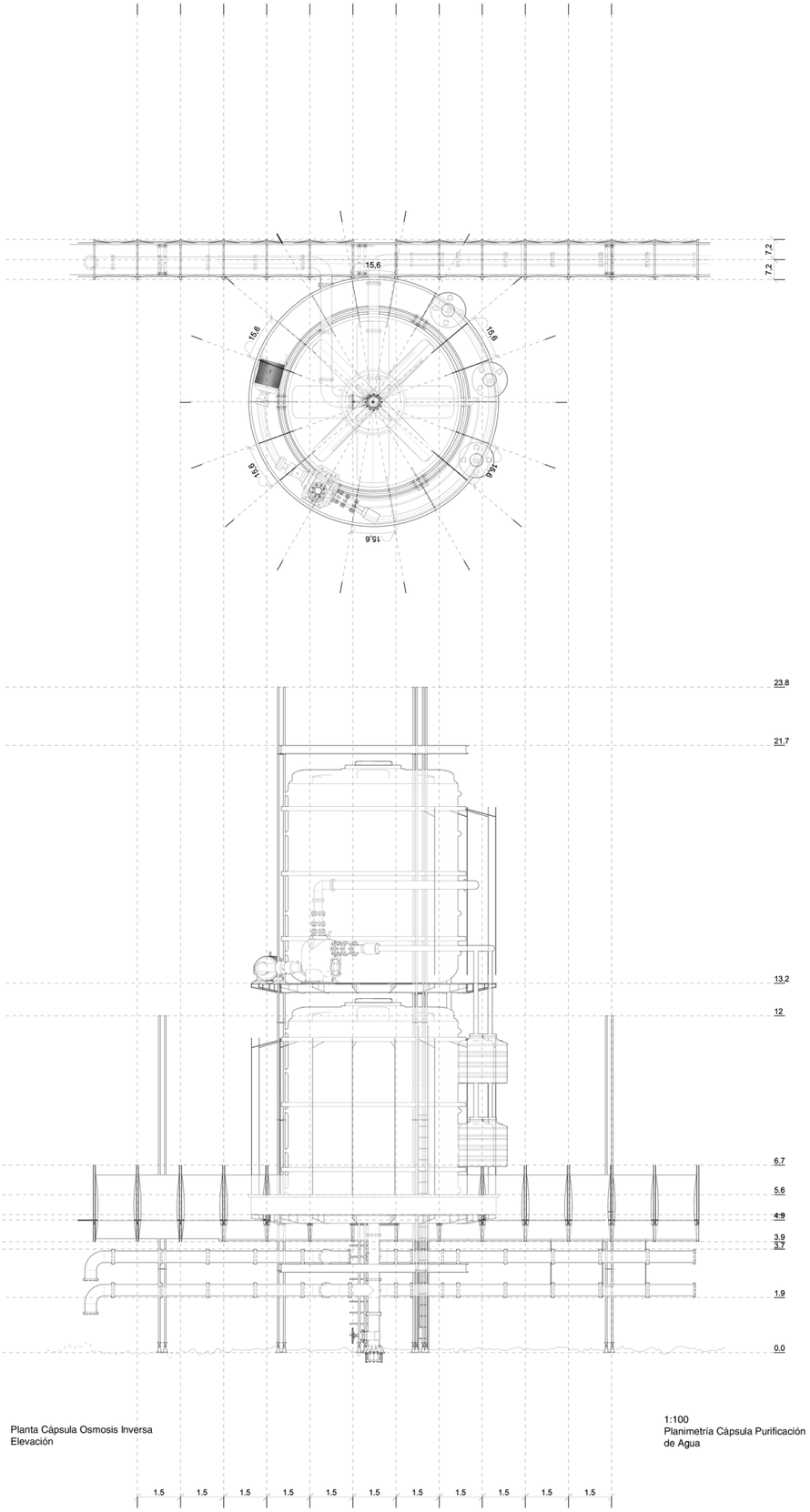
1 Lente Concavo para Visualización en Aumento
2 Esfera de Visualización
3 Perfil IPE Circunferencial
4 ***Malla Antiátidos***
5 Canaleta / Baranda
6 Anillo Estructural
7 Costilla Esturctural Acero Inox.
8 Grating Perimetral
9 Pasarela Búnker

1:50
Isométrica Cápsula Visualización



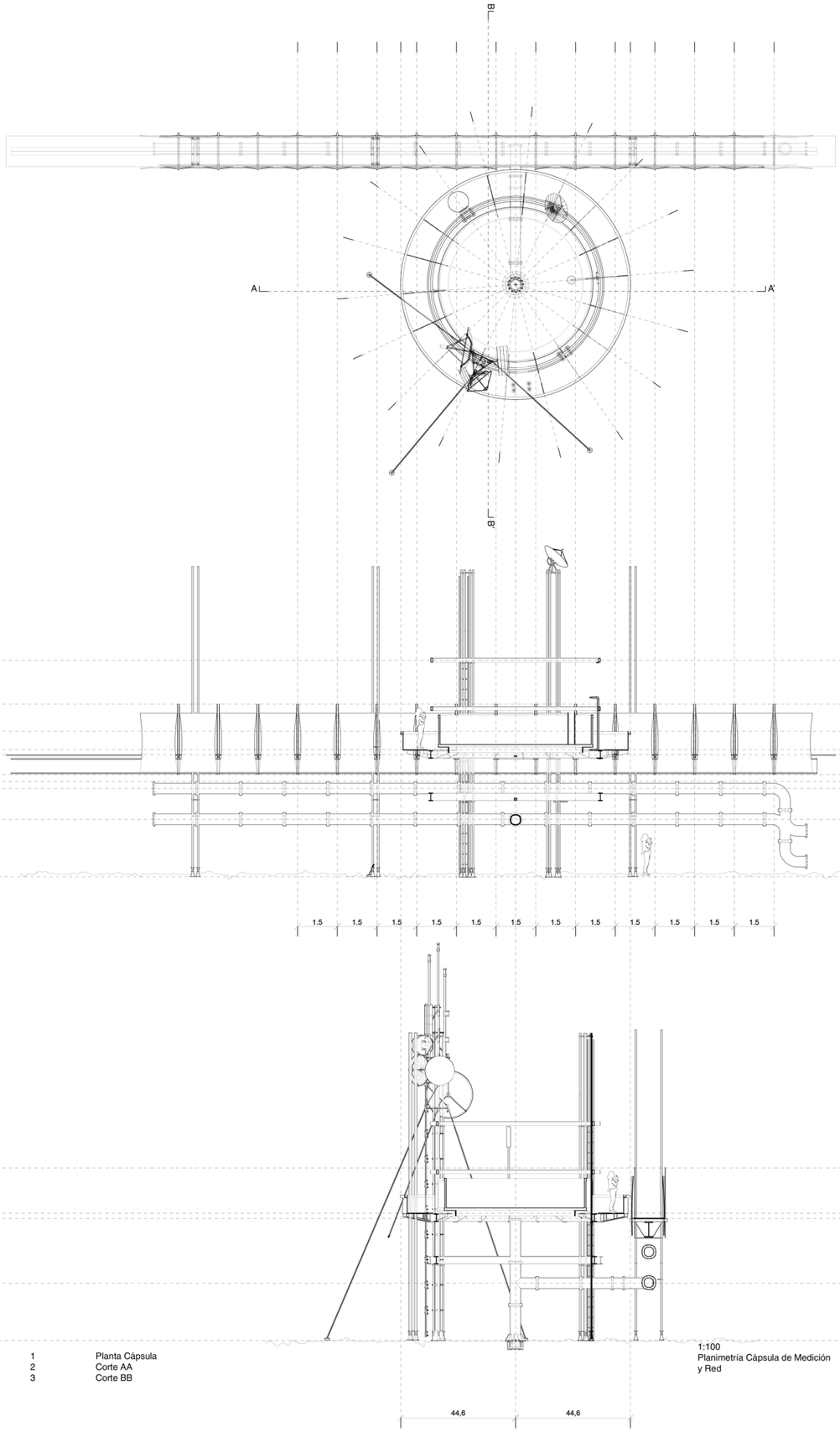
1 Planta Cápsula Atrapa Nieblas
2 Planta Cápsula Aguas Lluvias
3 Corte AA
4 Corte BB

1:100
Planimetría Cápsulas Almacenamiento y Captación



1 Planta Cápsula Osmosis Inversa
2 Elevación

1:100
Planimetría Cápsula Purificación de Agua

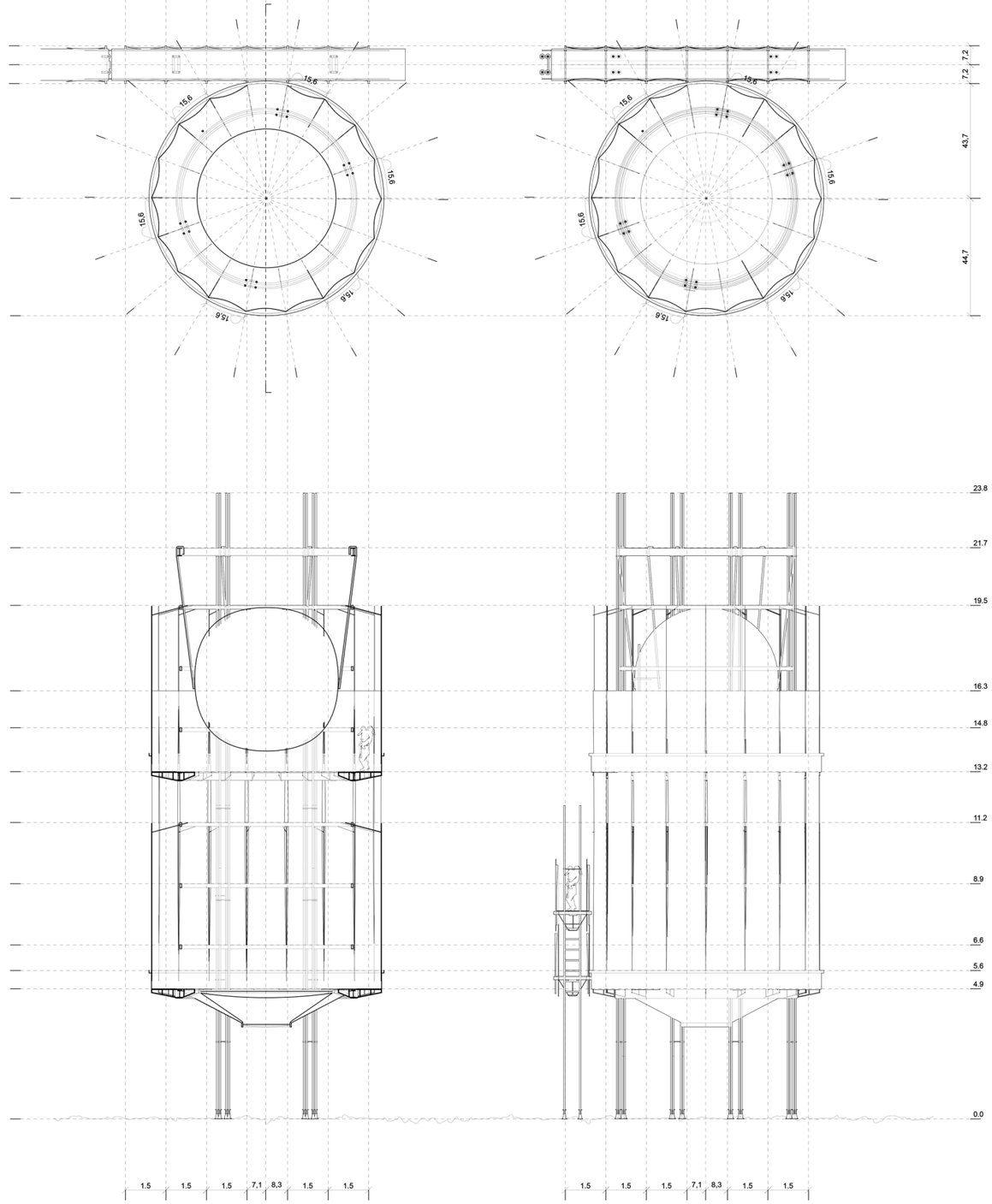


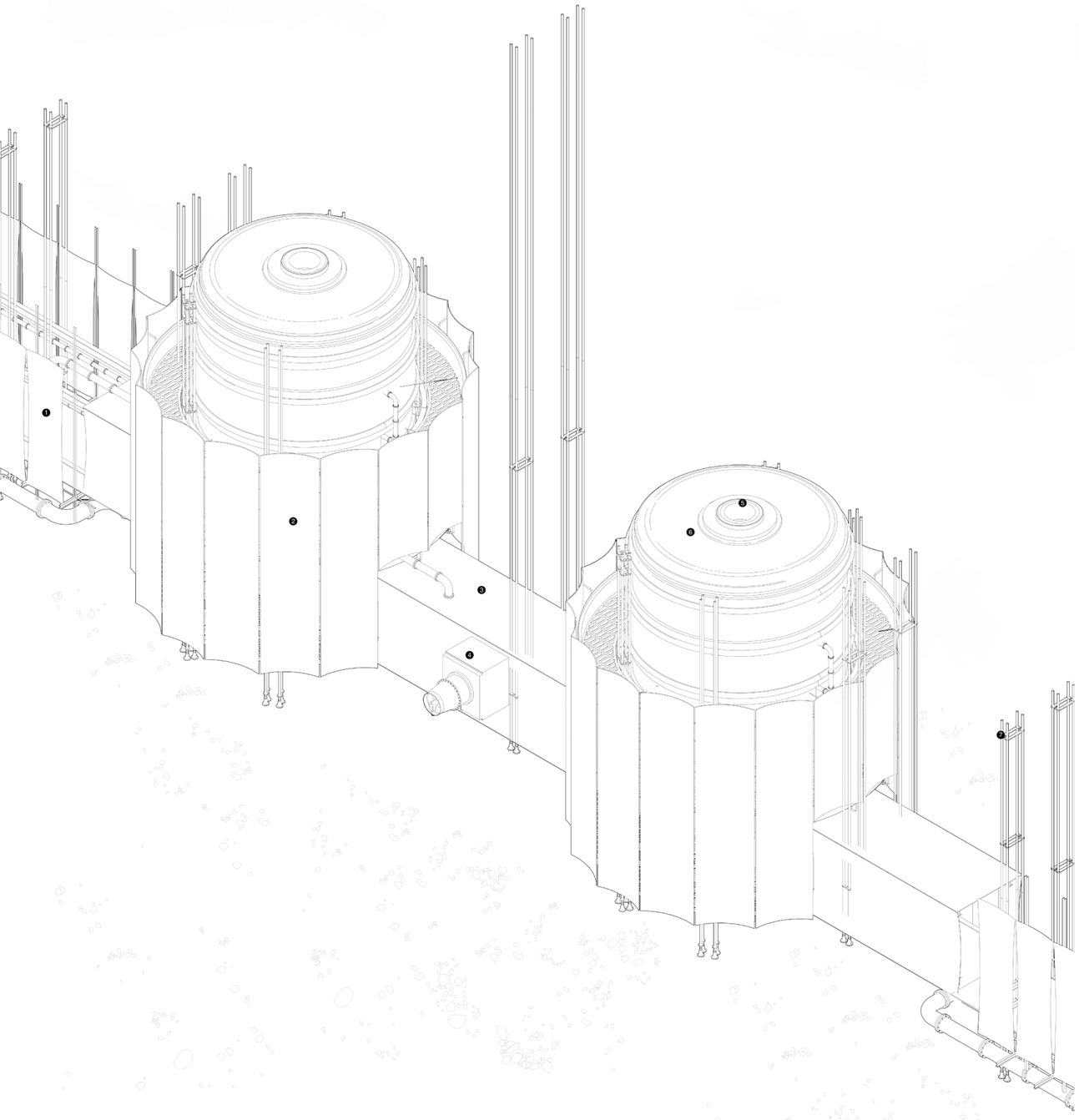
1 Planta Cápsula
2 Corte AA
3 Corte BB

1:100
Planimetría Cápsula de Medición
y Red

1,2 Planta Cápsula Visualización
3 Corte AA
4 Elevación

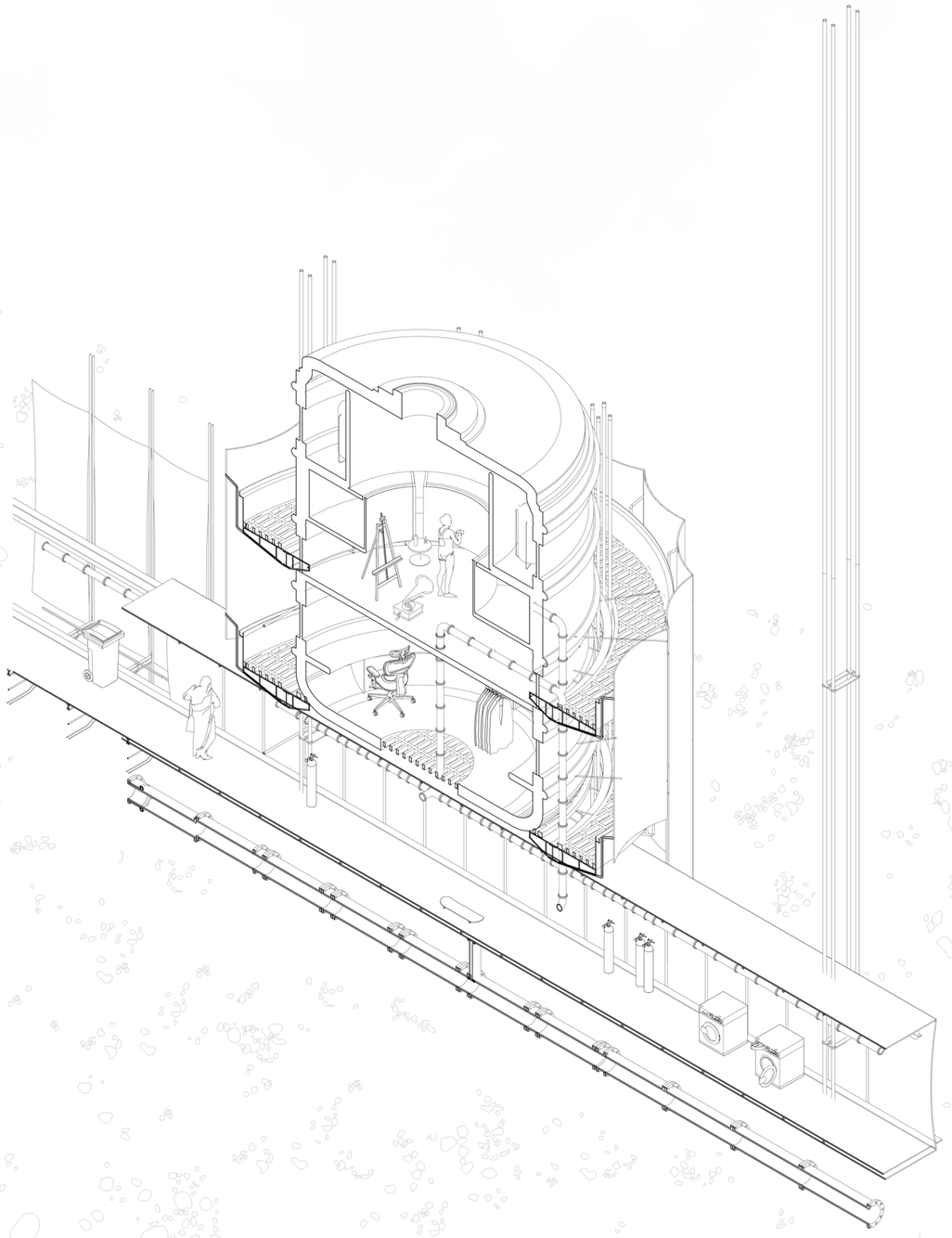
1:100
Planimetría Cápsula Visualización





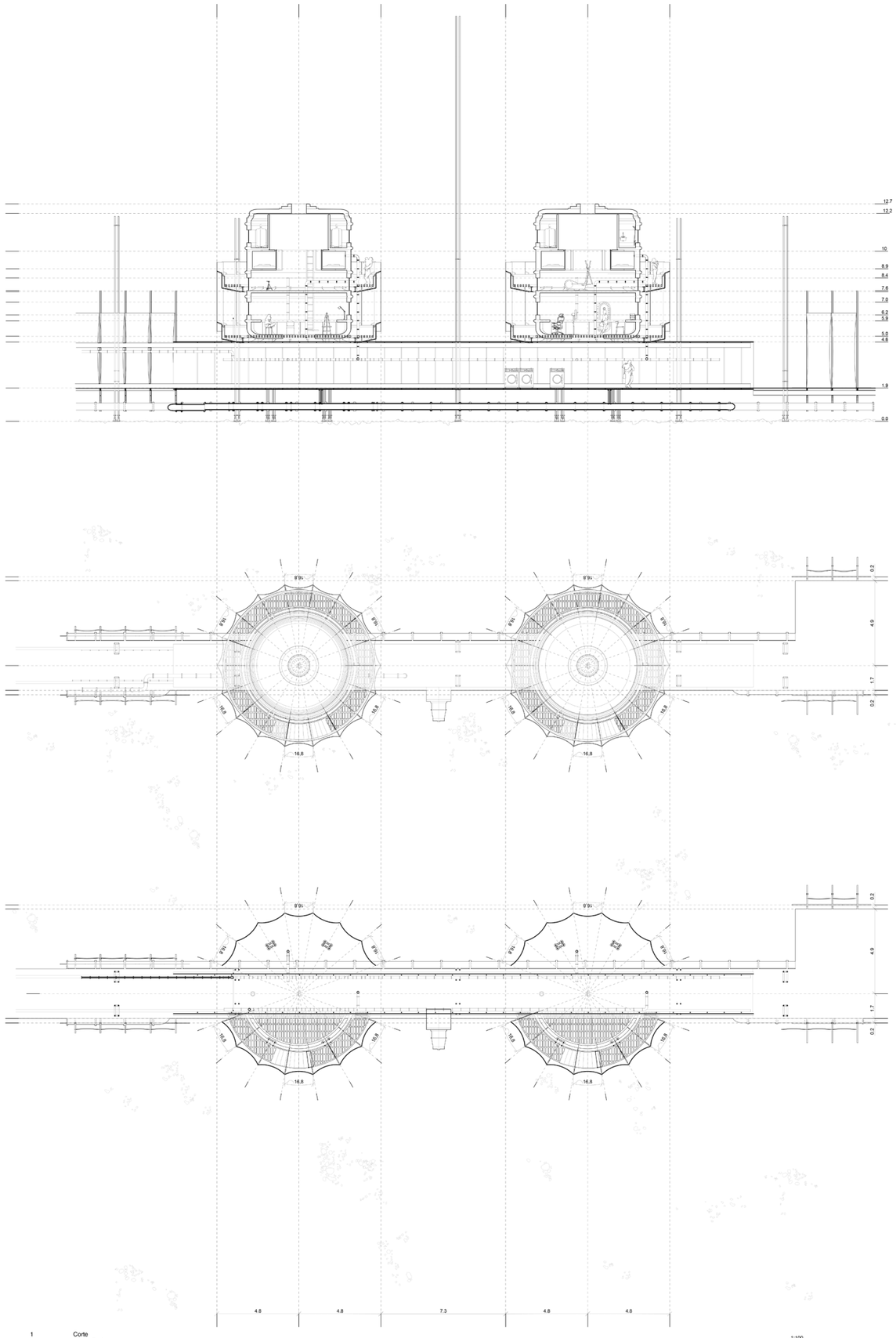
1 Malla Antiáfidos
2 Malla Antiáfidos con Mylar
3 Corredor
4 CDRA
5 Cápsula Habitable
Tanque
6 Tanque Acero Inoxidable
7 Pilar Compuesto de Acero Inoxidable

1:50
Isométrica
Cápsula Habitable



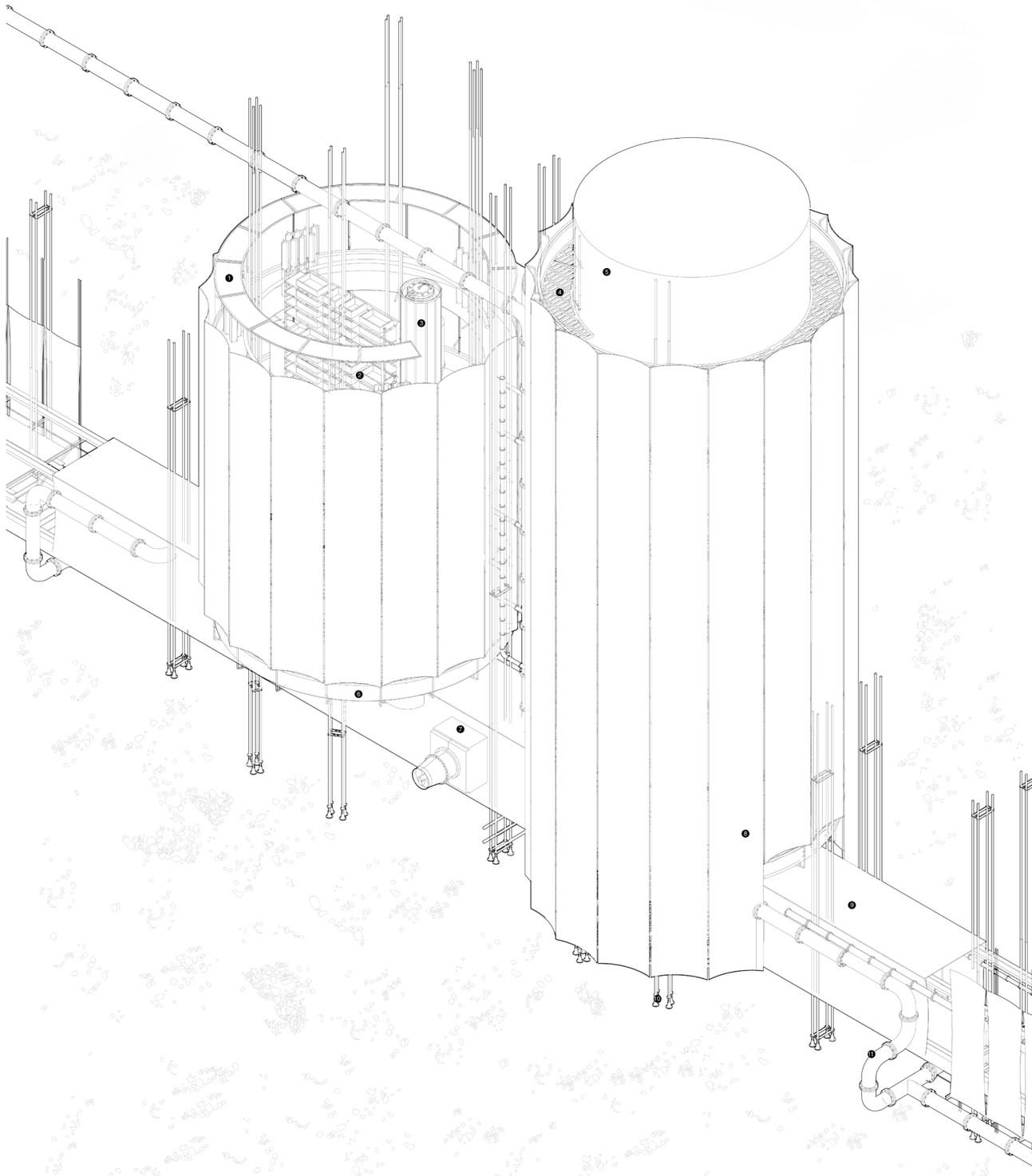
1 Planta Cápsula Osmosis Inversa
2 Elevación

1:50
Isométrica Cortada Cápsula
Habitable



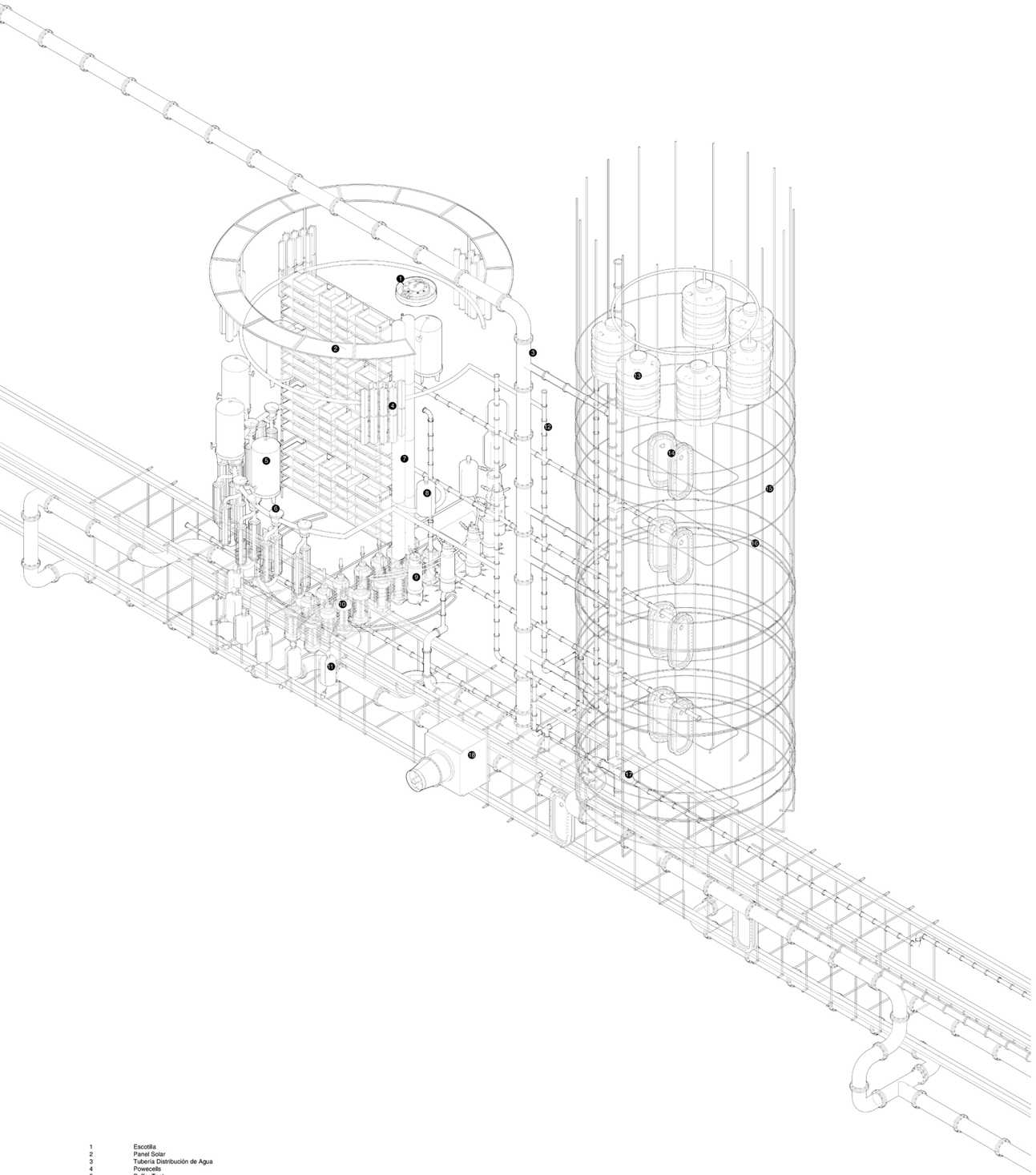
1 Corte
2 Planta Techos
3 Planta Corredor

1:100
Planimetrías Cápsulas Habitables



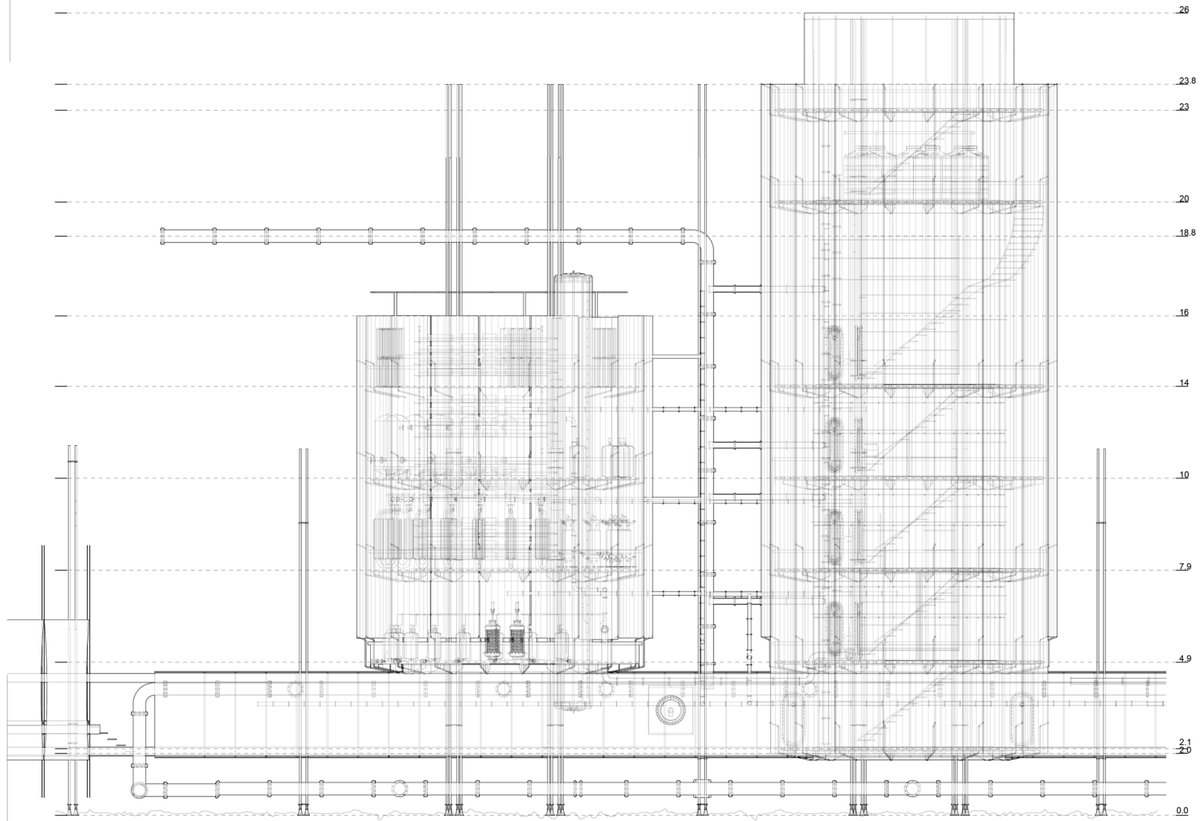
1 Panel Solar Powercell
2 Modulo Sistema de Soporte Vital
3 Circulación Vertical
4 Circulación Horizontal Grating
5 Modulo Común Acero Inox/Madera
6 Anillo Circulación
7 CDRA
8 Malla Antiáfidos
9 Corredor Cubierto
10 Soporte PLOT
11 Tubería Acero Inox. 35

1:50
Isométrica Refugio



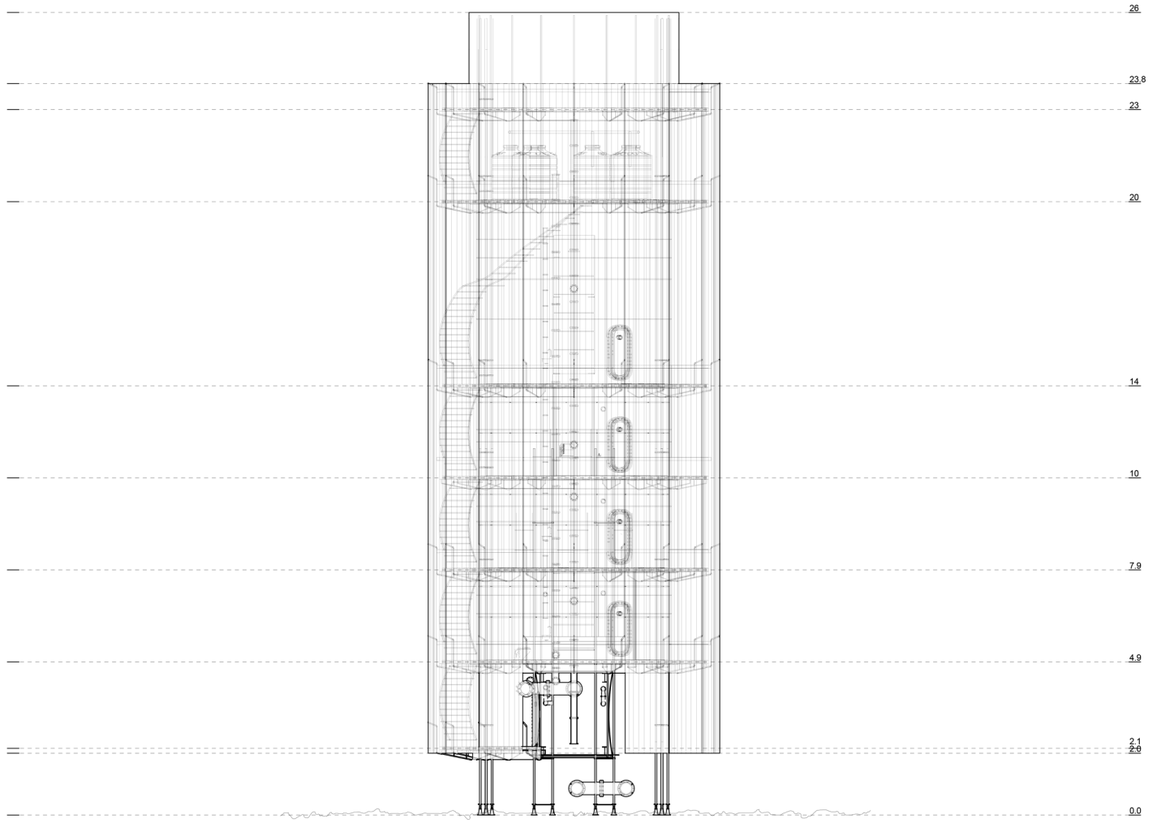
1	Escotilla	16	Tuberías Oxígeno
2	Panel Solar	17	Tubería Desechos
3	Tubería Distribución de Agua	18	CDRA
4	Powecells		
5	Buffer Tank		
6	Subcompartimento IV A		
7	Subcompartimento IV B		
8	Gridding and Mixing		
9	Compartimento III		
10	Compartimento II		
11	Compartimento i		
12	Tubería Electricidad / Oxígeno		
13	Tanques de Agua		
14	Escotilla		
15	Aspersores de Agua		

1:50
Isométrica Tecnologías
Refugio

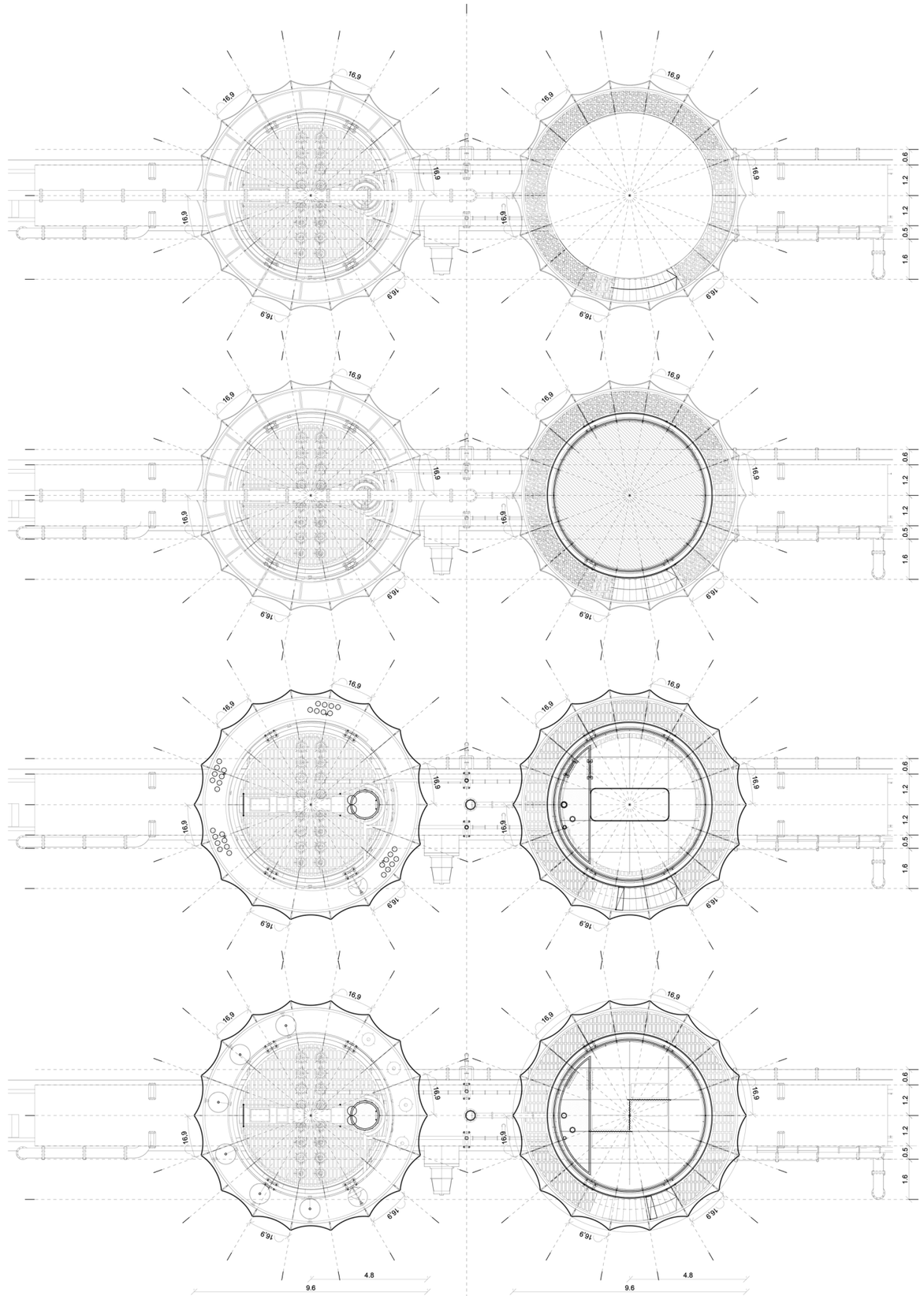


1 Elevación

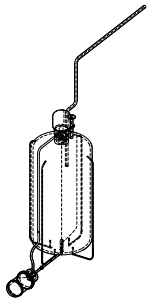
1:100
Planimetria Refugio



1 Elevación

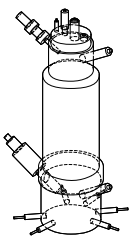


1:100
Planimetria Refugio



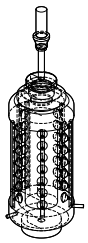
1 Compartimento I MELiSSA

Biorreactor Anaeróbico Termofílico 100 L
La función de este compartimento es degradar y **liquidar los desechos sólidos** como las heces y las partes no comestibles de las plantas para así liberar los VFA (ácidos grasos volátiles), los minerales y el amoniaco que contienen. El biorreacto es un recipiento cilindrico de acero que en su interior tiene unos microorganismos que funcionan mejor a altas temperaturas y que no requieren oxígeno. Acá se produce la **fermentación anaeróbica por microorganismos.**



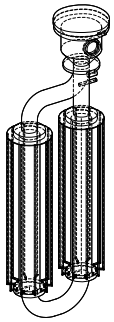
2 Compartimento III MELiSSA

Biorreactores 25-50 L *Nitrobacter*
Este se encarga de la **bioconversión** del amoniaco producido por el **Compartimento I** a amonio, que servira para **crear abono para las plantas** del **Compartimento IV.** Es un proceso que se conoce por nitrificación. La **nitrificación** es un proceso de oxigenación de de 2 etapas. En este proceso se pasa del amonio NH4+ o del amoniaco NH3 al nitrato NO3-. La primera reacción es la oxidación del nitrito-oxidantes (NOB). La nitrificación se lleva a cabo en un biorreactor con un cocultivo de Nitrosomonas y Nitrobacter fijadas en una especie de bolas de plástico para maximizar el rendimiento del biorreactor. Así las bacterias colonizan toda la superficie de las bolas y se maximiza su reproducción de crecimiento. De este compartimento sale **el agua disponible para consumo y otros fines**



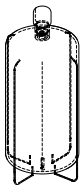
3 Compartimento II MELiSSA

Biorreactor Anaeróbico Termofílico 100 L
Rhodospirilum Rubrum
En este compartimento los VFA ácidos grasos volátiles del **Compartimento I** se convierten en CO2 gracias a la bacteria Rhodospirillum Rubrum en un biorreactor de 50 L. Esta bacteria es fotoheterotrofa, lo cual quiere decir que coge alimento de la luz pero no puede consumir CO2, así que **obtiene energía de los alcoholes o los VFAs, emitiendo CO2.** Para poder proporcionar luz a la bacteria, el biorreactor esta envuelto de luces halogenas. Estos compartimentos, más el **Compartimento III** son los **compartimentos de depuración,** los que transforman los desechos en materias primas para la **producción de oxigeno y comida.**



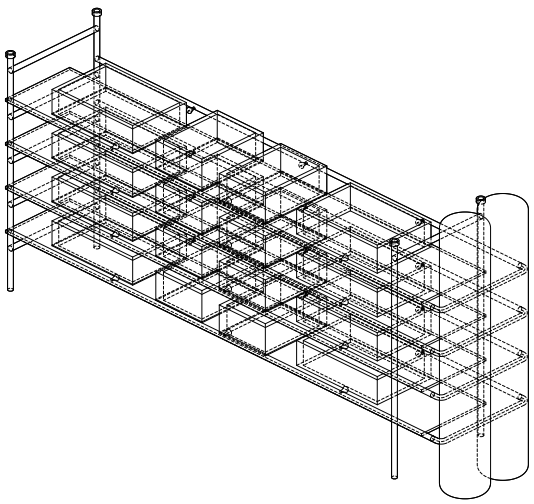
4 Subcompartimento IV A MELiSSA

Biorreactor Cilindrico 150 L *Spirulina Platensis*
El **subcompartimento IV** se divide en dos partes (A y B). El subcompartimento IV A se dedica al **cultivo de microalgas** para **producir oxígeno a partir del CO2** que se produce en el **Compartimento V y en el Compartimento II.**



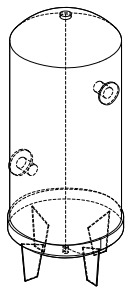
5 Compartimento III MELiSSA

Biorreactores 25-50 L *Nitrobacter*
Este se encarga de la **bioconversión** del amoniaco producido por el **Compartimento I** a amonio, que servira para **crear abono para las plantas** del **Compartimento IV.** Es un proceso que se conoce por nitrificación. La **nitrificación** es un proceso de oxigenación de de 2 etapas. En este proceso se pasa del amonio NH4+ o del amoniaco NH3 al nitrato NO3-. La primera reacción es la oxidación del nitrito-oxidantes (NOB). La nitrificación se lleva a cabo en un biorreactor con un cocultivo de Nitrosomonas y Nitrobacter fijadas en una especie de bolas de plástico para maximizar el rendimiento del biorreactor. Así las bacterias colonizan toda la superficie de las bolas y se maximiza su reproducción de crecimiento. De este compartimento sale **el agua disponible para consumo y otros fines.**



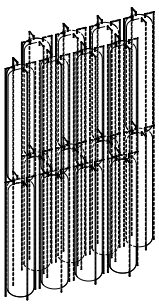
6 Subcompartimento IV B MELiSSA

Compartimentos cilíndricos de Hidroponía
El Subcompartimento IV-B es el dedicado a las "plantas altas superiores", en este caso, lechugas, trigo y/o cultivos. Aún todavía no se ha decidido que plantas se pueden cultivar, ya que todas tienen inconvenientes y beneficios. La lechuga (Lactuca sativa) es una planta que no requiere mucha atención al ser cultivada, tiene un amplio rango de temperatura en la cual crece bien y crece en suelos nitrogenados en ciclos de 6 meses. Su problema es su bajo valor energético, proteico y graso.



7 Buffer Tank

El Buffer Tank o Depósito de Inercia se emplea para evitar que la caldera se pueda ver afectada por los arranques y paros de la instalación. Destinados a la acumulación de agua del circuito primario, producen simultáneamente agua caliente sanitaria por acumulación.



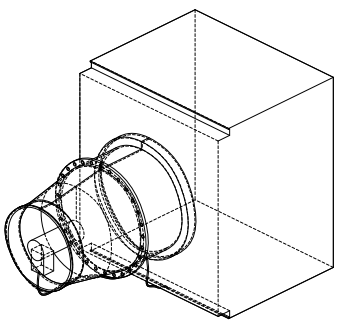
8 Powercells

Anabaena / Geobacter sulfurreducens
PowerCell abordó el problema de producir alimentos para otros microbios y animales utilizados para sustentar una colonia espacial humana. En la Tierra, las cianobacterias y más tarde, las algas y las plantas, han vivido utilizando energía de la conversión de dióxido de carbono en azúcares, que luego se convierten en otras formas de carbono biológicamente utilizable. Por ejemplo, las plantas usan la fotosíntesis para convertir agua y dióxido de carbono en carbohidratos (crecimiento de la planta) y oxígeno. Luego, las plantas se comen y digieren como azúcares para un mayor consumo de energía. El sistema de carga útil PowerCell incluye un par de recintos herméticos independientes. Cada uno mide 15 pulgadas x 3,16 pulgadas x 10,6 pulgadas (38 centímetros x 8 centímetros x 2*7 centímetros), pesa 15 libras (6,8 kilogramos) y consume 10 vatios cuando está activo. Cada uno alberga dos de las tarjetas de microfluidos de 48 pocillos más los subsistemas de control fluídico, térmico, óptico, electrónico y. Se llenará y medirá una tarjeta de microfluidos con su complemento completo de microbios en cada nivel de gravedad artificial. Se espera que la secuencia completa de experimentos de vuelos espaciales abarque un año.*

Para 6 Sujetos Humanos / 9 Animales Pequeños

Aire	0,48 kg ovígeno x día
	1 kg diocido de carbono x día
Temperatura	22 C ambiental
Comida	1668,09 - 2538,17 kcal x día
Agua	2,16 x día
Desechos	150 g aprox x día heces
	0,8 - 2 L aprox x día
Energía	10 kWh x día

1 Compartimento I MELiSSA
2 Compartimento III MELiSSA
3 Compartimento II MELiSSA
4 Subcompartimento IV A MELiSSA
5 Grinding and Mixing
6 Subcompartimento IV B MELiSSA
7 Buffer Tank
8 *POWERCELLS*
9 CDRA System



9 Compartimento III MELiSSA

Carbon Dioxide Removal System *Zeolita*
Sistema de absorción de CO2 para ser expulsado. Para absorver el gas emplea un mineral llamado ZEOLITA el cual también se le conoce por colador molecular, se hace polvo y se coloca en un filtro, y al pasar el aire de los ventiladores, el CO2 y el vapor de agua quedan atrapados en los microporos de la zeolita.

Sobre MELiSSA. La composición del aire: Inspirado (nitrogeno 78%, oxigeno 21%, argon 0,98% y dioxido de carbono 0,039%). Espirado (nitrogeno 78%, oxígeno 16%, dioxido de carbono 4% y argon 0,96%). Se deben contemplar cantidades de O2 que contemplen fallos e imperfecciones: este se puede llevar en O2 liquido en bombonas presurizadas o en fomra de agua, qu es más estable ya que el gas O2 es de fácil combustión. En caso de instalarse en un contexto donde aun hay oxígeno es más fácil de replicar el sistema MELiSSA. El refinamiento de agua se realiza en los compartimentos I, II y III. Todos fundamentales ya que sin uno el otro no funciona. Del último compartimento salen los **45 L** de agua diarios x persona. El compartimento III sólo puede refinar 8 L de agua a la vez en ciclos de 4 horas lo que son 48 L de agua diarios para beber, mantener los cultivos, aseo y cocina. Esto mismos significa 17.520 Litros de agua al año. Es posible reciclar toda el agua necesaria para mantener el sistema en funcionamiento.