PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Un punto rojo pálido: Centro de investigación en el planeta Marte.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE ARQUITECTO

AUTOR
Erick Jesus Maldonado Castillo

CÓDIGO
20111583

ASESOR:
Augusto Juan Francisco Roman Moncagatta

Lima, noviembre, 2020

RESUMEN

Debido al lento desarrollo de la exploración robótica en el planeta Marte con el fin de obtener información geológica sobre la historia y formación del Sistema Solar, se ve necesaria la exploración local humana en este planeta. En ese contexto, «Un punto Rojo pálido» es un centro de investigación en el planeta Marte cuya exploración proyectual se centra en cuatro pilares arquitectónicos como ejes estructurantes del marco de conceptos: el cobijo humano, la estética tectónica, la percepción del espacio y la materialización de la arquitectura. Tras estudiar las condiciones específicas del lugar ubicado cerca de la línea ecuatorial del planeta: cráter Gale; se enfrenta el proyecto considerando criterios de eficiencia constructiva y economicidad material a través de la forma arquitectónica como germen de la estética tectónica. El ritmo circadiano humano y la exposición de este a situaciones de estrés constante son considerados por el proyecto como restricciones e insumos para la percepción del espacio. Considerando estos objetivos, el proyecto contempla el cobijo de una tripulación de 6 personas en renovación constante por periodos de 2 años terrestres. Para ello, como metodología proyectual orientada hacia la técnica arquitectónica y la materialización, se recurre al manejo de data geográfica del planeta marciano a través de software GIS; procesos de diseño algorítmico dentro de Grasshopper3D, junto a simulaciones de procesos físicos y aproximación en fabricación robótica remota, descartando la utilización de planimetría técnica como instrucciones de construcción en arquitectura, sino al hacer uso directamente del código ingresado a las máquinas de fabricación digital o robótica.

```
>>>print (str1)
```

Cuestiones previas

¿Qué valores considero en la arquitectura?

Responder a esta pregunta de manera absoluta cuales mandatos escritos en piedra se tratase resultaría ser una tarea titánica; o cuando menos, encontrarse en el constante peligro de caer en la tara de una respuesta en extremo ingenua. Y, sin embargo, ello no resulta motivo suficiente para no ensayarlo de manera personal.

Es por esta razón que más que una respuesta incisiva y progresista, se busca pasar por una reflexión mínima a partir de relaciones que involucran lo contemporáneo, sin ignorar cualquier aprendizaje o inteligencia previo.

En todo caso, resulta necesario repasar rápidamente concepciones de la arquitectura como marco. La más antigua conocida, la vitruviana, se decanta en tres pilares: firmitas, venustas y utilitas. Esta toma como origen a la propia casa, lo mínimo y escalable, idea retomada durante el renacimiento. Más cercano a nuestro tiempo, William Morris, en el siglo XIX. sostiene una omnipresencia de la arquitectura al comprenderla como toda alteración humana del medio. Una tercera, de manera más reciente, Adolf Loos se contrapone ya en el siglo XX al acercarse a las pequeñas cosas y emociones como origen de la arquitectura. Por su parte, si bien como colectivo y no como individuo, la Bauhaus planteó muchos de los principios arquitectónicos que rigieron gran parte del siglo XX basados en la producción masiva de una Segunda Revolución Industrial.

Claramente, no se trata de los únicos pronunciamientos respecto de este tema, pero sí de los más revisados en la literatura. Y a pesar de encontrarse en frentes distintos, además de tener basamentos diferentes; todos comparten una condición general: responden casi de manera directa a su tiempo y de manera tangencial a la historia. Y el contexto temporal que nos ha tocado vivir es el de un cambio de paradigma en las últimas décadas desde diversos frentes.

Particularmente, nuestro tiempo, y aunque no el único, se encuentra marcado por cambios de paradigmas que involucran diversas disciplinas: lingüística, ciencias, psicología, música, arquitectura, derecho, geografía, y una lista casi interminable. Como ejemplo de ello, tomaré un caso que podría afectar como mínimo de manera tangencial a casi todas estas: la idea de Revolución Industrial. Y es que no nos encontramos en un momento de dominio de los *arts and crafts* o el artesano. Y la supremacía de la producción masiva seriada se ha venido cuestionando ya varios años. Estos hitos suelen marcar procesos y concepciones en casi todo. En casos de urbanismo, hacia una eficiencia del uso de los nuevos medios de transporte, como el ferrocarril en su momento, en la educación, salud y represión, hacia un camino de la eficiencia y estandarización. Y de la misma manera, en arquitectura, hacia una modularidad y estandarización como parte del legado de la Bauhaus no solo a la arquitectura.

[1] Cobijo

Aun así, independientemente del contexto en que se encuentre un enunciado, un primer criterio presente casi de manera absoluta es el de cobijo. Esto se puede ver escrito de diferentes maneras y no resulta extraño que sea necesario en el tiempo que nos toca vivir y hacer arquitectura. Y es que no se puede hablar de arquitectura, si el producto no ofrece condiciones mínimas de cobijo para el ser humano. Si bien en un primer momento puede ser interpretado como una visión en extremo antropocéntrica; se trata de un criterio mínimo.

Un objeto físico que sea construido o fabricado con las herramientas adecuadas, sean analógicas o digitales-robóticas, pensado desde una mente humana o en colaboración humano-máquina, o cual sea su condición, no decantará en producción arquitectónica si no ofrece la posibilidad de ser habitado. Para ello, en tanto se encuentra en un medio físico, tiene el deber de responder a él, a las condiciones físicas del entorno. Sea que se encuentre este objeto arquitectónico en el borde de una ciudad con el mar y abundante humedad relativa, en un desierto cuyo clima es seco y con grandes oscilaciones térmicas o en un clima gélido con temperaturas bajo los cero grados. Resulta necesario, entonces, que la producción arquitectónica represente un cobijo para el ser humano frente al medio físico.

[2] Estética tectónica

En contraste a este planteamiento de la arquitectura siempre en el medio físico, a mediados de la década de 1990, junto con una enorme popularidad de videojuegos y propuestas en ciencia ficción, parte de las propuestas arquitectónicas como la de Marcos Novak y sus Arquitecturas líquidas (Novak, 1991) cuestionaron la característica tangible de la arquitectura al plantear realidades virtuales en las cuales el espacio muta de manera constante de acuerdo a las necesidades del usuario y sin una extrema atadura a las reglas de la física.

Si bien estos planteamientos, presentan condiciones distintas a las de nuestro medio, la arquitectura construida aún se rige por estos. Y es por ello que la propia cuestión de materialización de la arquitectura, como parte de su dimensión tangible y física requiere de criterios tectónicos. Esto es algo que ha acompañado a la arquitectura desde la concepción de la cabaña primitiva.

Sin embargo, no se puede hablar únicamente de cómo construir como criterio separado de la estética –de la misma manera que Vitruvio las separaba de la utilidad-. Sino que se trata de elementos entrelazados. La propia estética no puede partir de criterios aleatorios o basados completamente en el deseo individual. De esa manera, se estaría inscribiendo la obra arquitectónica en lo líquido-virtual de Marcos Novak, con reglas distintas. En el plano de lo físico, las propias reglas de termodinámica, alteración de espacio-tiempo por gravedad, las vibraciones del sonido a través de fluidos, junto a muchas otras terminarían de forjar no solo el espacio, sino la propia estética de este.

Así como en la música, los mismos procesos físicos llevan a pensar en la belleza para nuestros oídos a través de las proporciones entre las frecuencias de las vibraciones como origen de las notas musicales, no podríamos pensar en una arquitectura estéticamente basada solo en el

deseo. Resulta necesaria una estética basada en los procesos de optimización físicos e ingenieriles. Y no es de extrañar que esto haya sido logrado en diversos momentos de la historia de la arquitectura. Un claro ejemplo de ello, al menos para la arquitectura occidental, es la obra de Gaudí, quien logró fabricar una estética arquitectónico-estructural basada en las propias transferencias de las cargas del edificio hacia el suelo (Huerta, 2006).

[3] Percepción espacial

Sin embargo, estos criterios, lejos de sonar mínimamente humanos más allá del cobijo de la arquitectura como dimensión completamente física, se muestran con una aparente frivolidad. Y no es que de eso se trate la arquitectura, pero se ensaya la posibilidad de desmembrarla. Es así que una dimensión cuya importancia ha sido reducida a afirmaciones tangenciales a lo largo de la historia es la de la percepción espacial dentro de la arquitectura.

Esta idea aparece íntimamente ligada a la psicología ambiental en la que, como base, se entiende que el espacio –sea arquitectónico producido por humanos o no- tiene la capacidad de influir en nuestra psiquis de manera directa a través de diversos elementos de él. Es decir, en este marco, todo objeto arquitectónico como producto de espacio habitable y de cobijo, tiene esta capacidad, lejos de considerar que se haya diseñado así de manera voluntaria o involuntariamente.

Como ejemplo de ello, una arquitectura pensada específicamente para la represión y el control no solo visual, sino también psicológico es el del panóptico; pensada por Jeremy Bentham a fines del siglo XVIII. Se trató de una sucesión radial y vertical de espacios mínimos para ser habitados por una persona cautiva. Estos espacios se encontraban bajo la constante supervisión y represión de un módulo central elevado desde el cual era posible ver de manera radial sin ser visto. Si bien existe otra arquitectura diseñada desde la psicología cuyos fines resultaron diferir de este caso, se trata de una propuesta paradigmática y de mucho impacto a partir de cómo se puede percibir un espacio y este afectar los estados de la mente humana.

Resulta necesario, entonces, para cualquier producción arquitectónica de qué manera estos espacios terminarían influyendo en el actuar de las personas quienes resultarán siendo los usuarios de ello y habitándolo activamente.

[4] Tecnología disponible

Junto a todo lo expuesto anteriormente, una característica que ha acompañado a la producción arquitectónica es la de utilizar la tecnología disponible en su tiempo. Esto se refleja tanto en la misma producción arquitectónica como en el proceso proyectual de esta. Tomemos como ejemplo a pensar la arquitectura desde el módulo; idea no propia del planteamiento de la Bauhaus, pero sí llevada a una gran expresión por ella. Hacerlo implica, desde el ámbito espacial de la arquitectura, una especie de retícula pensada para dar cierta libertad a su interior. Y esto como proceso proyectual se encuentra ligado íntimamente a los procesos de fabricación física de estos espacios. La fabricación masiva seriada nos ha otorgado productos

pensados en el marco de la modularidad cuyos resultados son en extremo eficientes. Y en pos de esta eficiencia, se reconoce un diseño.

Como muestra de ello, el sistema constructivo de albañilería armada implica un proceso de diseño basado en un módulo rectangular con dos perforaciones cuadradas. Entonces, este diseño, si bien bastante rápido en construcción, implica para quien diseñe de esta manera, considerar únicamente los ángulos absolutamente rectos, alturas determinadas de los espacios a partir de la sumatoria de estos módulos, así como también momentos particulares de puntos de apoyo armados.

Esta modularidad, vinculada a la idea de producción masiva se podría encontrar en cuestionamiento, debido a una cuarta Revolución Industrial, ya no basada en los procesos estandarizados, pero sí en los individualizados y en la información por detrás de ello. Entonces, resultaría necesario tener presente, y como mínimo por el rabillo del ojo, este cambio de paradigma. Esto implicaría pensar no solo en qué técnicas constructivas es posible utilizar, sino en qué procesos de diseño implican ello. Como ejemplo de este aspecto y también de la realización material: no se trata únicamente de la utilización de computadoras para dar forma visible a alguna idea que se tenga, cual rudimentario instrumento de dibujo que, movidos por su eficiencia, reemplace a las ya conocidas reglas y escuadras; sino integrar el procesamiento de ellas en la exploración de opciones de diseño basados en criterios y parámetros de información.

[5] Materialización

Este criterio tecnológico se encuentra ligado no únicamente al hecho de usar la tecnología en el proceso de diseño, sino también en la materialización de la arquitectura. Y es así que ésta juega un papel importante vinculado a ello. Constantemente, el arquitecto se ha encontrado ligado –al menos en occidente- al proceso directo de construcción, edificación. Y esto ha sido parte del quehacer constante. Situación que yace en el fundamento de la concepción de esta figura. Sin embargo, no es posible afirmar que se realiza de la misma manera en cada tiempo. Si en un momento de la historia, el arquitecto se encontraba habitando la obra en construcción con el fin de dirigir de manera cercana el proceso de ello, de esta manera existía una relación cercana y del cuidado del detalle casi inevitable. Esto, con la aparición de la comunicación a través de planimetría, cambió de cierta manera al alejarse del propio proceso constructivo a través de la ventana de esta herramienta. A disposición de una serie de terceros en el camino hacia la materialización de lo que se realice.

En contraste con esto, la posibilidad de alejarse de un proceso masificado, acerca mucho más a quien diseña, fabrica, construye hacia lo que es hecho. En palabras de Arthur Mamou-Mani, se trataría de un retorno del arquitecto como maestro constructor. No en la medida de un ser enteramente vinculado a lo artesanal; pero sí a una figura vinculada al control de lo hecho a través, precisamente, de las herramientas contemporáneas. El hecho de poder entender el proceso de construcción, por ejemplo, desde lo digital no implica únicamente el utilizar esto como herramienta de dibujo. Esto se encontraría enmarcado en la misma idea de la planimetría como herramienta de comunicación enfocada en la materialización por parte de un tercero. Se trata de utilizar las herramientas digitales con el fin de acercar este proceso a

quien diseñe. Es así que herramientas como el manejo directo de la maquinaria de control numérico computarizado, robots de múltiples ejes o cuando menos, tener en mente los procesos de fabricación digital por parte del arquitecto se constituye como un puente hacia este retorno del maestro constructor en conocimiento y control de los procesos. Incluso sin la supremacía de la planimetría.

[-] Cierre

Así, si bien resulta una tarea titánica intentar como mínimo esbozar criterios básicos de una producción arquitectónica propia de nuestro siglo –o de inicios de este-, es necesario tener aproximaciones al menos ensayadas y con distintas perspectivas con el fin de ponerlas en cuestión y discusión constantemente. En ese marco, este escrito es una de ella, con el fin de sistematizar ideas que se han aproximado en distintos momentos en mi breve paso por el quehacer arquitectónico.

Referencias utilizadas:

Huerta, S. (2006). Structural design in the work of gaudí. *Architectural Science Review*. https://doi.org/10.3763/asre.2006.4943

Novak, M. (2002). Liquid Architectures In Cyberspace (1991). *Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*, 272–285. https://doi.org/10.2514/1.J055628

>>>print (str2)

Planteamiento y experimentación

Un punto rojo pálido:

Centro de investigación científica en el planeta Marte.

UN PUNTO ROJO PÁLIDO.
Centro de investigación en el planeta Marte.

Proyecto experimental de Fin de Carrera
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Pontificia Universidad Católica del Perú

AUTOR
Erick Maldonado Castillo

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Erick Maldonado Castillo

FOTOGRAFÍA
NASA
European Space Agency
Jet Propulsion Laboratory
Mars Orbiter Laser Altimeter

CORRECCIÓN Y ASESORAMIENTO
Arq. Silvana Corro Quintana
Paulo Dam
César Tarazona
Augusto Román
Susana López
Martín Montañez

Lima, Perú.
2020

Un punto rojo pálido:

Centro de investigación científica en el planeta Marte.

Índice temático

1. Exploración 9
Grecia
Europa en el S.XV
Antártida y estación McMurdo
Hacia afuera del planeta

2. Exploración espacial: visiones 19
George Melies
Werner von Braun
Don Davis

3. Exploración espacial 25
Sistema solar
Caso de Marte
Historia geológica símil
Exploracion robótica previa
Períodos de viaje y transporte
Tripulación y carga útil

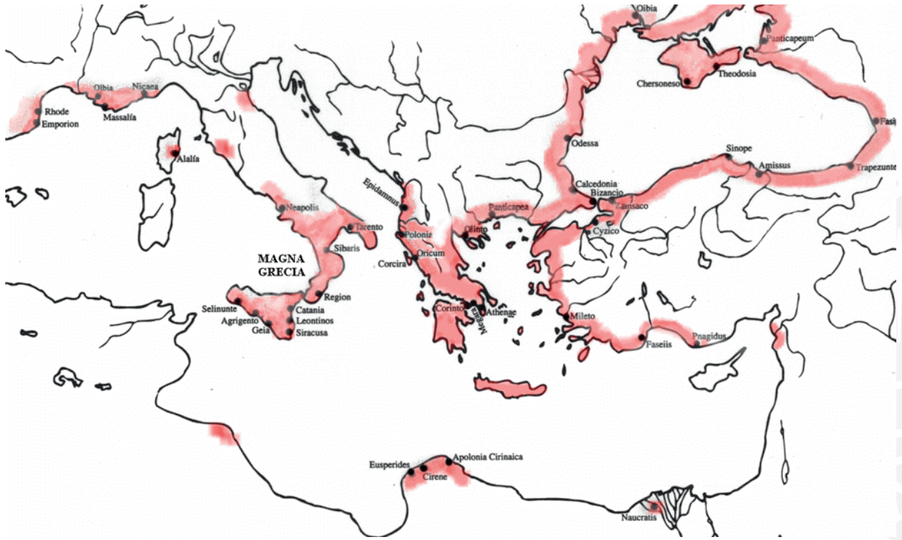
4. Un punto rojo pálido 47
Sitios propuestos para habitabilidad (2015)
Selección de sitio
Visión de proyecto
Condiciones del sitio
Estrategias proyectuales
Sistemas constructivos y de fabricación
Exploraciones materiales
Aproximación de proyecto

Bibliografía 73

Exploración

La exploración de lo desconocido, acompañado constantemente por un temor a este, es inherente a la condición humana y ha acompañado, en ese sentido, al humano desde su existencia. Es posible rastrear esta intención de exploración desde el momento en el cual se alejó del espacio seguro de la caverna hacia distintos lugares geográficos no solo en busca de condiciones climáticas más favorables para conseguir alimento y recursos, sino también guiado por la curiosidad.

Expansión griega a través de Apoikias alrededor del mar Mediterráneo.



A pesar de estar presente desde el origen, el afán de exploración del ser humano se ve constantemente alimentado por diversas afluentes y así también modificado en su forma, mas no en el fondo. Es así como, en un momento más reciente, la sociedad griega experimentó procesos de exploración del territorio periódicamente no solo en busca de recursos, sino también con carácter plenamente exploratorios: desde la primera etapa del establecimiento de apoikias en el periodo micénico entre los 1400 y 1200 a.C. hasta la tercera etapa de este proceso cerca del año 500 a.C. Es así, que lograron conocer, explorar y también establecerse alrededor del mar Mediterráneo.

Mapamundi (1730)
Dibujado por Daniel Stoopendaal.

Si bien estos procesos de exploración se han visto siempre alimentados por distintos intereses, en el fondo, más que por la forma, expresan siempre el afán humano por conocer lo que aún no se conoce. Diversas expresiones de esta condición se han revelado a lo largo de la historia; sin embargo, una tan notable como los procesos de las apoikias griegas es el del contacto entre Europa (Viejo Mundo) y América (Nuevo Mundo) a finales del siglo XV. Si bien no se trató de un contacto –y mucho menos un proceso- de alimentación mutua en condiciones iguales, habría sido imposible sin la osadía humana de entregarse a la exploración de lo desconocido nuevamente.

En ambos casos, tomados como ejemplos debido a su relevancia para la Historia Universal, una condicionante fundamental es el de la capacidad tecnológica: no es de sorprendente que en un momento más reciente (S. XV) el viaje haya sido considerablemente más largo que en el caso griego más temprano. Los viajes han ido incrementando sus distancias gracias a una reducción de tiempos de viajes y fidelidad de estos, lo cual permite romper constantemente las barreras de lo explorable.

Es así como en el siglo XX, el interés por la Antártida desde la ciencia y la historia geológica ebulle y es posible por la mejora en tecnologías de transporte marítimo y se inicia la base McMurdo para la investigación científica in-situ.

Mapa de la Antártida
(1906)

Base McMurdo en la
Artártida

Primer lanzamiento en Cabo Cañaveral (1550)
Fuente: NASA

Actualmente, este afán de exploración e investigación se encuentra presente en una mirada al espacio exterior, tomando como hito el primer lanzamiento de un cohete en Cabo Cañaveral en el año 1950. A partir de ello, la exploración de la Luna fue posible y actualmente se encuentra un nuevo apogeo de este afán con mirada al planeta Marte debido a su similitud histórica y geológica con la Tierra.

Exploración espacial: visiones

Tras tomar en consideración el carácter exploratorio, el espacio exterior ha sido el objeto de especulaciones por parte de la humanidad a lo largo de la historia. Desde la mitología greco-romana en la cual los planetas y cuerpos celestes encarnaban a los dioses, hasta formar parte de un colectivo de objetos flotantes en el cielo nocturno. Esta especulación es representada de una manera tal que permite reconocer elementos no solo reales del contexto social y tecnológico-posible; sino también de las aspiraciones de estas sociedades y lo que se espera que ocurra en un futuro cercano –o no tan cercano-.

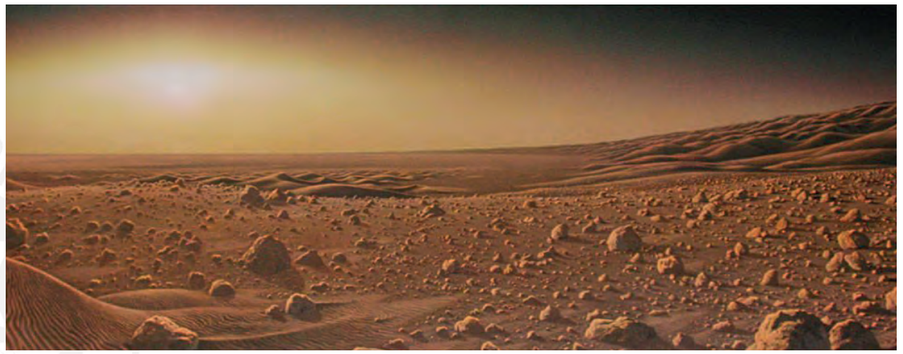
Un punto rojo pálido:
Centro de investigación científica en el planeta Marte.

Le voyage dans le moon.
George Melies (1902)

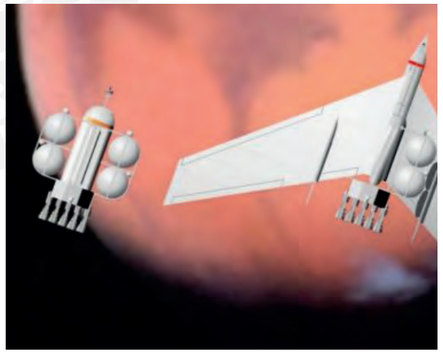
En este contexto es que encontramos representaciones desde lo visual, el sonido y también lo audiovisual: desde Le voyage dans la lune (1901), con imágenes que expresan el contexto extraterrestre como uno lleno de vida similar a la terrestre. Y es que, en este tiempo, se pensaba que, en otros planetas, de manera similar a la Tierra, existía vida dentro del sistema solar. Sin embargo, esto se ve contrastado cuando se conoce que en el planeta Marte, el más parecido a la Tierra, no existe actualmente vida como la conocemos aquí.

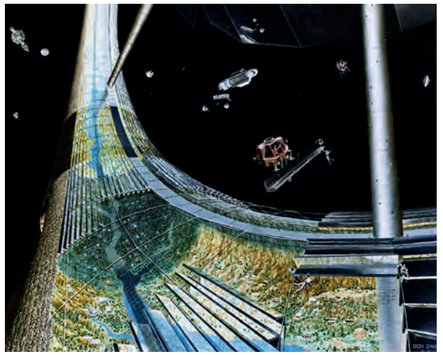
Es en este momento que el foco explorativo cambia hacia el del conocimiento de la historia de los cuerpos celestes –y en este sentido, el de Marte como la hermana mayor de la Tierra-; y se llevan a cabo empresas que hacen realidad ficciones del pasado. En este marco, Werner von Braun plantea no solo la exploración de la Luna, sino también del planeta hermano Marte con visiones y planteamientos reales que finalmente llevaron a ocupar de manera temporal un cuerpo celeste distinto a la Tierra: la Luna.

Es aquí cuando se generan visiones de la exploración espacial a partir de la curiosidad de realidades distintas a la terrestre: Don Davis con imágenes de colonias espaciales que simulan la gravedad a través de fuerzas centrífugas y completamente autosuficientes en cuanto a recursos, además de visiones de paisajes extraterrestres-marcianos; junto a ello, estas expresiones se manifiestan en otros campos como la música y audiovisuales con empujes de Sun Ra y David Bowie.



Martian scape.
Imagen por Don Davis





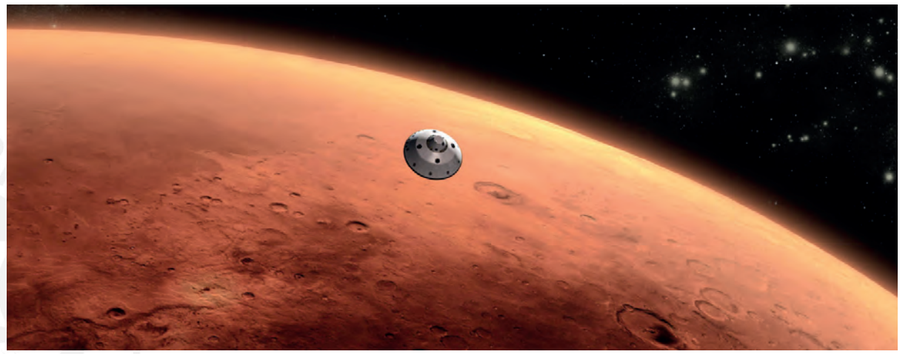
Izq.: Exploración marciana. Visión por Werner Von Braun.

Der.: Estación espacial autosuficiente. Dibujo por Don Davis.

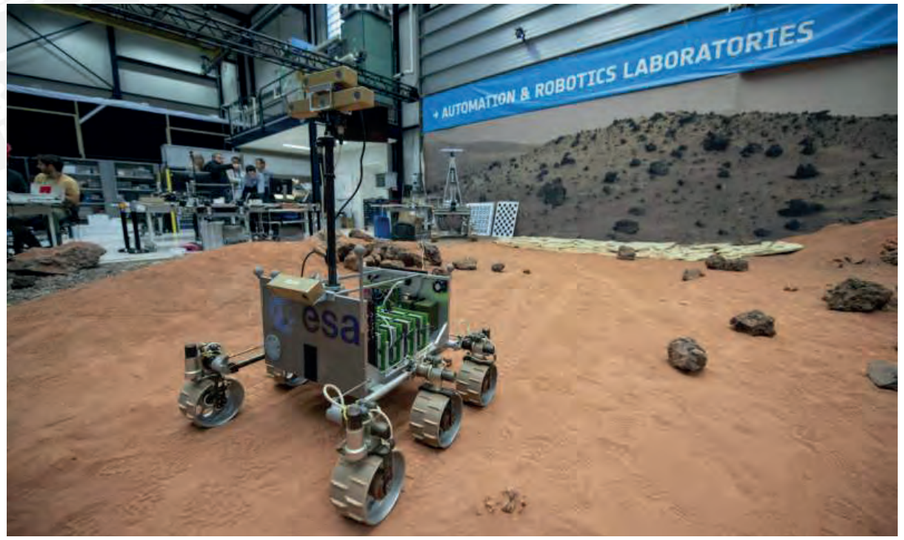
Exploración espacial

Sobre la exploración espacial contemporánea, tras haber pasado por un proceso de carrera espacial durante la segunda mitad del siglo XX, los ánimos de exploración han virado lejos de este carácter de individualismo nacional. La exploración espacial como próxima barrera se ha enfocado en la investigación científica de otros cuerpos celestes con el fin de entender mejor y desde diversas aristas el cosmos en el cual se inscribe la sociedad humana.

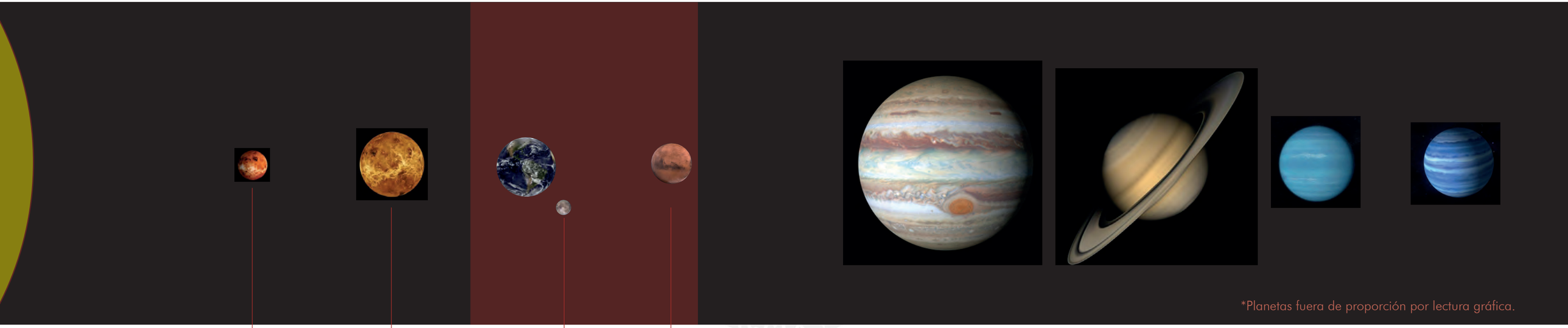
Esto es, en esencia, entender los cuerpos celestes cercanos en el sistema solar. Sin embargo, esto no se traza aleatoriamente y a lo largo de este proceso, se ha enfocado específicamente en los más parecidos a la Tierra, no solo con el fin de entender el cosmos, sino más específicamente, la historia de ellos y –en consecuencia, también- las relaciones que pueden tener con nuestro planeta Tierra.



Curiosity rover aproximndose a la superficie marciana.



Rover de la European Space Agency en su Laboratorio de automatización robótica.



*Planetas fuera de proporción por lectura gráfica.

Mercurio:
Actividad solar intensa [-200°C_450°C].

Venus:
Presión atmosférica enorme con lluvias ácidas. [500°C].

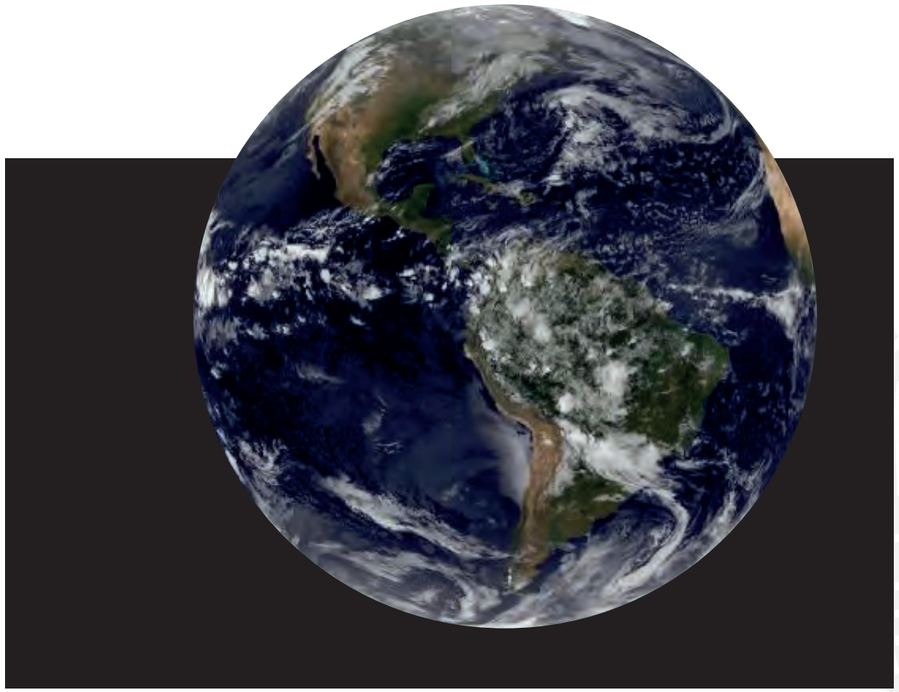
Luna:
A pesar de estar cerca, sus periodos de rotación de 28 días hacen imposible el crecimiento de cualquier sembrío.

Marte:
Por su semejanza a la Tierra, aparece como una opción viable para la investigación. [-120°C_30°C].

Zona habitable del sistema solar

Gigantes gaseosos inhabitables [sin superficie sólida]

Es así que se concibe al planeta Marte como el hermano de la Tierra en tanto comparten elementos como la presencia de una atmósfera, aunque en distintos niveles de presión; el agua líquida –presente en el pasado de Marte-; la inclinación del eje de rotación similar (entre 23.5° para la Tierra y 25° para Marte); todo esto junto a la presencia de una superficie sólida en ambos casos.



Diametro: 12700 km

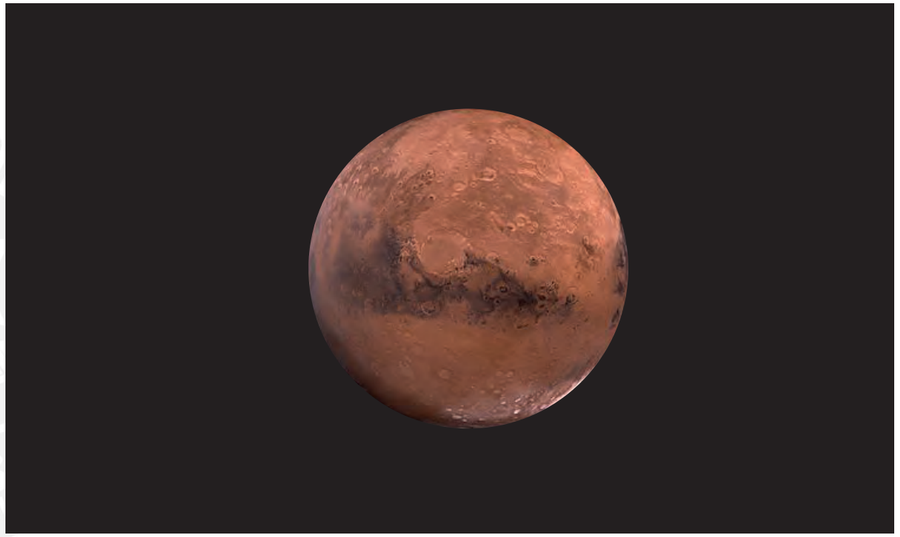
Inclinación del eje: 23.5°

Duración del día: 23h56m

Gravedad: 2.66 veces la de Marte (1G)

Temperatura: 12°C

Atmósfera: Nitrógeno y oxígeno.



Diametro: 6700 km

Inclinación del eje: 25°

Duración del día: 24h37m

Gravedad: 0.38 G

Temperatura: -60°C

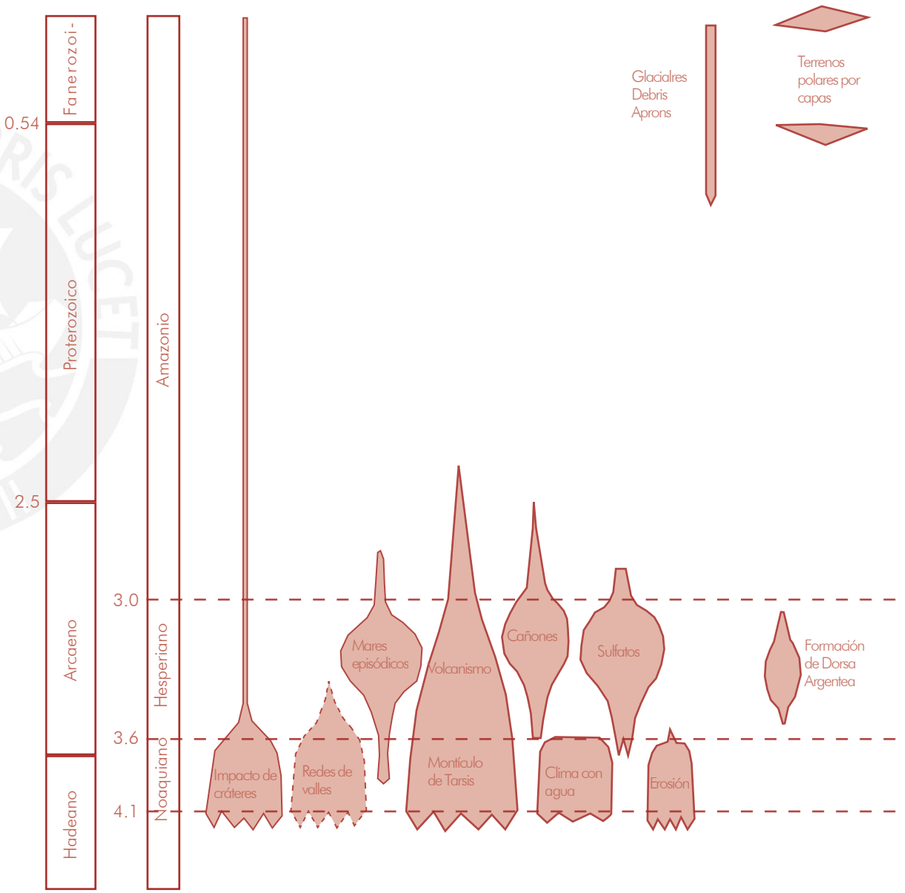
Atmósfera: CO2 y vapor de agua

Esta similitud y desfase en los tiempos geológicos permiten a Marte convertirse en un referente de estudio sobre las posibilidades del futuro del planeta Tierra. Sin embargo, resultaría fundamental un estudio exhaustivo in-situ del lugar para poder despejar las incógnitas sobre la existencia previa de vida –¡unto con el tipo de ella, si es que es del mismo tipo que la terrestre basada en ADN-; así como también de la historia geológica del planeta con el fin de entender el contexto específico de este en el tiempo.

La formación de los planetas tiene un origen similar dentro del manto rocoso y parte de esta evidencia se encuentra en los cometas que cargan las partículas originales sin alteraciones físicas.

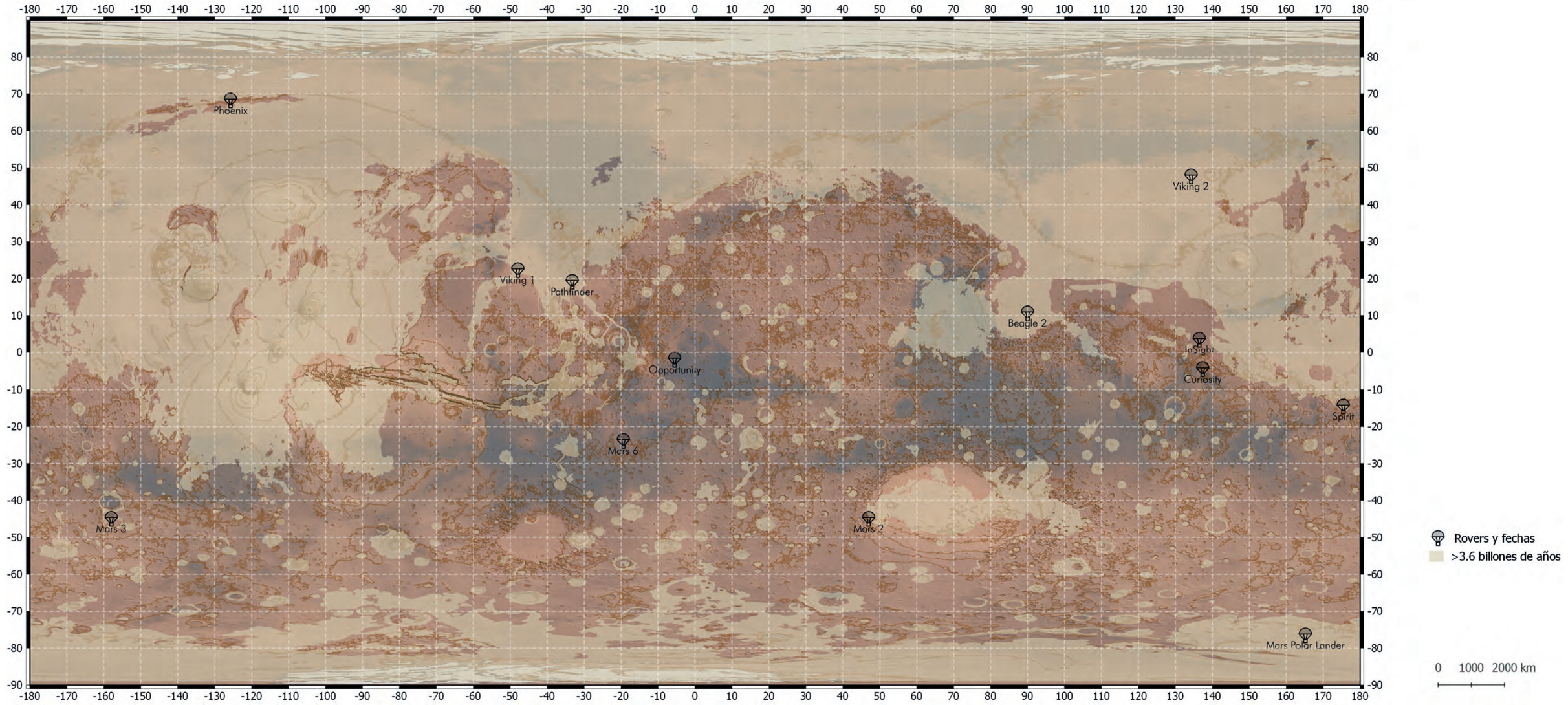
Si bien en la Tierra, esta evidencia ha permanecido por cierto tiempo, ha llegado al punto de ser eliminada o difícilmente accesible debido a las modificaciones volcánicas y tectónicas que ha sifrido. Sin embargo, en el planeta Marte, “estas estructuras han sido preservadas por los últimos 4.5 billones de años” (Banerdt, 2018)

Si bien en la Tierra, esta evidencia es más accesible, no ha permanecido el suficiente tiempo para poder entender más allá de lo evidente y Marte presenta toda esta información de manera mucho más accesible.



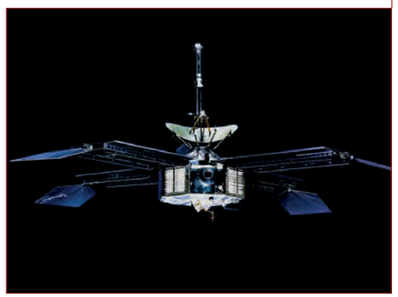
Actividad geológica en función del tiempo en Marte.
Tiempo presentado hacia el pasado.

Fuente: Carr, M. H., & Head III, J. W. (2010)


Phoenix
Viking 1
Pathfinder
Viking 2
Beagle 2
InSight
Curiosity
Opportunity
Spirit
Mars 6
Mars 3
Mars 2
Mars Polar Lander
Rovers y fechas
>3.6 billones de años
0 1000 2000 km

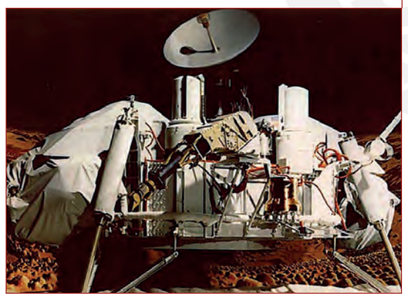
A pesar del gran interés que se ha generado por la exploración en el planeta vecino, los intentos no han sido siempre fructíferos desde sus inicios, existiendo algunas fallas en las misiones o en los mismos lanzamientos. Sin embargo, algunos hitos importantes, no solo por su éxito, sino innovación en los métodos inician en 1964 por parte de la NASA.

Mariner 4 (1964)

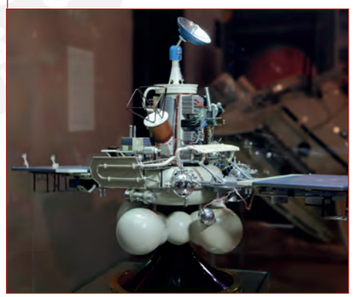


Mars 3 (1971)

Viking (1975)

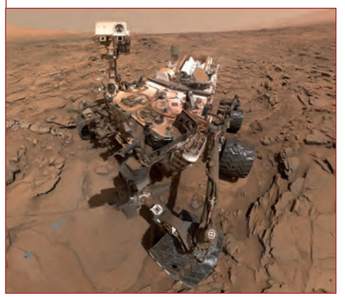


Phobos (1989)

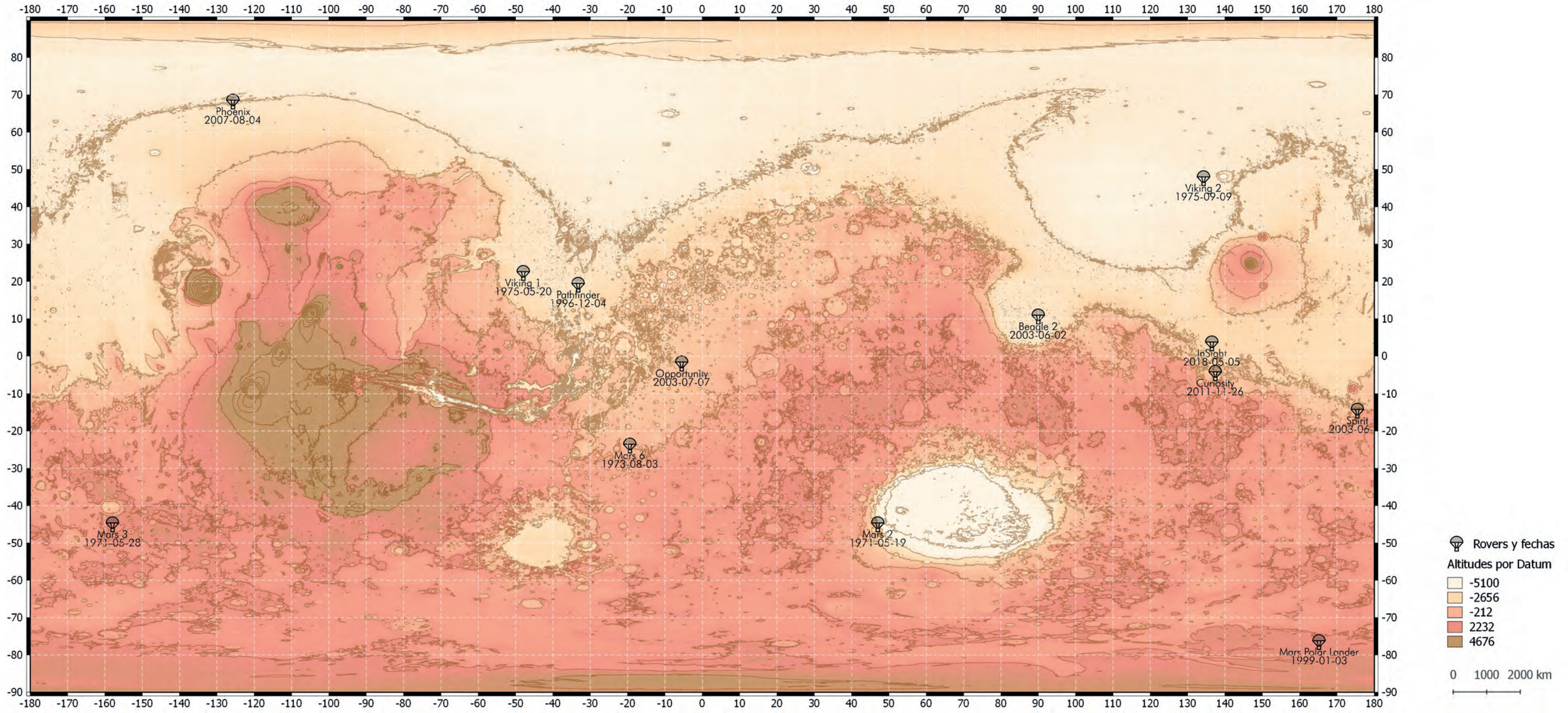


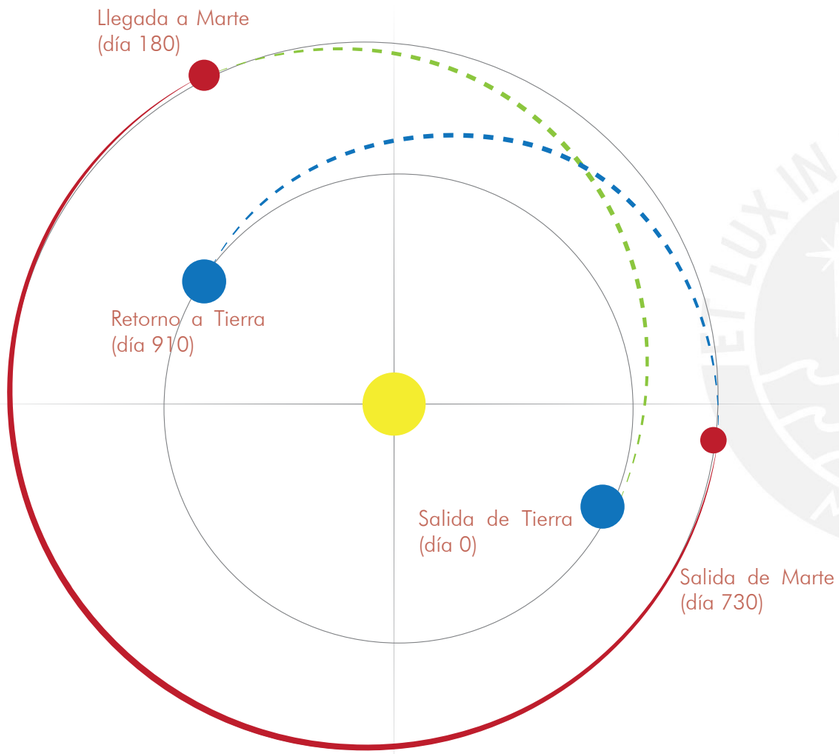
Pathfinder (1998)

Curiosity y Opportunity (2012)



Fuente: History of robotic Mars exploration.
European Space Agency

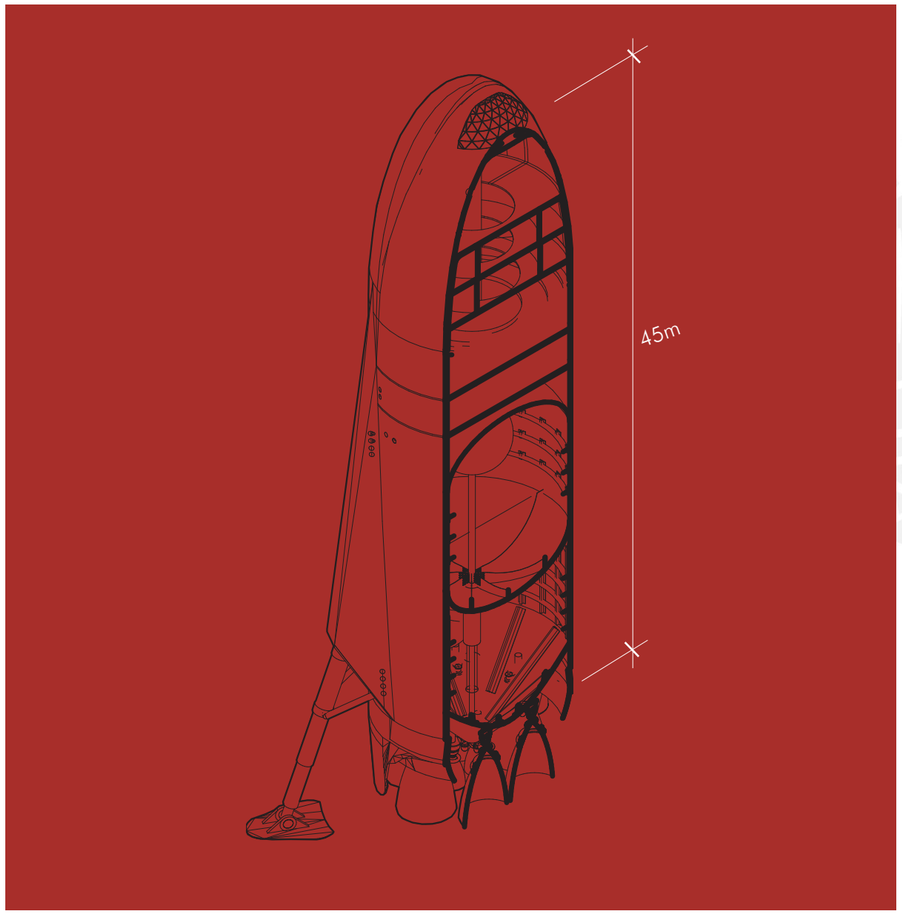

Phoenix
2007-08-04
Viking 1
1975-05-20
Pathfinder
1996-12-04
Opportunity
2003-07-07
Mars 6
1973-08-03
Mars 3
1971-05-28
Mars 2
1971-05-19
Beagle 2
2003-06-02
Viking 2
1975-09-09
InSight
2018-05-05
Curiosity
2011-11-26
Spirit
2003-06-
Mars Polar Lander
1999-01-03
Rovers y fechas
Altitudes por Datum
-5100
-2656
-212
2232
4676
0 1000 2000 km



Tiempos y trayectorias de la misión tripulada a Marte.
Redibujado de Zubrin & Wagner (1996).

La duración total de una misión tripulada tendría que contemplar viajes de entre 6 y 8 meses entre ambos planetas, tnato de partida como de vuelta debido a la distancia más corta entre estos.

Ello ocurre debido a la duración del año marciano (aproximadamente el doble de un año terrestre). Por lo cual, esto debería ser aprovechado junto con la proximidad de ambos planetas.



Respecto a la tripulación de la primera expedición de investigación, es fundamental considerar uno multidisciplinario y que pueda adaptarse a distintas condiciones y adversidades; todo esto mientras se mantiene con el menor número de tripulantes debido al alto costo de manutención que implica cada vida humana en un entorno tan hostil como es este planeta.

En este marco, misiones planificadas como la Mars Semi-Direct y la DRA especifican una tripulación de 6 personas, además que la nave Blue Dragon cuenta con ese mismo número de personas; debido a que se considera el número de tripulantes máximo y práctico debido al bajo consumo de recursos y que se puede dividir en equipos de 2 y de 3 personas durante las micro-misiones.

Equipo de ingenierías	Vuelo y mecánicas
	Mecatrónica y comunicaciones
	Química y electrónica
Equipo de ciencias	Ciencia planetaria y astronomía
	Astrobiología y astroculturista
	Medicina y seguridad

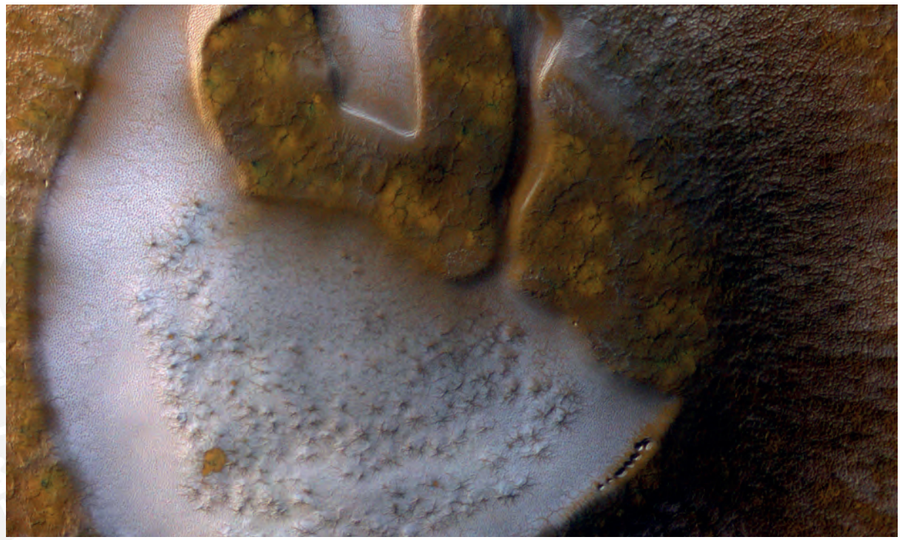
“The early Earth was a very different pla–ce than the Earth we live in. For example, it had no oxygen in its atmosphere. And the first living organisms might have evolved in these conditions. But when the photosynthe–tic organisms evolved, they started putting oxygen in the atmosphere, and it became toxic for these ancient organisms; so what they had to do was retreat underground and they’re still out today. Mars had once liquid water on its surface, and when the surface became inhospitable to life, it would retreat with the water. So if there is life to be found on mars, that is where it is: in the ground–water.” (Zubrin, 2018)

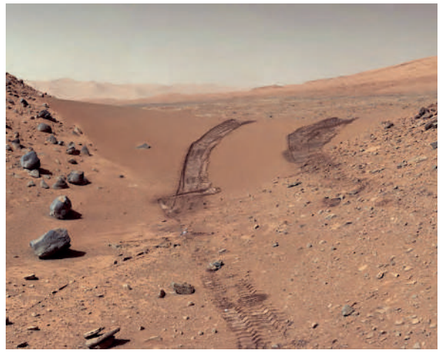
Un punto rojo pálido

La Tierra y Marte son muy parecidos en aspectos tan relevantes como la formación geológica y esa misma historia. Aunque, como ramas de árboles, los resultados fueron distintos debido a que en la Tierra se desarrollaron organismos fotosintéticos que permitieron la generación de oxígeno a partir del CO_2 y la radiación. Con el tiempo, este proceso llevó a la terraformación de este planeta; mientras que la temperatura baja de Marte lo llevó a una solidificación de su núcleo, reduciendo su campo electromagnético y dejando al planeta expuesto a la radiación cósmica y ya sin agua líquida, sino congelada.

Esta distinción, si bien vuelve un objetivo claro de investigación al planeta Marte, también llevó a este último a portar las condiciones que ahora mismo posee: pasando por temperaturas bastante bajas que promedian los -50°C, que lleva a la falta de agua líquida superficial; suelo cargado de hierro, que dificulta el crecimiento de plantas junto a aquella falta de agua; niveles de presión atmosférica mínimos debido a la incipiente atmósfera; hasta una carencia de oxígeno en el aire.

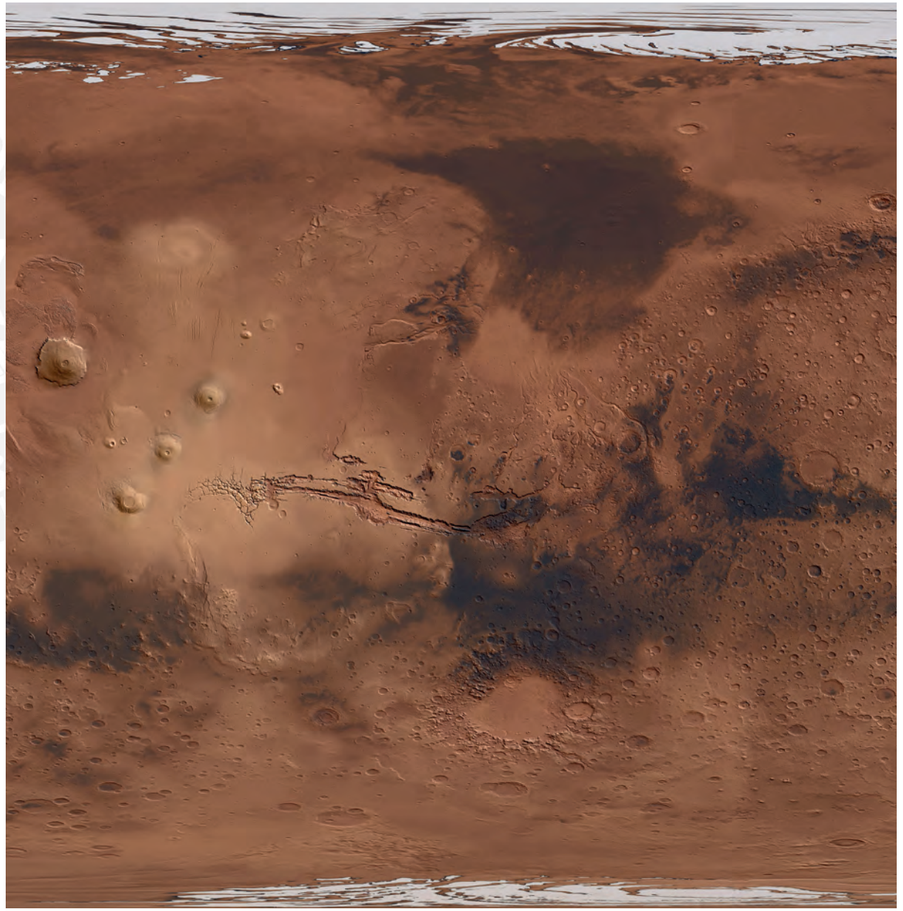
Estas condiciones, si bien pueden ser consideradas benignas en el contexto del Sistema Solar -en un segundo lugar después del planeta Tierra-, el ser humano no se encuentra adaptado para un contexto como aquel en tanto requiere de oxígeno [escaso en el aire de Marte], cobijo de temperaturas tan bajas [dada la diferencia de casi 60 grados en promedio entre la Tierra y Marte] y alimentación.



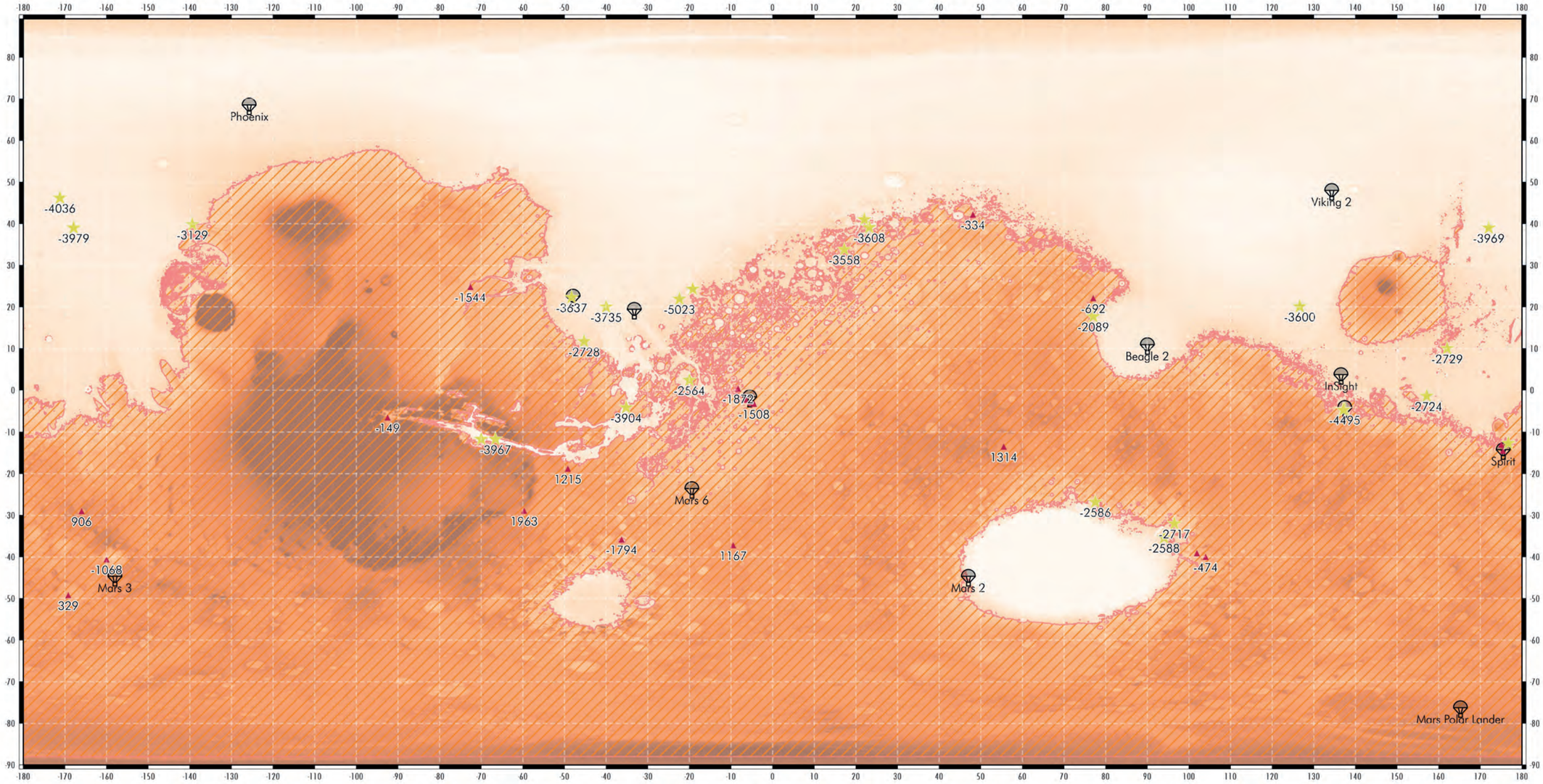


Imágenes satelitales y peatonales de Marte
Fuente: MOLA / Curiosity rover

En este contexto, para poder alcanzar una investigación del planeta Marte de manera eficiente y muchísimo más rápida que la actualmente realizada por rovers en el lugar con pocos instrumentos, se vuelve necesario contar con un Centro de Investigación in-situ que pueda albergar a astrobiólogos, geólogos y otras especialidades por periodos prolongados de tiempo. Una arquitectura que permita esa habitabilidad en función de la investigación y obtención de recursos vitales en un entorno que no los ofrece tan fácilmente.

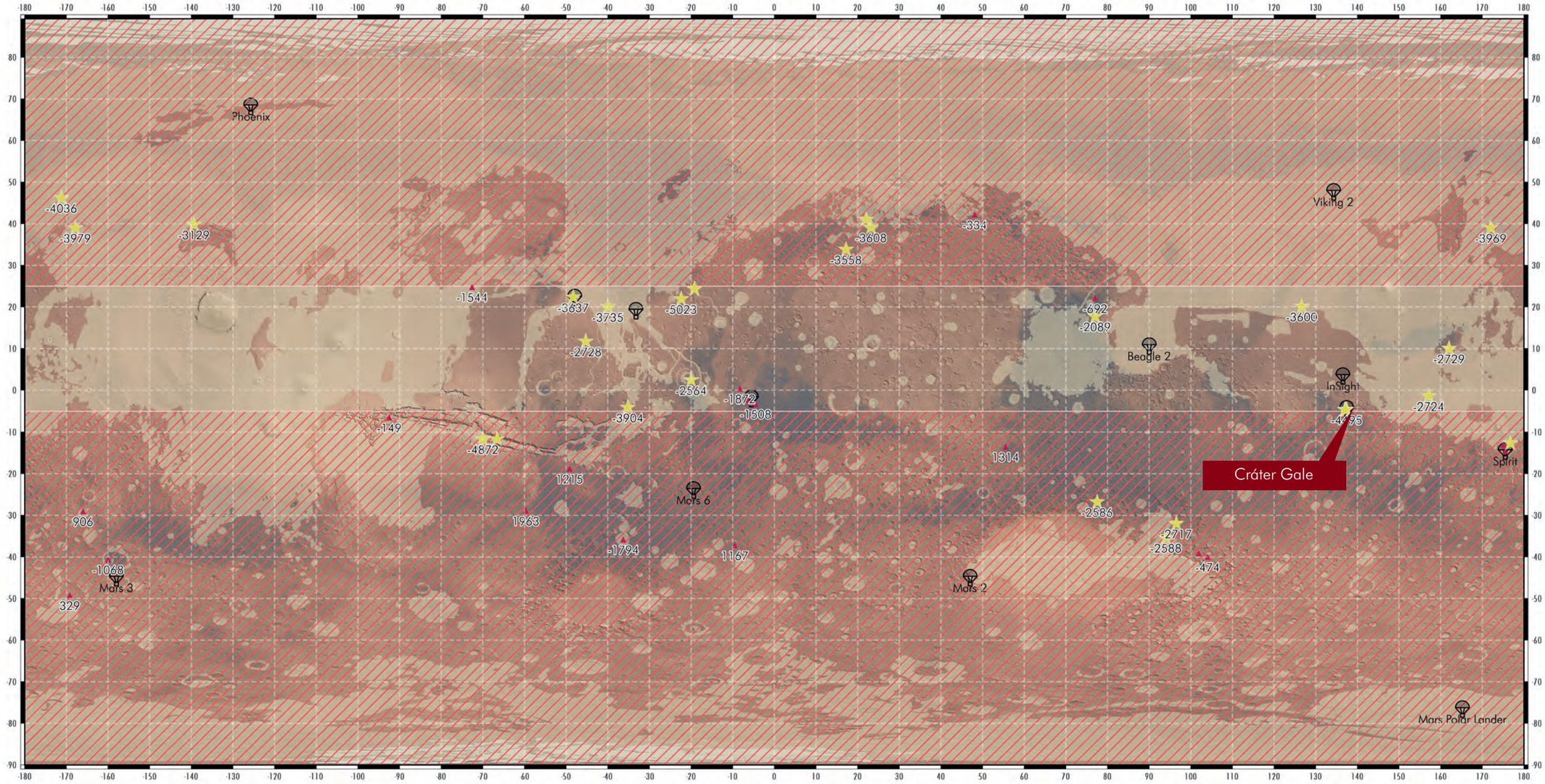


Superficie marciana
Fuente: MOLA/JPL



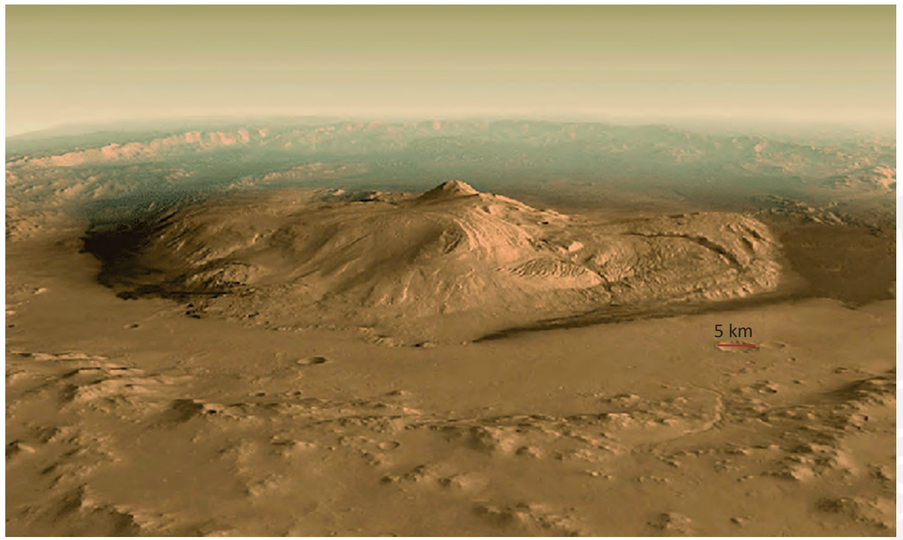
Lugares propuestos por la NASA para la habitabilidad humana.
En verde los que se encuentran a menor altitud

La capacidad de presión atmosférica reduce las opciones a lo que se encuentre bajo la cota de -2km bajo el datum global.



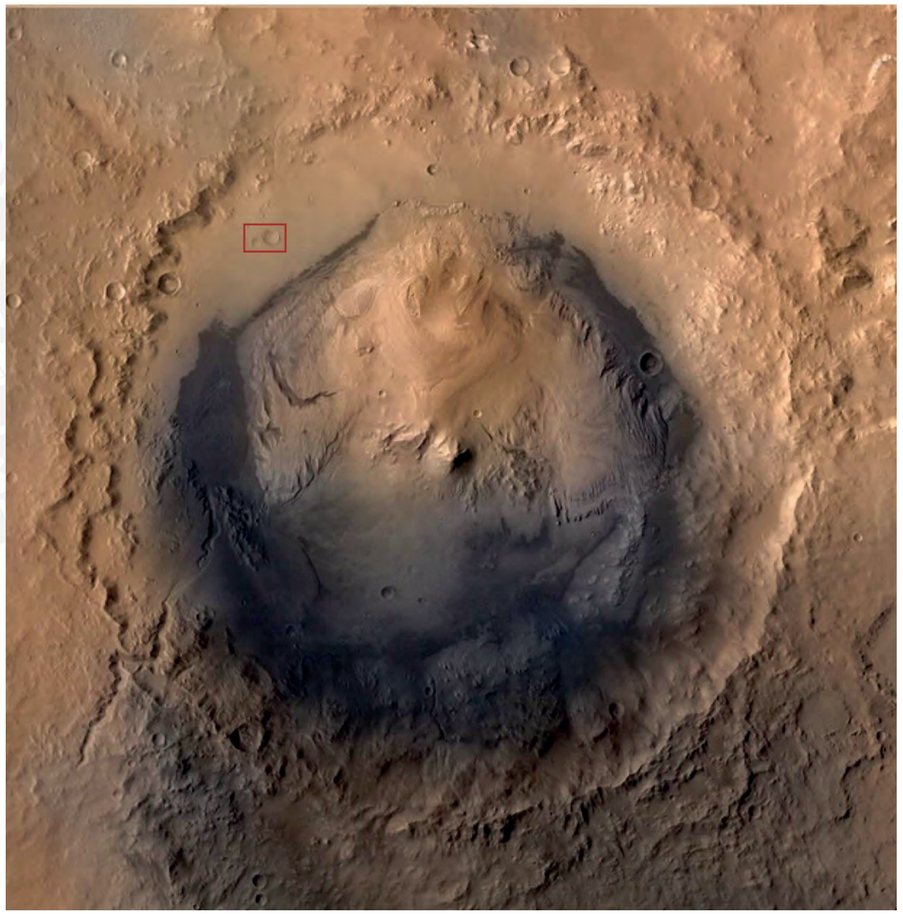
En achurado los sectores de formación geológica más reciente a 3.6 billones de años atrás.

Este hito es debido a que se cree que hubo vida debido a la presencia de agua en el periodo noaquino hasta aquel momento.



El sector dentro del cráter Gale es elegido por su ubicación en este: se encuentra en la cara norte del monte Sharp, en la parte más profunda y poblada de sedimentos y metales hidrogenados [presencia previa de agua]. Específicamente en el sector con más sub-cráteres: uno de 5 km de diámetro y el otro de 3. Esto con el fin de tener más de una posibilidad de estudio y análisis con una misma misión tripulada.

Sup.: Cráter Gale [vista aérea]
Der.: Cráter gale [vista satelital] junto a selección de lugar por proximidad.



Visión de proyecto

Para entender la embergadura de un cobijo para el humano en un entorno hostil para el cual no ha evolucionado, al igual que las visiones previas sobre la exploración espacial, la imagen funciona como un preciso momento de exploración proyectual previa al proceso lineal de aproximación arquitectónica.

Una imagen que presnta las intenciones del proyecto a-priori: la capacidad autosostenible de un edificio que pueda albergar diferentes funciones, junto con la capacidad de multiplicarse o reproducirse en el tiempo de ser necesario, de adaptarse. Todo esto ocurriendo bajo el cobijo de una última capa sostenida por los pilares arquitectónicos como edificios a través de la visión de Kenzo Tange y MarsH2O.

Visión de proyecto.

Baja presión atmosférica.

La presión atmosférica es prácticamente nula debido a la carencia de un campo electromagnético. Esto hace que la presión sea menor al 1% que la de la Tierra.

Alta radiación cósmica.

Vinculado al primer punto, la carencia de un campo electromagnético que proteja al planeta lo deja expuesto a la radiación cósmica, dañina para la vida.

Temperatura baja y alta oscilación.

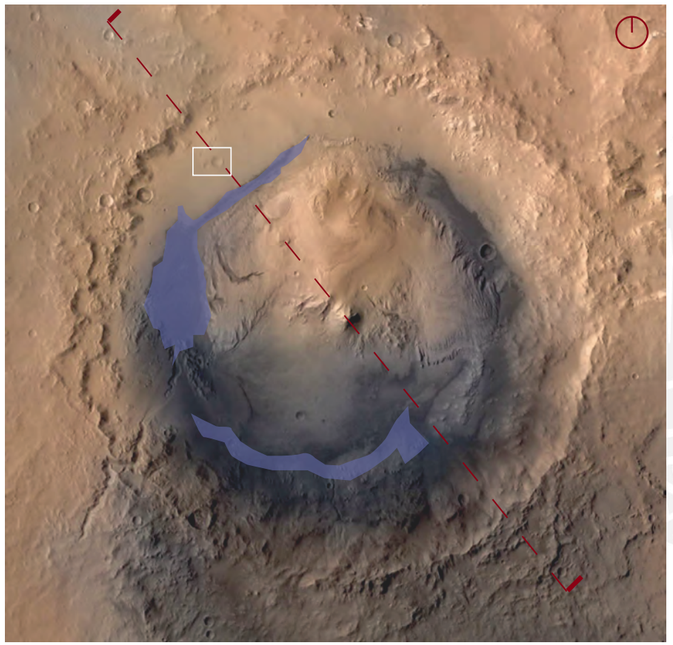
Debido a la falta de agua superficial, las oscilaciones térmicas diarias son de aproximadamente 50 °C entre los -70°C y -15°C.

Fuertes vientos y tormentas de polvo.

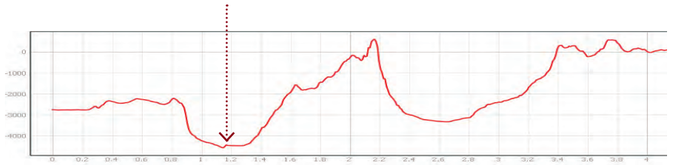
Si bien el tectonismo no es tan agresivo como en la Tierra, los vientos son un problema por sus grandes velocidades y las tormentas que pueden dejar sin energía solar por meses.

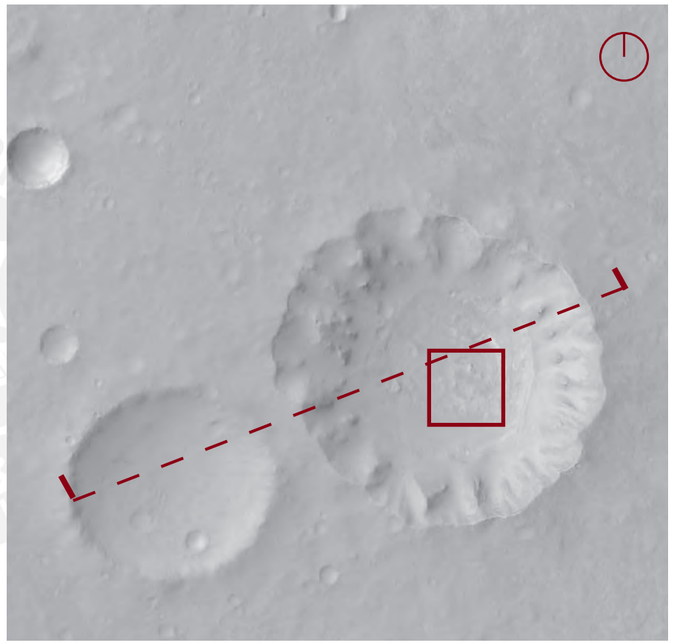
Poca incidencia solar.

Debido a la distancia del sol a la que se encuentra, Marte tiene una menor incidencia solar que la mayoría del planeta Tierra; por lo cual, no se puede fiar completamente de este para calentar o generar energía.

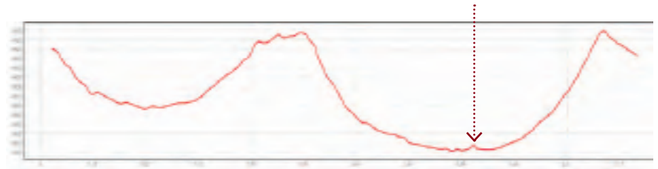


Cráter Gale y zonas de investigación.





Mapa de inercia térmica del suelo



Si bien las condiciones mencionadas previamente no se pueden desligar, es importante analizarlas independientemente para poder generar estrategias frente a ellas. Es así que las dos primeras se encuentran vinculadas en tanto a mayor presión atmosférica, existe una mayor protección de la radiación.

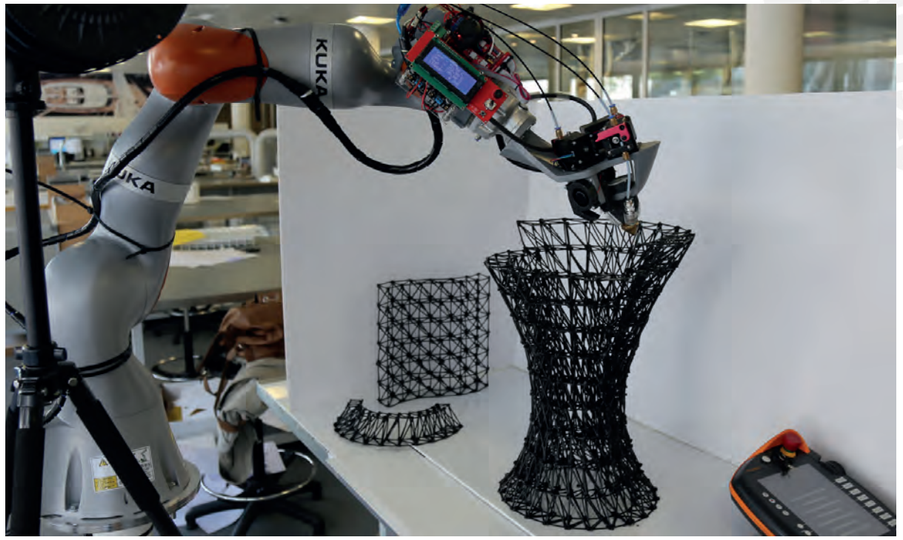
Es por ello que se busca ocupar los suelos más bajos del cráter Gale, ubicados al noroeste de él, además de su potencial interés de investigación por la presencia previa de agua.

La fabricación juega un papel importante debido a que su ejecución deberá ocurrir de manera remota y sin intervención humana -al menos en las primeras etapas-. Estas se estiman que pueden durar un máximo de 2 años debido al periodo de acercamiento entre la Tierra y Marte, lo cual permitiría una primera aproximación de los elementos de fabricación y elementos desplegables.

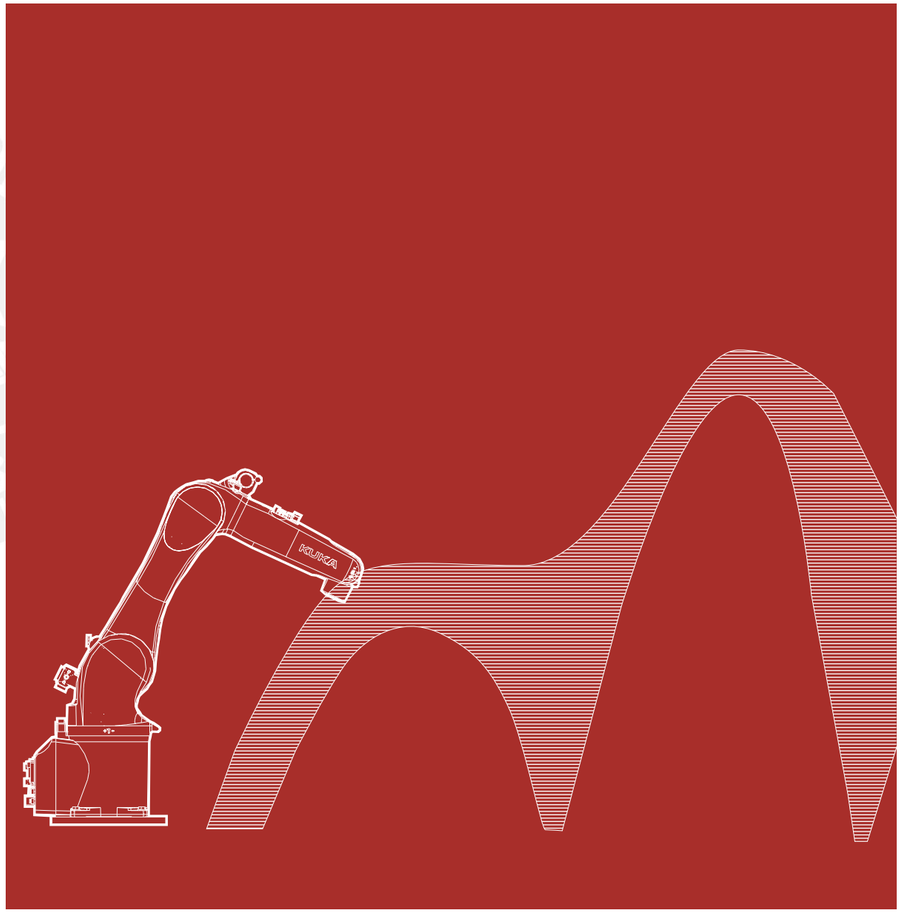
Si bien los elementos presurizados deberán ser llevados y presurizados previamente, la capa de protección principal deberá ser fabricado localmente y con materiales que abunden.

Es el caso del regolito marciano, la tierra, que puede ser utilizada como material principal de esta capa mediante métodos de fabricación robótica aditiva. Lo cual da un margen de precisión muy por encima de los humanos. Adicionalmente, estos métodos de fabricación de pueden utilizar en la fabricación local de menor escala de mobiliario y utensilios.

Todo esto con el fin de reducir la cantidad de material llevado desde la Tierra y optimizarlo para elementos de soporte de vida y equipos de investigación.



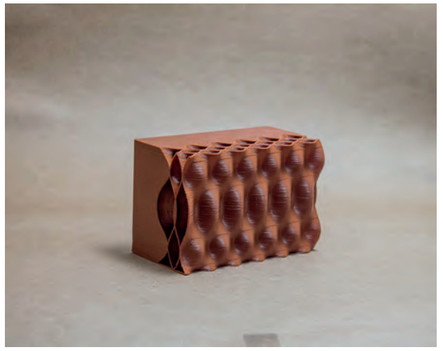
Brazo robótico fabricando ejercicios de estructuras paramétricas ligeras.
Fuente: RobARCH 2018 workshop de fabricación robótica en arquitectura.



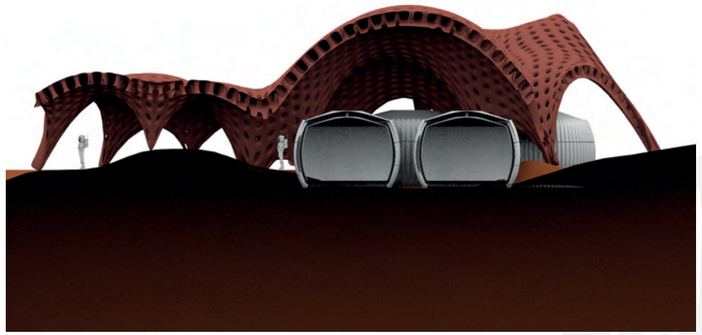
En ese mismo sentido explorativo del proyecto, se asumen distintas opciones de formación dentro de las estrategias proyectuales previas, pero considerando además las lógicas de construcción y fabricación aditivas. Estos métodos, como cualquier otro sistema constructivo presenta posibilidades y limitaciones que terminan de moldear una expresión formal en sí misma a través de la técnica a partir de la agregación.

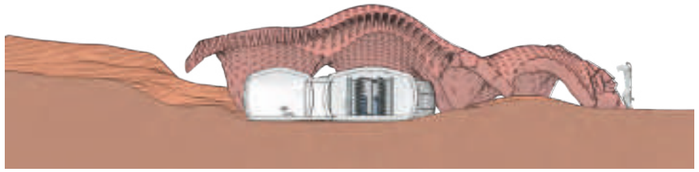
Primera aproximación desde un único espacio como gérmen del proyecto. Capa exterior de regolito y capa interior inflable para la presurización.

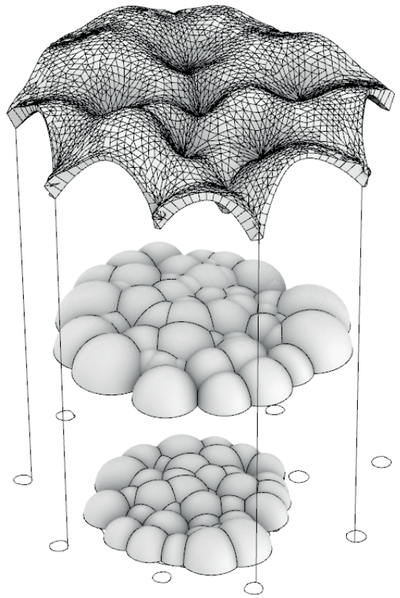
Izq. Sistema de agregación por volúmenes verticales
Der.: Sistema de agregación sin vacíos intermedios.

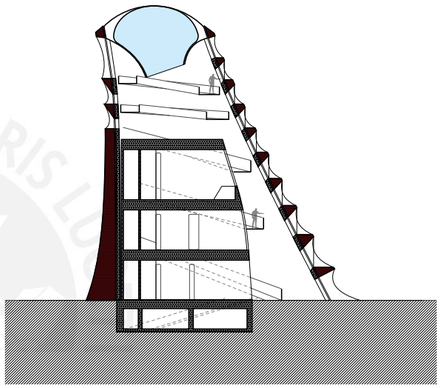


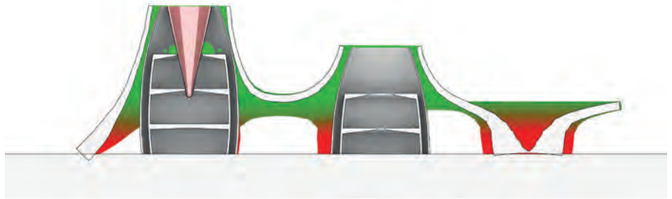
Izq. Detalle de muro exterior con uso de masa térmica y aislamiento
Der. Sistema culminado por capas, aislamiento de CO_2 y regolito como masa.











We are all ... children of this universe. Not just Earth, or Mars, or this system, but the who– le grand fireworks. And if we are interested in Mars at all, it is only because we wonder over our past and worry terribly about our possible future." (Bradbury, 1973)

Bibliografía

. Portree, D. S. (2001). Humans to Mars: Fifty years of mission planning, 1950-2000.

. Carr, M. H., & Head III, J. W. (2010). Geologic history of Mars. Earth and Planetary Science Letters, 294(3-4), 185-203.

. Drake, B. G., Hoffman, S. J., & Beaty, D. W. (2010, March). Human exploration of Mars, design reference architecture 5.0. In 2010 IEEE Aerospace Conference (pp. 1-24). IEEE.

. Jakus, A. E., Koube, K. D., Geisendorfer, N. R., & Shah, R. N. (2017). Robust and elastic lunar and martian structures from 3D-printed regolith inks. Scientific reports, 7, 44931.

. Komar, D. R. (2017). Hercules Single-Stage Reusable Vehicle supporting a Safe, Affordable, and Sustainable Human Lunar & Mars Campaign. In AIAA SPACE and Astronautics Forum and Exposition (p. 5288).

. Kuzma, M., Gładysz, Ł., Gralewicz, M., & Krawczyk, P. (2017). Applications of GIS in Analysis of Mars. Proceedings of GIS Ostrava, 267-276.

. Moss, S. (2015). The International Mars Research Station: An exciting new plan to create a permanent human presence on Mars.

. Petranek, S. (2015). How We'll Live on Mars.

. Zubrin, R., & Wagner, R. (1996). The Case for Mars. 75-84.

.

```
>>>print (str3)
```

Proyecto de arquitectura

Un punto rojo pálido

Centro de investigación científica en el planeta Marte

La arquitectura ha estado constantemente vinculada a la sociedad y la técnica como una triada inseparable. Estos tres elementos se alimentan y exigen a cada uno de los otros.

Esto se puede ver reflejado en los cambios de paradigmas por los que la sociedad transcurre. Estos cambios implican transformaciones en las tecnologías disponibles en cada momento de la historia, exigencias nuevas de parte de una sociedad inscrita en estos instantes; y junto a ello, hechos arquitectónicos.

Como ejemplos recientes, pero extremadamente notorios, las Revoluciones Industriales generaron cambios en las maneras de percibir el entorno, precisamente a través de la generación de tecnologías nuevas. Esto, como se mencionó, no se trató de una relación unidireccional, sino simbiótica: así como las tecnologías nuevas de estos momentos permitieron la realización de edificaciones antes imposibles, estas también exigieron a la arquitectura la producción de nuevos espacios para usos nuevos y específicos.

Desde un origen, sociedades enteras se han basado en su capacidad tecnológica o técnica para la realización de sus actividades o incluso obtención de recursos. Así, incluso en la mitología, la técnica representada por el fuego es entregada como un regalo de parte de los dioses -mito de Prometeo-.

Esta relación entre tecnología o técnica con la arquitectura se refleja desde las visiones de la cabaña primitiva. Y es que se encuentra presente en cada momento de la arquitectura, constituyéndose como eje articulador de esta (Frampton, 1995).

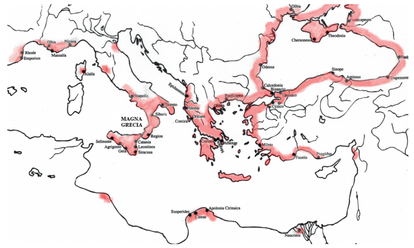
Prometeo entregando el fuego a los humanos como representación de la tecnología

Cabaña Primitiva
Marc-Antoine Laugier

Y dentro de esta vinculación entre la tecnología, arquitectura y sociedad es que se explora constantemente los límites valiéndose de la disponibilidad tecnológica correspondiente a cada tiempo.

Esta disponibilidad da lugar a exploraciones de límites físicos expuestos a lo largo de la historia en las movilizaciones movidas por intereses básicos como conocer lo previamente desconocido hasta la obtención de recursos; aunque más recientemente por el interés incisivo de conocer más.

Es así que se dio la exploración vikinga fuera del continente europeo, la expansión griega por el Mediterráneo y el salto de Europa a América.

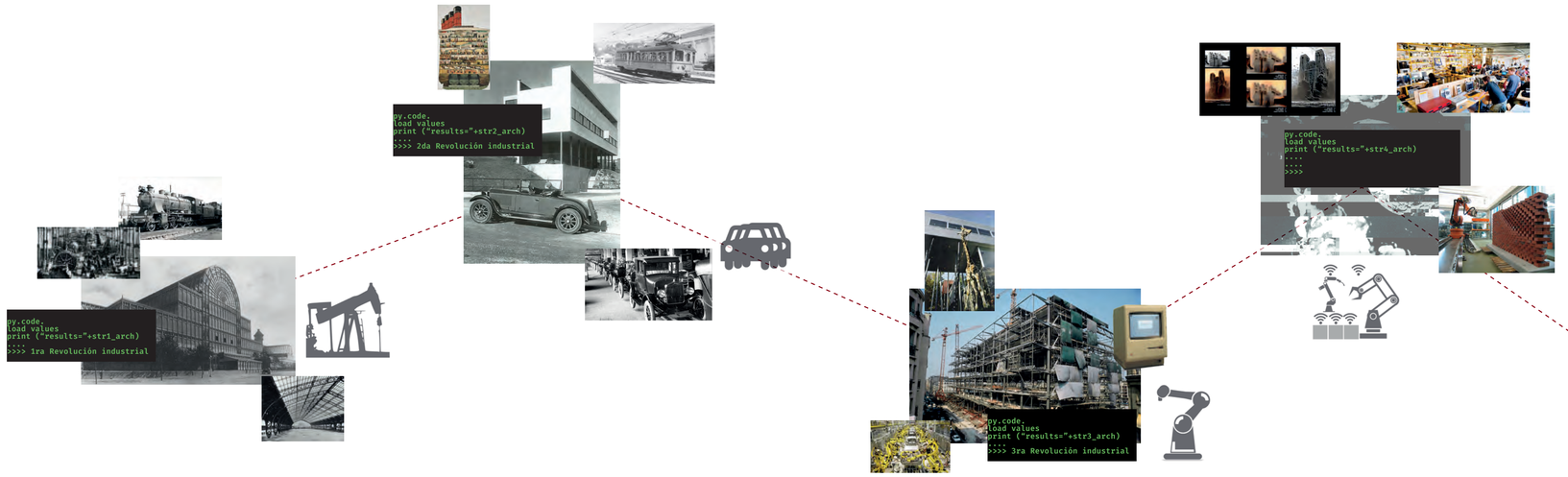


Expansión griega por el mar Mediterráneo

Exploración vikinga en Drakkars

Más recientemente, en el siglo XX, los límites de lo desconocido pasaron del océano en el planeta Tierra al espacio ajeno a este planeta: de manera inmediata, nuestro Sistema Solar.

Primer lanzamiento en Cabo Cañaveral
Circa 1950



Primera aproximación al proyecto experimental.

En contexto extremo: Marte

Marte es conocido por ser el hermano más cercano a las historia geológica de Tierra y, en tal sentido, poseedor de registro de la formación de nuestro Sistema Solar.

Zona habitable del sistema solar

Mercurio:
Actividad solar intensa
(-200°C, 450°C)

Venus:
Presión atmosférica
aplastante (varias atmósferas) (500°C)

Luna:
A pesar de estar cerca, la extrema duración de un día de 28 días hacen imposible el crecimiento de cualquier sembrío.

Marte:
Por su semejanza a la Tierra, es actualmente una opción viable para la investigación. (-135°C, 20°C)

Gigantes gaseosos inhabitables (sin superficie sólida)

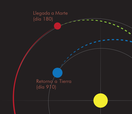
*Planetas fuera de proporción por lectura gráfica.

Supuesta cientifica del pasado marciano

Actividad geológica en función del tiempo en Marte.
Tiempo presentado hacia el pasado.

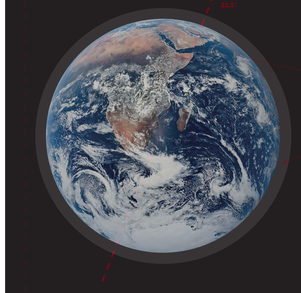
Fuente: Carr, M. H., & Head III, J. W. (2010)

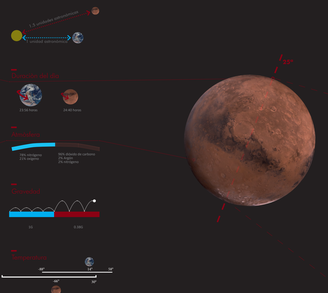
Los suelos de mayor interés para la investigación de la historia geológica son los más antiguos que 3.6 billones de años.



Duración de viaja y estadía temporal según la ventana bianal de acercamiento entre ambos planetas.

Si bien se han venido realizando exploraciones robóticas, estas son extremadamente lentas comparadas a una humana.





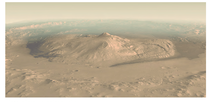
Mapa de Mercator del planeta Marte con los suelos más antiguos y principales zonas de investigación previas.

El lugar

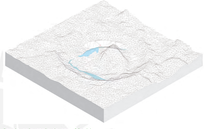
Cráter Gale 5°22'S 137°49'E

El interés particular por investigar el cráter Gale aparece al entender su carácter histórico para la formación de nuestro sistema solar y su antigua presencia de agua líquida mientras el planeta aún conservaba alguna atmósfera que permitiera este estado de la materia. Junto a esto, el reciente descubrimiento de presencia de gas metano advierte la presencia de reacciones químicas vinculadas a seres vivos basados en carbono.

A partir de esto, el rover mecánico Curiosity fue enviado a este lugar, aunque con la lenta recepción de sus datos, el interés por este elugar se avivó muchísimo más con el siguiente rover, de 2019, Insight. Este último precisamente enfocado en la geología interna del planeta.



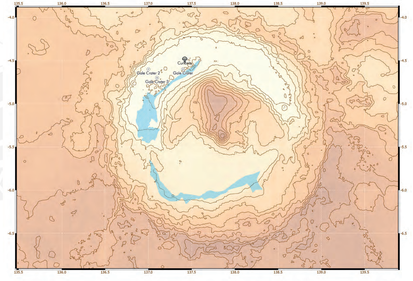
Vista aérea de cráter Gale
Nasa JPL/Caltech



Previa existencia de agua líquida

Equipo de ingenierías	Vuelo y mecánicas
	Mecatrónica y comunicaciones
	Química y electrónica
Equipo de ciencias	Ciencia planetaria y astronomía
	Astrobiología y astroculturista
	Medicina y seguridad

Tripulación compuesta por 6 personas



Crater Gale y zonas de interés de investigación por sedimentación

Imagen tomada por Rover Curiosity con visor a 1.78m. Nasa/JPL

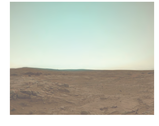
Bajo presión atmosférica.
La presión atmosférica es prácticamente nula debido a la carencia de un campo electromagnético. Esto hace que la presión sea menor al 1% que la de la Tierra.

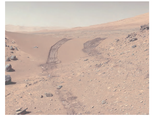
Alta radiación cósmica.
Vinculado al primer punto, la carencia de un campo electromagnético que proteja al planeta lo deja expuesto a la radiación cósmica, dañina para

Temperatura baja y alta oscilación.
Debido a la falta de agua superficial, las oscilaciones térmicas diarias son de aproximadamente 50 °C entre los -70°C y -15°C.

Polvo de basalto.
Si bien el tectonismo no es tan agresivo como en la Tierra, los vientos son un problema por sus grandes velocidades y las tormentas que pueden dejar sin energía solar por meses.

Poca incidencia solar.
Debido a la distancia del sol a lo que se encuentra, Marte tiene una menor incidencia solar que la mayoría del planeta Tierra; por lo cual, no se puede fiar completamente de este para colantar o generar energía.





¿Puede la arquitectura proveer cobijo ante el contexto extremadamente hos– til de Marte sin comprometer la salud mental humana?

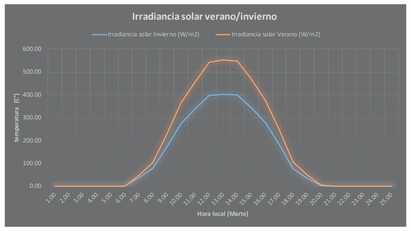
Cobijo

Luz y radiación ionizante

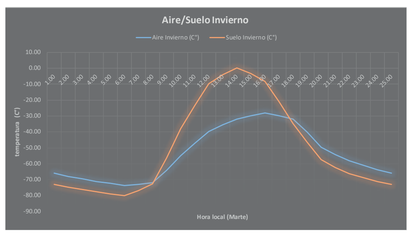
Cobijar a una tripulación humana de 6 personas bajo condiciones marcianas extremas inicia con la luz y la radiación ionizante. Debido a la ausencia de una atmósfera densa en este planeta, la luz solar viene acompañada de radiación ionizante de alta frecuencia, la cual es dañina para el tejido orgánico humano a largo plazo.

A su vez, el ritmo circadiano humano se rige por ela incidencia de la luz visualmente. Esto permite al cuerpo saber cuándo estar activo y cuándo descansar.. Por ello, poder tener acceso resulta fundamental.

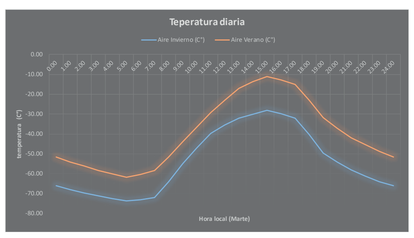
Esta relación paradójica se analiza a través de la experimentación y estudio de forma inicial del proyecto respecto del entorno marciano.



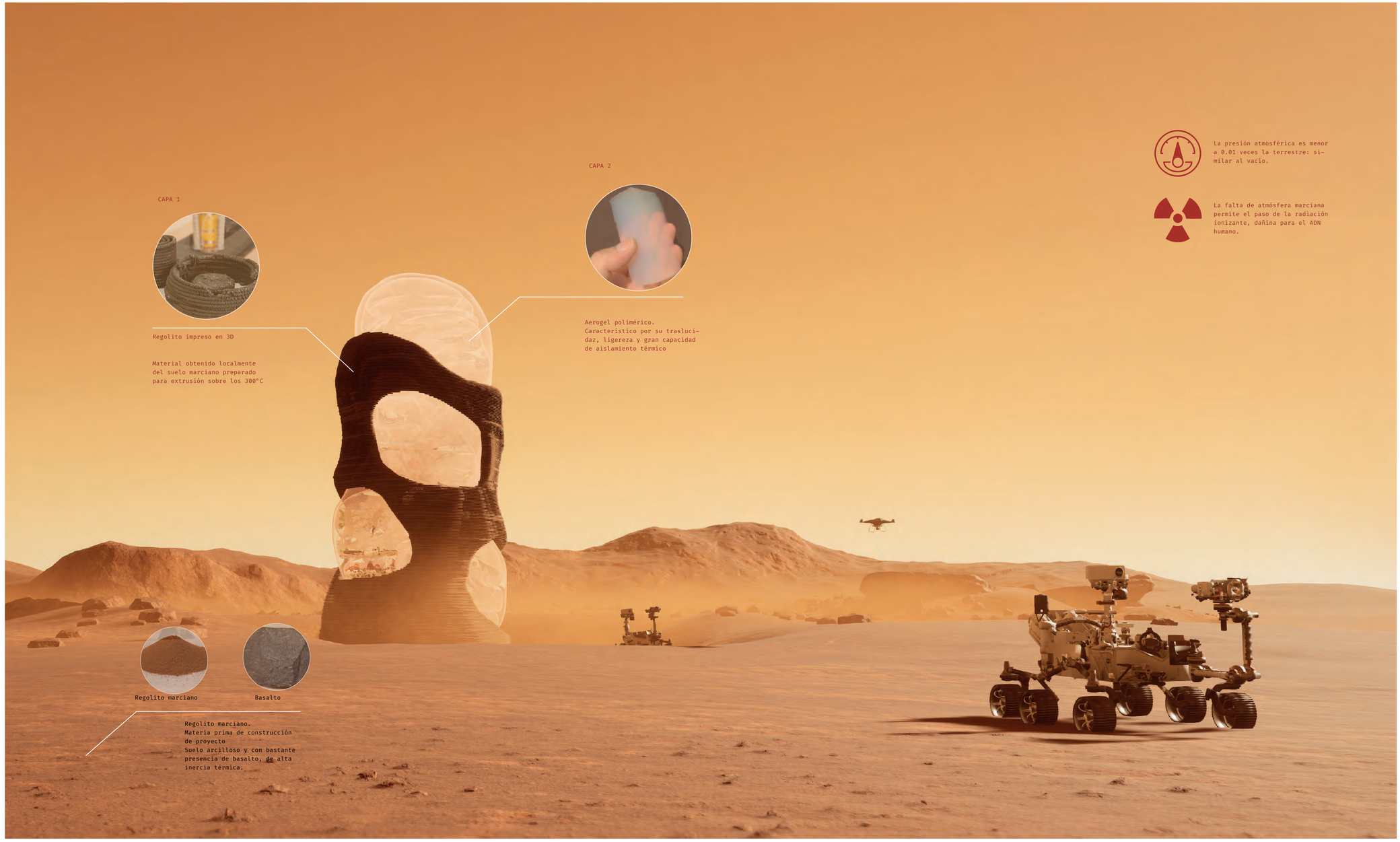
Debido a que la irradiancia solar es capaz de hacer llegar el regolito a los 20°C en verano; y en invierno, 5°C. es necesario mantener esta temperatura y reducir la oscilación térmica, optando por inercia térmica del material.



El regolito por sí solo no es capaz de ello, por lo cual el basalto, material disponible en Marte se utilizará para aumentar la resistencia a tracción del material, junto con la inercia térmica, la cual es mayor al agua.



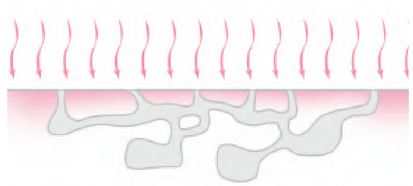
Las bajas temperaturas del aire implican inclinar la forma del proyecto como cobijo del exterior hacia una más compacta y generada a través de procesos de presurización. Por ello, se opta por la esfera como topologia germinal.



Arquitectura subterránea

La primera aproximación intuitiva es la del proyecto enterrado. Esto debido a la primera condición extrema de radiación.

Sin embargo, trae enormes desventajas, como el desconocimiento del subsuelo marciano, la dificultad constructiva y el mínimo acceso a luz natural.



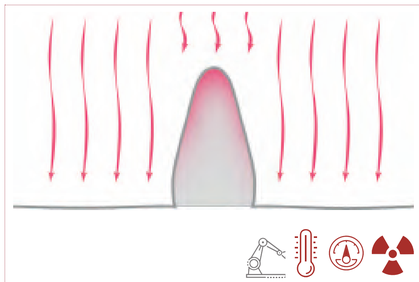
Arquitectura superficial horizontal

Una seguna aproximación es la de erigir horizontalmente. Esta parece adecuada por su acceso a luz solar.

Sin embargo, resulta extremadamente complicado de construir debido al desplazamiento de la maquinaria, lo cual lleva a factores de riesgo durante la edificación.

Arquitectura superficial vertical.

Finalmente, erigir verticalmente sobre el nivel del suelo resulta óptimo debido a su compacidad frnete a las bajas temperaturas, la presurización frente a la ausencia de atmósfera en el planeta y la relativa simpleza del proceso constructivo al poder reducir la maquinaria a solo una de manera cíclica.



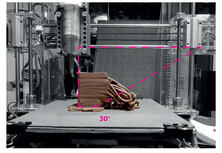
Tecnología y materialización

El arquitecto maestro constructor digital

Como ya se ha sostenido, la técnica -tecnología- es un elemento que ha acompañado a la arquitectura constantemente desde la propia necesidad de construir del humano. Se ha tomado como ejemplos a los cambios de paradigmas y particularmente a las Revoluciones Industriales. La segunda Revolución Industrial, la cual tuvo una gran influiciencia hasta el día de hoy, planteó la producción masiva y seriada.

Sin embargo, pensar y entender el medio de producción, fabricación y construcción, junto con sus límites, permite la exploración propia dentro de ellos.

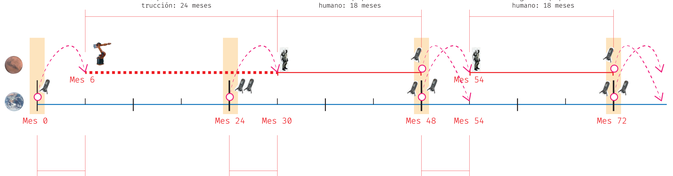
Por ello, fuera de un sistema de construcción modular, se plantea un sistema de construcción por capas de manera aditiva, basándose en la impresión 3D robótica de gran escala.



Ensayos materiales en gravedad terrestre con arcilla.

Mueller, R. P., Sibille, L., Hintze, P. E., Lippitt, T. C., Monaghan, J. G., Nugent, M. W., & Townsend, I. I. (2014). Additive construction using basalt regolith fines. In Earth and Space 2014 (pp. 394-403).

El arquitecto como maestro constructor.

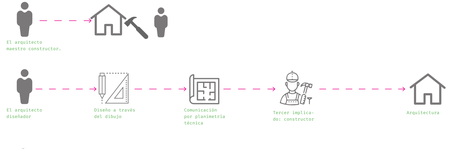


Etapas y duraciones de construcción y habitación del proyecto.

La técnica arquitectónica plantea sistemas de construcción a fabricación con posibilidades, pero también límites a considerar durante la etapa de diseño.

Estos, en el caso del manejo directo de la herramienta -fabricación robótica para este proyecto- más que alejar al arquitecto del proceso a través de la digital; permiten un mayor acercamiento al no requerir de filtros intermediarios como el propio dibujo arquitectónico o la producción de planimetría técnica a ser interpretada por otro humano.

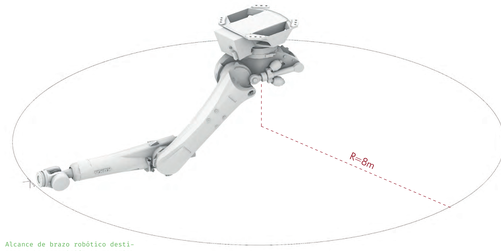
El proceso constructivo como fin se encuentra en mayor control del arquitecto desde el diseño en tanto se conozcan los sistemas de fabricación maquínicos y sus sistemas internos de escritura y lectura (los cuales no son planimetría en la mayoría de los casos, sino código).



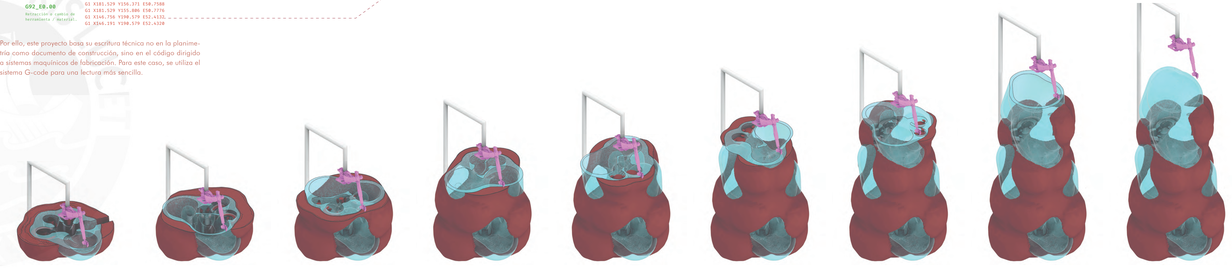

```
G1_Xaa Ybb Zcc
Mover herramienta a la
posición especificada en
valores cartesianos X,
Y & Z.

G1_E0dd
Extruir material 1 la
distancia establecida.

G1_E1dd
Extruir material 2 la
distancia establecida.

G92_E0.00
Establecer el valor de
herramienta / material.
```

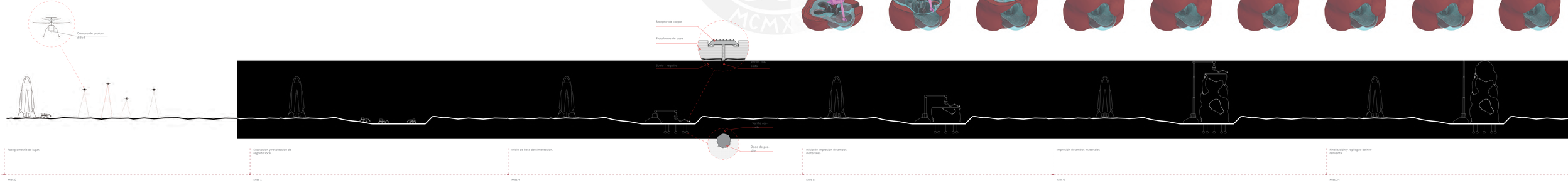
```
X181.500 Y168.368 E38.5814
G1 X151.281 Y198.579 E39.9218
G1 X150.716 Y198.579 E39.9416
G1 X181.529 Y159.706 E41.2918
G1 X181.529 Y159.208 E41.4498
G1 X150.716 Y198.579 E42.8044
G1 X150.151 Y198.579 E42.8044
G1 X181.529 Y158.634 E44.4071
G1 X181.529 Y158.069 E44.4258
G1 X149.859 Y198.579 E45.9551
G1 X148.456 Y198.579 E45.9719
G1 X181.529 Y157.503 E47.5297
G1 X181.529 Y156.937 E47.5485
G1 X147.888 Y198.579 E49.1389
G1 X147.322 Y198.579 E49.1587
G1 X181.529 Y156.371 E50.7588
G1 X181.529 Y155.806 E50.7776
G1 X146.756 Y198.579 E52.4332
G1 X144.191 Y198.579 E52.5228
```

Por ello, este proyecto basa su escritura técnica no en la planimetría como documento de construcción, sino en el código dirigido a sistemas maquínicos de fabricación. Para este caso, se utiliza el sistema G-code para una lectura más sencilla.



Alcance de brazo robótico destinado a la deposición de material de manera radial.





Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Titulo del Proyecto:
Un punto rojo pálido.
Centro de investigación científica en el planeta Marte.

Mención:
Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional en Arquitectura y Urbanismo.

Nombre del estudiante:
Erick Jesús Maldonado Castillo

Fecha de la entrega:
06 de Noviembre de 2020

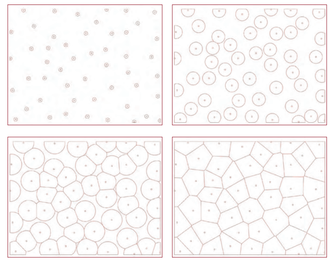
Cobijo

Despresurización y temperaturas bajas

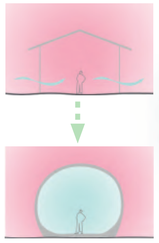
Dos condiciones íntimamente vinculadas ante las cuales se debe cobijar al humano es la presurización y las bajas temperaturas.

Respecto de uno de los más importantes, las bajas temperaturas como en el casco polar terrestre, promediando los -25°C, resulta necesario que la totalidad de la arquitectura resulte compacta. Por lo cual la geometría óptima es la esfera. Se trata, entonces, de arquitecturalizar la idea de esfera a través del espacio.

Para lograr espacios que se permitan mantener la presión interna igual a la Tierra en un entorno de prácticamente vacío, los espacios interiores se encontrarán a presiones muchísimo más altas que el exterior. Por ello, el constante peligro de implosiones se reduce al integrar la geometría basada en la presurización de cada espacio, de la misma manera que una colección de globos colocados muy cerca.

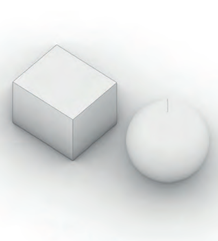


Esquema de formación de burbujas



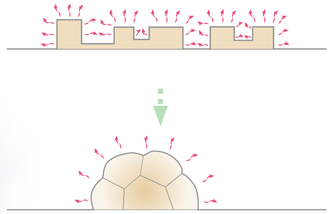
1. Hermetismo

Los espacios interiores deben ser herméticos para garantizar la presurización de ellos, debido a que el exterior es similar al vacío del espacio exterior.



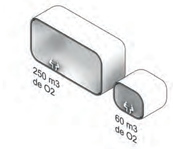
1. Topologia esférica

Con el fin de reducir el riesgo de implosiones, la geometría de los espacios debe ser lo más cercana posible al de la esfera: en lo posible, sin aristas.



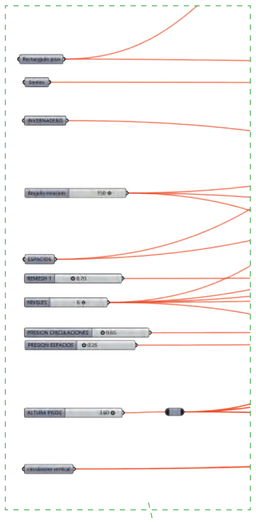
1. Compacidad

La geometría compacta reduce la superficie expuesta al aire frio exterior. Por lo cual, el edificio debe constar de un único volumen.



1. Menor volumen

Este volumen debe ser de las menores dimensiones posibles debido al consumo constante de un recurso básico dentro de los sistemas vitales: el oxígeno.

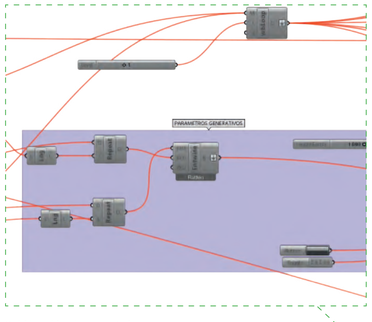


[DATA]
curvas de origen

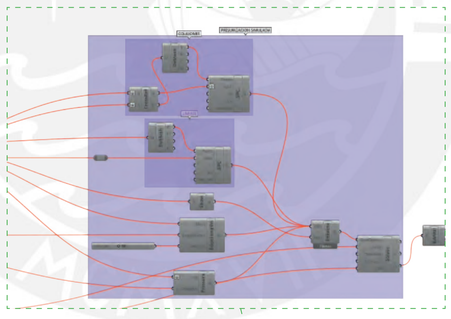
[ANGULO]
rotación entre niveles entrecuzados

[PRESIÓN CIRCULACIONES]
Presión en Pa sobre la geometria establecida para las circulaciones verticales

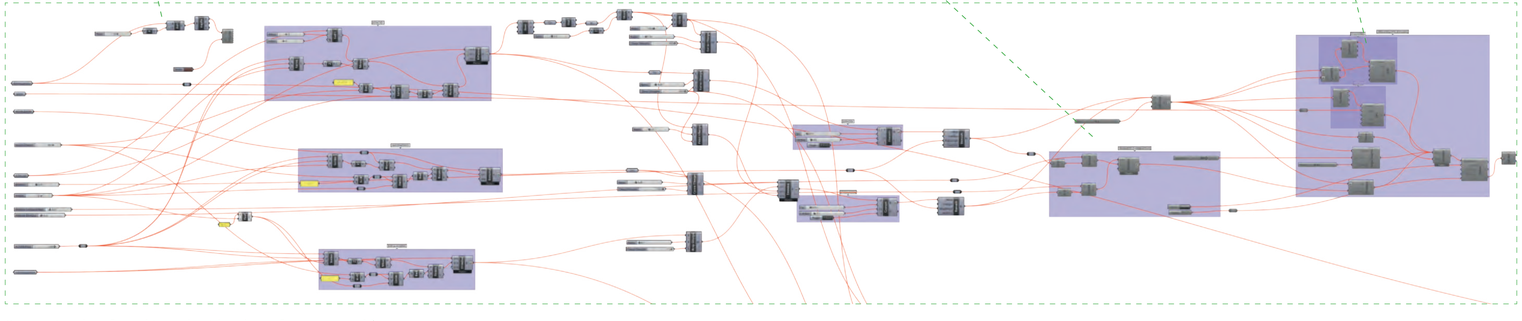
[PRESION ESPACIOS]
La presión establecida en Pa par alos espacios utilizables y coplanares



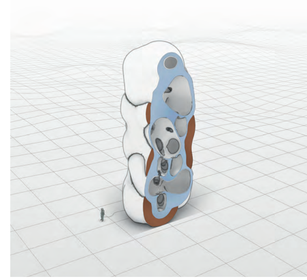
Unificación de geometria y data de inflación

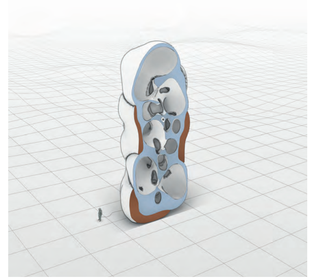


Variables de presurización y colisión con otros elementos

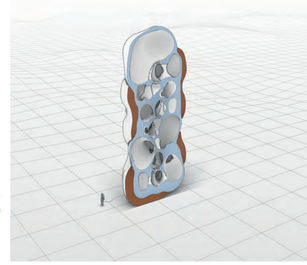


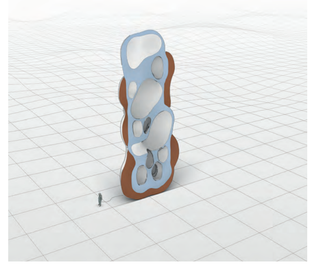
Segmento de algoritmo destinado a la generación geométrica por presurización simulada.

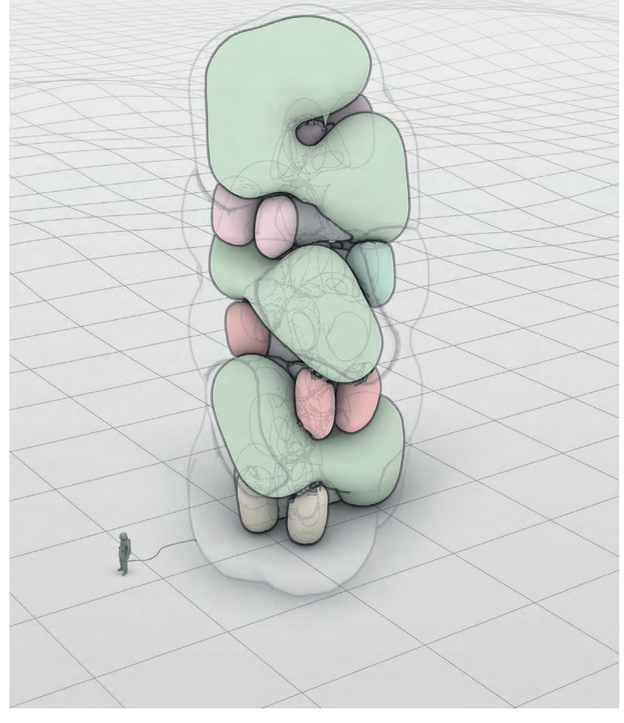




Cortes secuenciales del proyecto como resultado inicial de la topologia por presurización y compactación.







Topología inicial por presurización y compatación de los espacios interiores.

Los espacios se establecen por compactación posterior a la presurización simulada.

Los espacios de mayor presión interior (invernaderos verticales) se definen como los de mayor volumen interior.

Estética tectónica

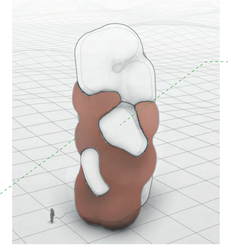
Capa de regolito

La estética y la estructura del proyecto no son separables como un valor fundamental para esta arquitectura y, por ello, se establece una estética proveniente de la optimización de los procesos ingenieriles detrás de él.

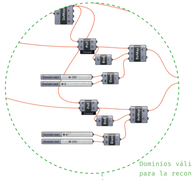
Para lograrlo con los dos materiales del proyecto; se realizan dos procesos de optimización material para las dos capas distintas. El primero, para la capa exterior, se establece por el engrosamiento de la capa al ser un elemento portante y principalmente expuesto a compresión vertical. El regolito marciano se analiza por sus transferencias de cargas al suelo.

Mueller, R. P., Sibille, L., Hintze, P. E., Lippitt, T. C., Monaco, J. Q., Hugget, M. W., & Townsend, I. I. (2014). Additive construction using basalt regolith fines. In Earth and Space 2014 (pp. 394-403).

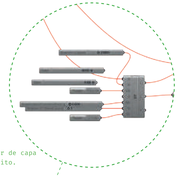
Capa 1. Regolito impreso



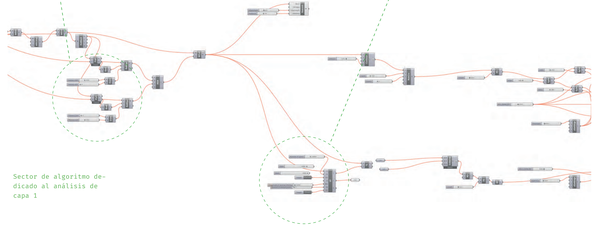
Capa 2. Aerogel polimérico



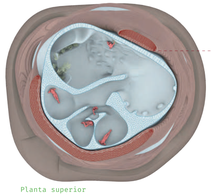
Dominios válidos para la reconstrucción



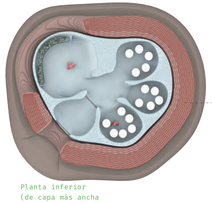
Interior de capa 1-regolito.



Sector de algoritmo dedicado al análisis de capa 1

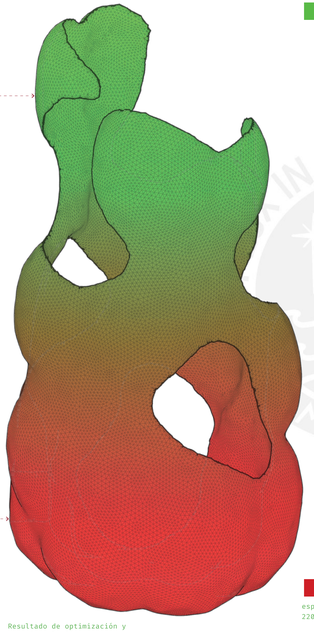


Planta superior (de capa más delgada de regolito)



Planta inferior (de capa más ancha de regolito)

espesor min. 80 cm.



espesor máx. 220 cm.

Resultado de optimización y re triangulación.

Estética tectónica

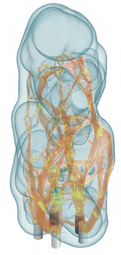
Capa de aerogel polimérico

Para la capa interior del proyecto, compuesta por Aerogel polimérico, debido a que todo es portante, es necesario determinar los sectores de mayor densidad de material. Esto con el fin de utilizar la menor cantidad de este y optimizar su uso.

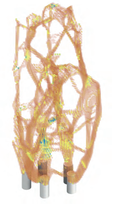
Se realiza el análisis de las cargas y del camino que recorren hacia los puntos determinados de soporte-cimentación.

El resultado del análisis es la determinación de estos sectores, en donde se rearma la estructura interior. Se muestra gráficamente a través de mapas de calor.

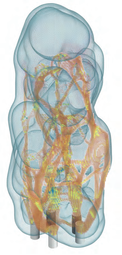
Volumen original como límite



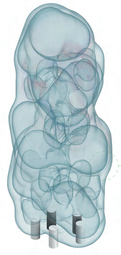
Cargas y caminos de transferencias



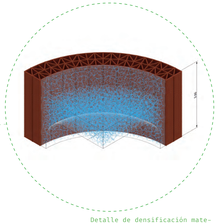
Cargas y caminos de transferencias



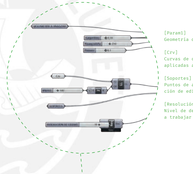
Nube de puntos de densidad por cargas



Nube de puntos establecida



Detalle de densificación material por análisis de cargas

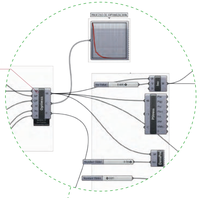


[Param1] Geometría de base_Aerogel

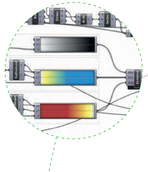
[Crv] Curvas de cargas verticales aplicadas a espacios

[Supportes] Puntos de apoyo o cimentación de estéticia

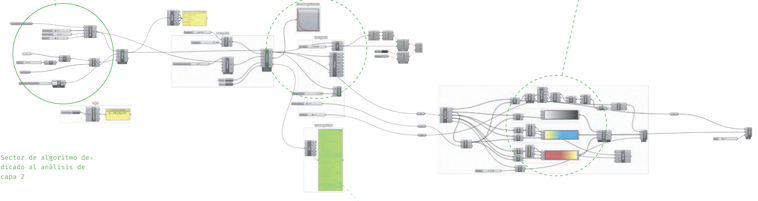
[Resolución] Nivel de detalle de voxels a trabajar



Núcleo de optimización



Sistema cromático de visualización



Sector de algoritmo dedicado al análisis de capa 2

```
Optimus - Optimization process done in: 35 Iterations
0.005355 s - PreAssembly Solver setup
0.000304 s - Sensitivity filter data update
5771.178004 s - Total Time Elapsed
0: Optimisation Iteration
91.924404 s - Solved by Iter:1705
0.073428 s - Compliance and Sensitivity computation
0.002308 s - Model Compliance computation
0.101623 s - Densities update
91.924404 s - Total Time Elapsed
1: Optimisation Iteration
55.155338 s - Solved by Iter:1872
0.065688 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000342 s - Model Compliance computation
0.007718 s - Sensitivity filtering application
0.066595 s - Densities update
55.293654 s - Total Time Elapsed
2: Optimisation Iteration
272.576497 s - Solved by Iter:5001
0.064215 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000623 s - Model Compliance computation
0.004661 s - Sensitivity filtering application
0.067211 s - Densities update
272.725817 s - Total Time Elapsed
3: Optimisation Iteration
289.483473 s - Solved by Iter:5001
0.059957 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000513 s - Model Compliance computation
0.004687 s - Sensitivity filtering application
0.073487 s - Densities update
289.561328 s - Total Time Elapsed
4: Optimisation Iteration
265.820841 s - Solved by Iter:5001
0.058646 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000525 s - Model Compliance computation
0.004658 s - Sensitivity filtering application
0.074646 s - Densities update
265.960172 s - Total Time Elapsed
5: Optimisation Iteration
258.047339 s - Solved by Iter:5001
0.057527 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000471 s - Model Compliance computation
0.005452 s - Sensitivity filtering application
0.089881 s - Densities update
259.099964 s - Total Time Elapsed
6: Optimisation Iteration
280.259339 s - Solved by Iter:5001
0.073011 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000443 s - Model Compliance computation
0.004853 s - Sensitivity filtering application
0.076284 s - Densities update
280.418358 s - Total Time Elapsed
7: Optimisation Iteration
276.990648 s - Solved by Iter:5001
0.060138 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000398 s - Model Compliance computation
0.005023 s - Sensitivity filtering application
0.065581 s - Densities update
277.151452 s - Total Time Elapsed
8: Optimisation Iteration
271.501553 s - Solved by Iter:5001
0.061489 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000643 s - Model Compliance computation
0.005151 s - Sensitivity filtering application
0.066538 s - Densities update
271.655718 s - Total Time Elapsed
9: Optimisation Iteration
237.119775 s - Solved by Iter:5001
0.067636 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000369 s - Model Compliance computation
0.005048 s - Sensitivity filtering application
0.083368 s - Densities update
277.276214 s - Total Time Elapsed
10: Optimisation Iteration
298.026294 s - Solved by Iter:5001
0.078519 s - Compliance and Sensitivity computation
0.001155 s - Model Compliance computation
0.007141 s - Sensitivity filtering application
0.108116 s - Densities update
293.013399 s - Total Time Elapsed
11: Optimisation Iteration
283.535353 s - Solved by Iter:5001
0.058832 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000633 s - Model Compliance computation
0.004659 s - Sensitivity filtering application
0.092508 s - Densities update
283.697975 s - Total Time Elapsed
12: Optimisation Iteration
275.818165 s - Solved by Iter:5001
0.060832 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000652 s - Model Compliance computation
0.006158 s - Sensitivity filtering application
0.078568 s - Densities update
275.156529 s - Total Time Elapsed
13: Optimisation Iteration
279.438634 s - Solved by Iter:5001
0.093044 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000599 s - Model Compliance computation
0.011598 s - Sensitivity filtering application
0.130769 s - Densities update
275.665218 s - Total Time Elapsed
14: Optimisation Iteration
163.637352 s - Solved by Iter:3108
0.066334 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000672 s - Model Compliance computation
0.006578 s - Sensitivity filtering application
0.079548 s - Densities update
163.785992 s - Total Time Elapsed
15: Optimisation Iteration
125.762384 s - Solved by Iter:2258
0.060222 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000288 s - Model Compliance computation
0.005178 s - Sensitivity filtering application
0.068275 s - Densities update
125.918645 s - Total Time Elapsed
16: Optimisation Iteration
222.688819 s - Solved by Iter:4339
0.057871 s - Compliance and Sensitivity computation
0.000558 s - Model Compliance computation
0.005146 s - Sensitivity filtering application
```

Código de registro de optimización

>>>> print (crit_2)

Percepción psicológica: luz y radiación ionizante

Los invernaderos verticales, como espacios arquitectónicos, cumplen dos funciones principales en el proyecto.

Permiten el ingreso de luz difusa a través de la traslucidez del aerogel polimérico, con el fin de mantener el correcto funcionamiento del ritmo circadiano humano y así reducir situaciones de stress que podrían situar la misión de manera riesgosa por la salud mental de la tripulación

Con esto, los procesos fisiológicos de los astronautas no se ven afectados al conocer el momento diurno y el nocturno del día,debido a la similitud de las duraciones diarias de ambos planetas.

23h:93m

24h:37m

A pesar del paso de la luz difusa a través de la traslucidez del material, estos resultan los espacios de mayor riesgo por radiación ionizante debida a la carencia de la primera capa protectora opaca de regolito basáltico. Por lo cual, los invernaderos cumplen una segunda función vital: la de proteger a la tripulación de la radiación ionizante filtrada por el aerogel. Esto es logrado debido a que el ADN de la vegetación se ve afectado en mucho menor medida que el ADN del tejido orgánico humano (Arena, C., De Micco, V., Macaev, E., & Quintens, R., 2014).

Arena, C., De Micco, V., Macaev, E., & Quintens, R. (2014). Space radiation effects on plant and mammalian cells. Acta Astronautica, 104(1), 419-431.

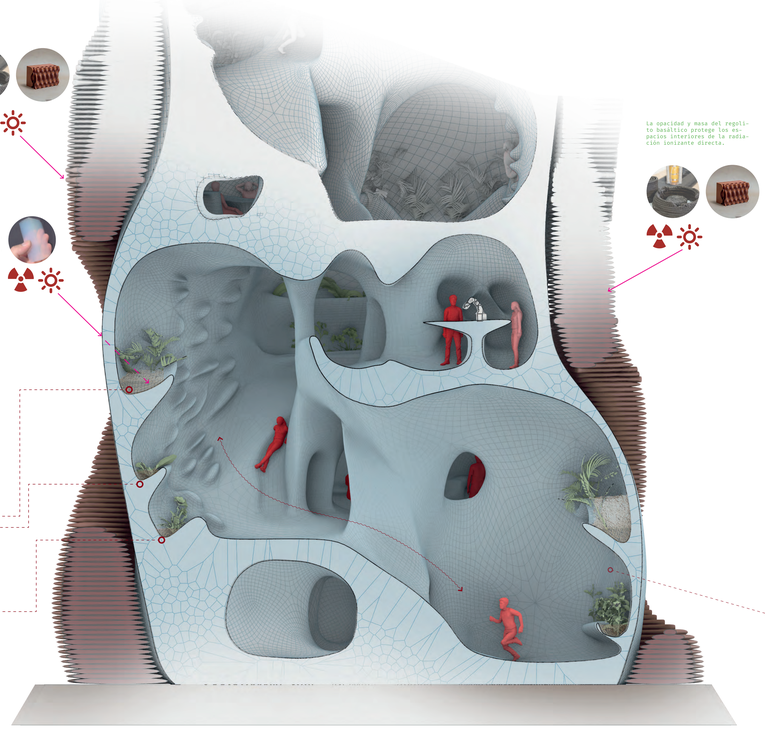
Luz difusa a través de aerogel.
La vegetación filtra la radiación ionizante restante.

Mayor cobertura de irradiancia.

Remoción de formaldehídos

Reducción de benceno

Abood, S. (2019). Martian Environmental Psychology: The Choice Architecture of a Mars Mission and Colony. The Human Factor in a Mission to Mars, 3-24.

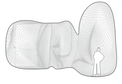


La opacidad y masa del regolito basáltico protege los espacios interiores de la radiación ionizante directa.

La traslucidez del aerogel polimérico permite ingresar la luz con una fracción de la radiación ionizante, la cual es filtrada finalmente por la vegetación.

La opacidad y masa del regolito basáltico protege los espacios interiores de la radiación ionizante directa.

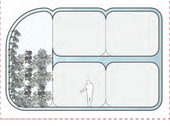
Sección A-A



Relaciones espaciales con el exterior a través del material traslucido

Abood, S. (2019). Martian Environmental Psychology: The Choice Architecture of a Mars Mission and Colony. The Human Factor in a Mission to Mars, 3-24.

Invernadero vertical



El invernadero vertical se transforma en el espacio y circulación principales del proyecto. Lo integra en su totalidad.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Titulo del Proyecto:
Un punto rojo pálido.
Centro de investigación científica en el planeta Marte.

Mención:
Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional en Arquitectura y Urbanismo.

Nombre del estudiante:
Erick Jesús Maldonado Castillo

Fecha de la entrega:
06 de Noviembre de 2020

Sucesión espacial

Ritmo circadiano humano

La secuencia espacial del edificio se establece de acuerdo a las actividades a realizar por la tripulación de 6 astronautas tanto de manera individual como colectiva. Estableciendo las transparencias de acuerdo a la luz solar. Esto con el fin de permitir el correcto funcionamiento de ritmo circadiano humano (reloj biológico)

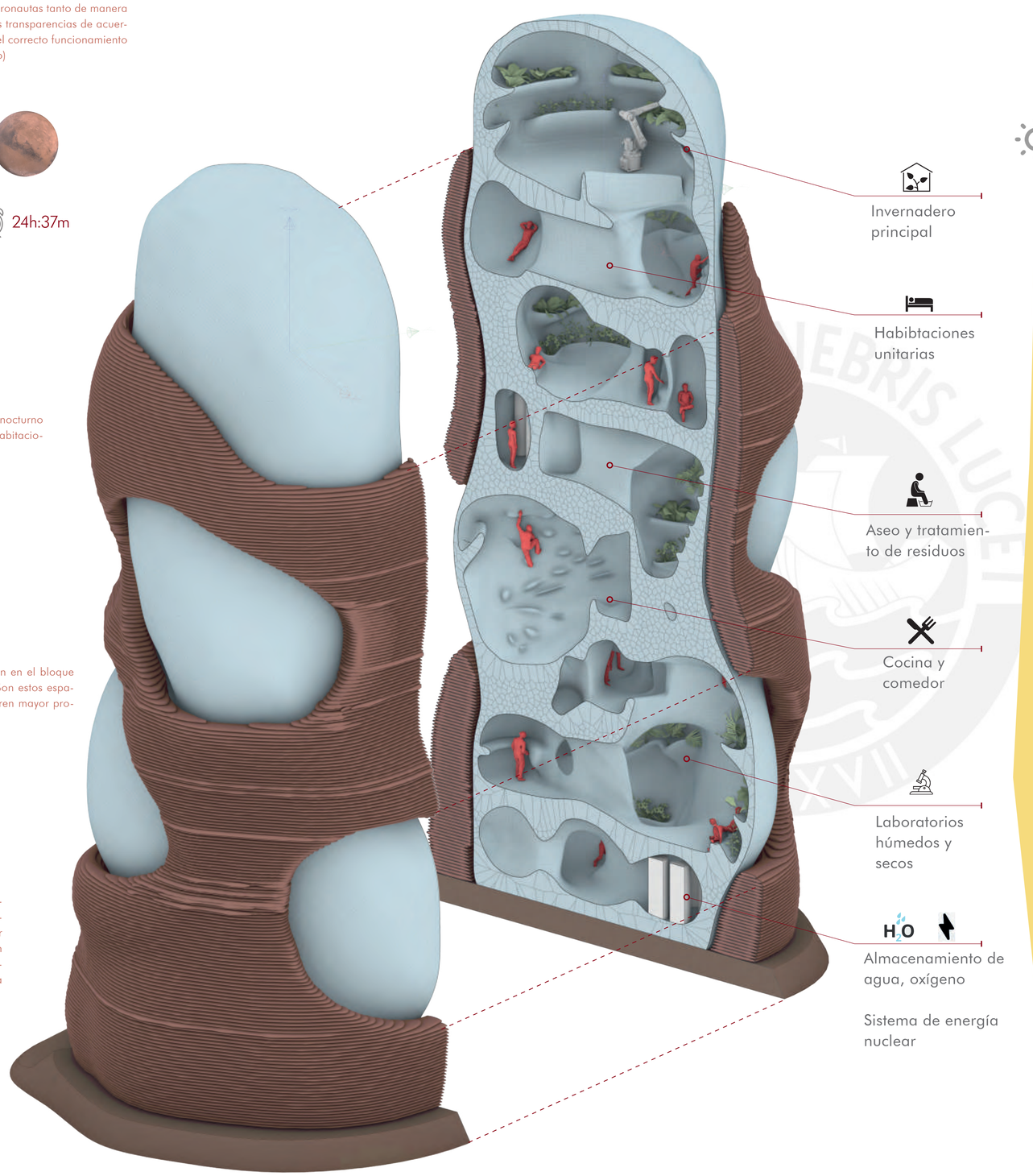
23h:93m

24h:37m

De esta manera, los espacios de mayor uso nocturno pasivo se ubican en los niveles superiores (habitaciones individuales para cada astronauta).

Los de uso diurno y constante se establecen en el bloque medio del edificio, bajo las habitaciones. Son estos espacios de mayor uso colectivo los que requieren mayor protección frente a la radiación ionizante.

Finalmente, en el nivel más bajo se establecen los almacenes principales y la generación de energía por sistema de fisión nuclear independiente. Esto debido a la generación de energía térmica y eléctrica de este sistema, independientemente de la irradiancia solar.



Invernadero principal

Habibtaciones unitarias

Aseo y tratamiento de residuos

Cocina y comedor

Laboratorios húmedos y secos

H_2O

Almacenamiento de agua, oxígeno

Sistema de energía nuclear

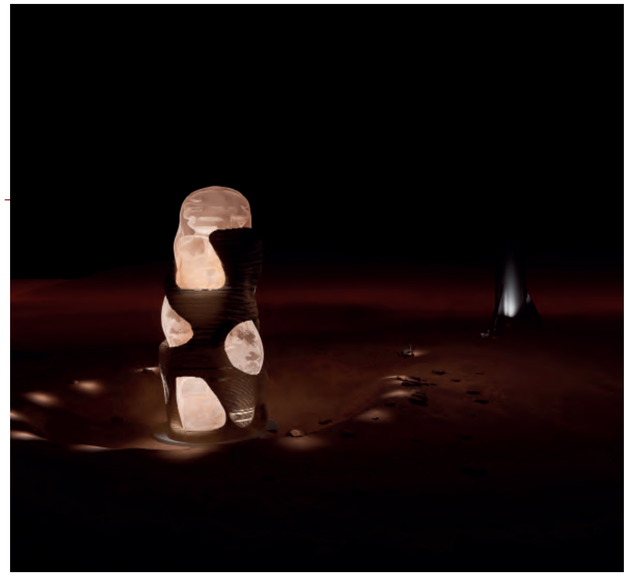


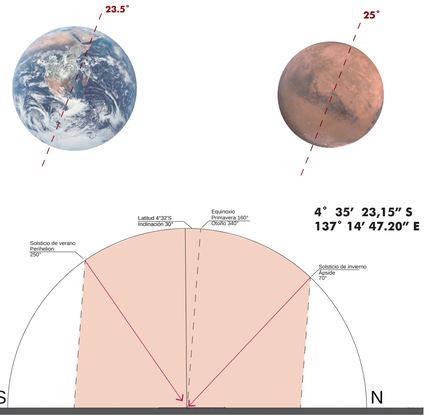
Imagen exterior nocturna.

Imagen exterior diurna.

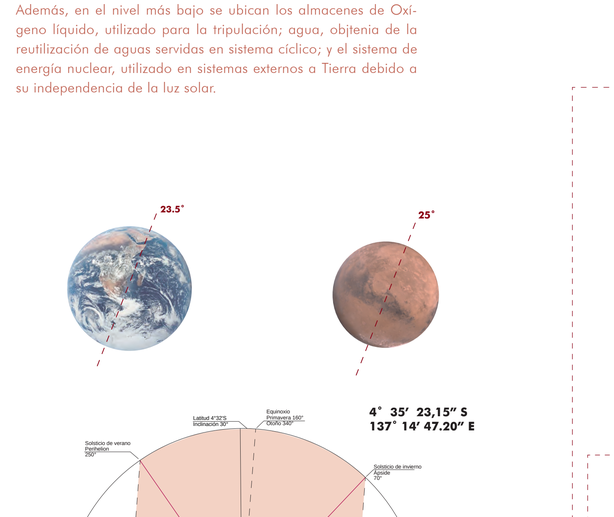
Los espacios de los niveles más bajos, cubiertos por el sector más espeso de la capa exterior de regolito concentran las actividades principalmente diurnas y colectivas: laboratorios secos y húmedos.

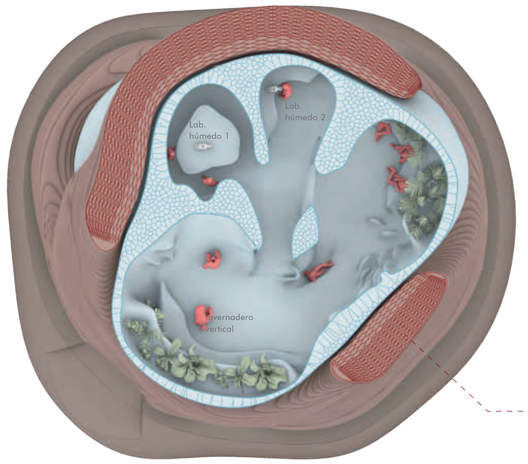
Estos espacios son los de mayor tiempo expuesto durante el día a la radiación ionizante, daniña para el ADN humano.

Además, en el nivel más bajo se ubican los almacenes de Oxígeno líquido, utilizado para la tripulación; agua, obtenia de la reutilización de aguas servidas en sistema cíclico; y el sistema de energía nuclear, utilizado en sistemas externos a Tierra debido a su independencia de la luz solar.

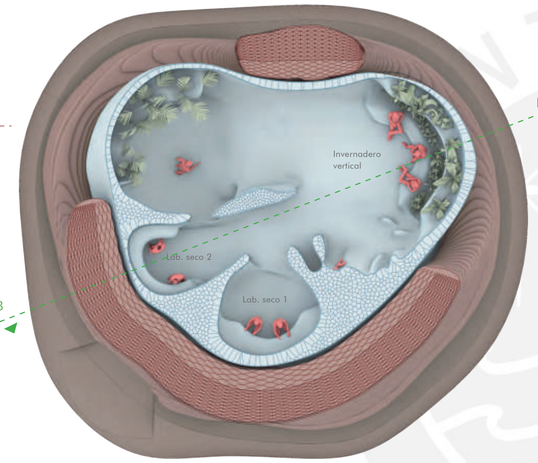


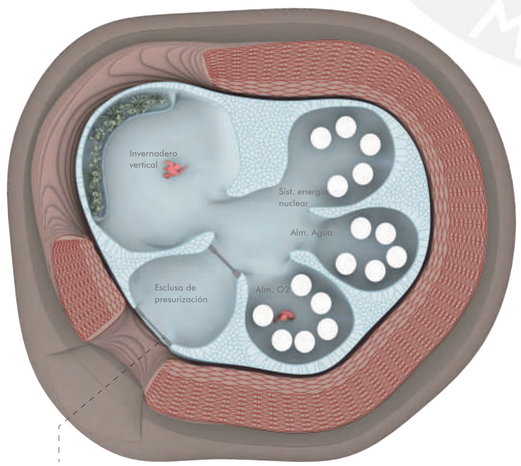
Debido a la ubicación del proyecto cercana al ecuador del planeta marciano y la inclinación similar al del planeta Tierra, se cuenta con incidencia solar principalmente vertical, por lo cual la iluminación lateral será principalmente difusa exceptuando las horas más tempranas y las más tardías del día.





Trazado de herramienta al imprimir en 3D

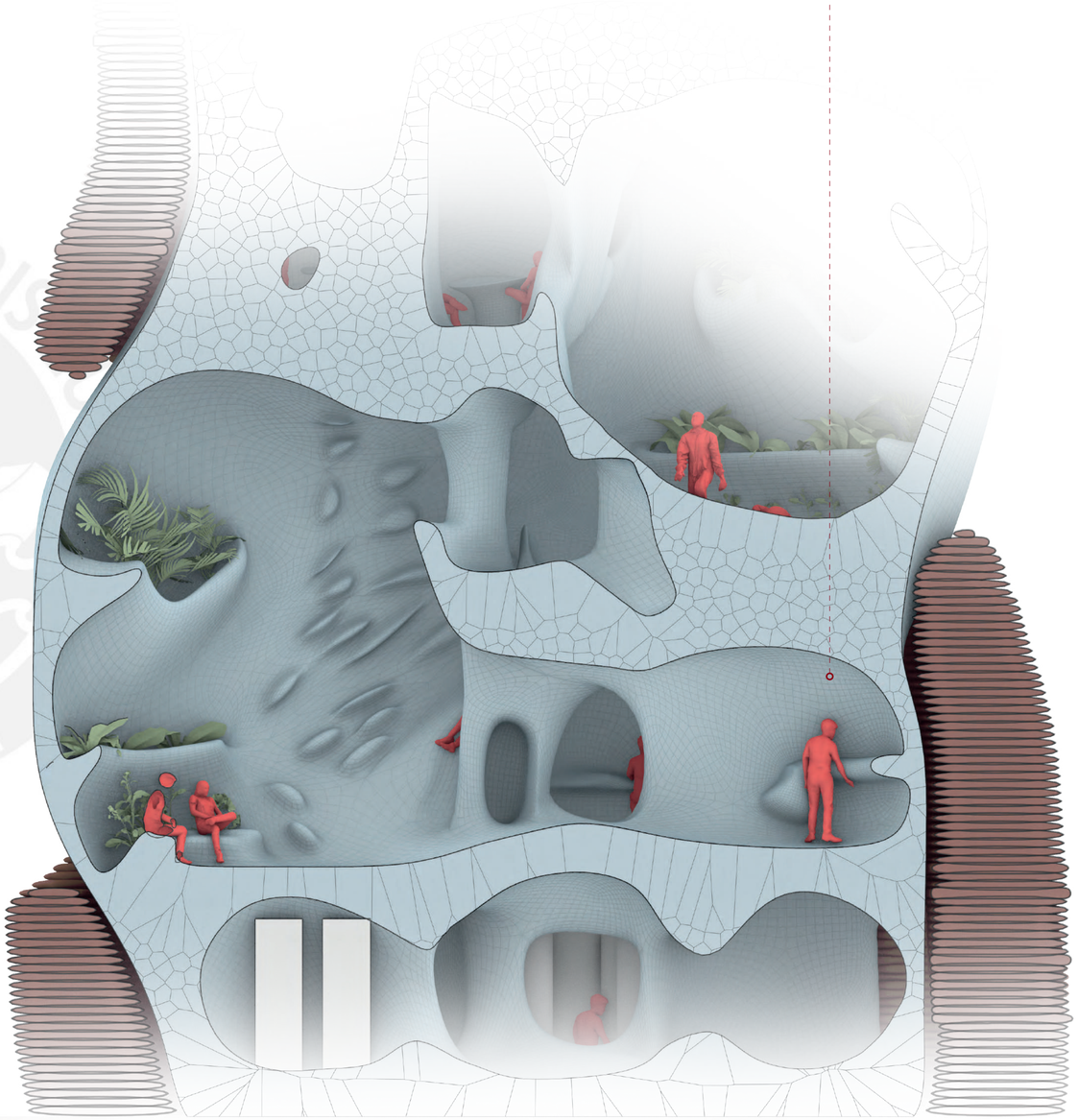




Acceso único de presurización al edificio a través de esclusa con las únicas dos compuertas. Esto debido a la técnica aditiva de impresión 3D.

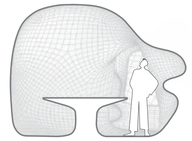
8 m

Radio de trabajo de brazo robótico



Sección B-B

Abood, S. (2019). Martian Environmental Psychology: The Choice Architecture of a Mars Mission and Colony. The Human Factor in a Mission to Mars, 3-34.



Espacio de cielo más bajo. Permite la mayor concentración durante la realización de tareas especificas.

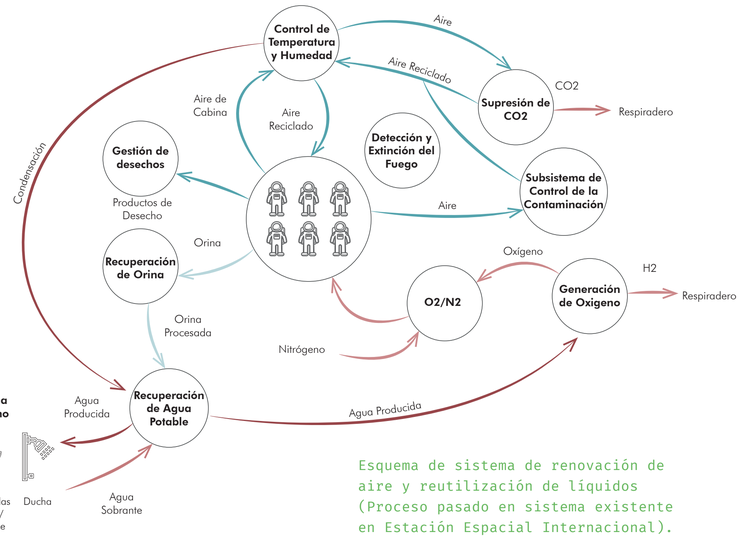
Los dos niveles de mayor uso de instalaciones y recursos hídricos después del laboratorio húmedo son el comedor común, junto con la cocina; además de los espacios de aseo, desechos y espacios de tratamiento y reutilización.

En estos espacios se encuentran conectados con la red de sistemas vitales establecidos de manera similar a la ISS (Estación Espacial Internacional) sobre la generación y reutilización de recursos hídricos.

El sistema se establece la reautilización del agua obtenida tanto de los desechos líquidos humanos como vegetales mediante filtrado y purificación de esta.

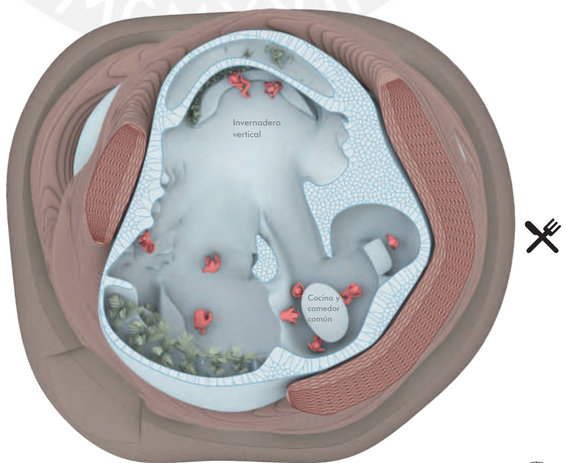
Respecto del oxígeno, se obtiene mediante la extracción de las moléculas de Hidrógeno del agua reutilizada para ser convertida en Oxígeno líquido, respirable por la tripulación.

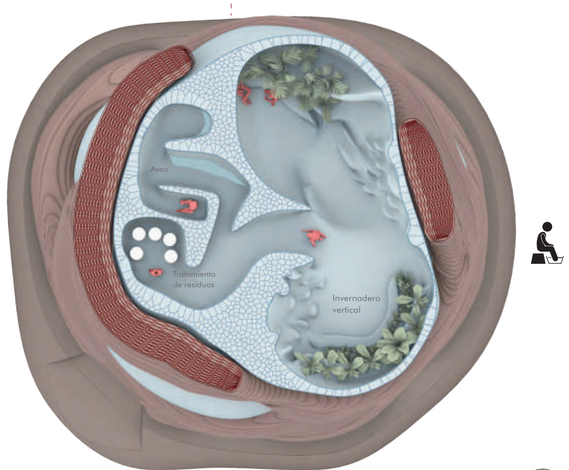
Alimentos deshidratados almacenados. Método actualmente utilizado para la reducción del



Esquema de sistema de renovación de aire y reutilización de líquidos (Proceso pasado en sistema existente en Estación Espacial Internacional).

Vista interior de comedor.

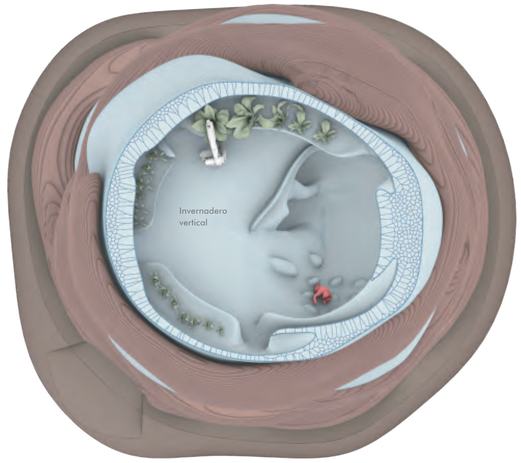


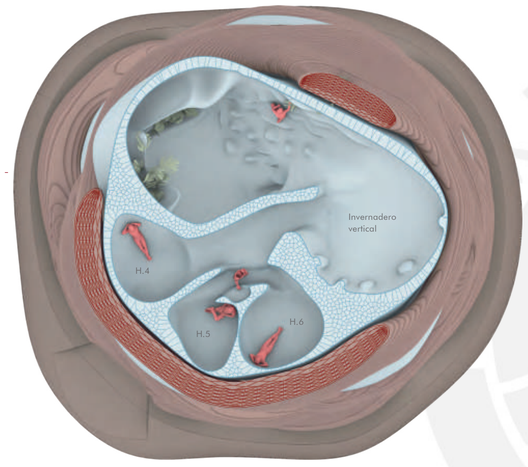


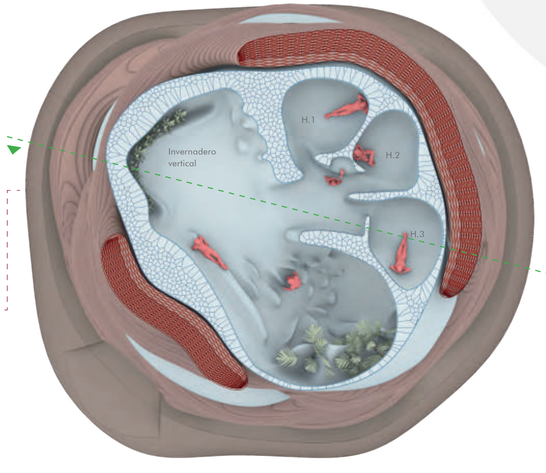
Los espacios de los niveles más altos del edificio se encuentran protegidos de la radiación ionizante vertical por el invernadero principal superior.

Estos espacios son las habitaciones individuales para cada astronauta. Esto se debe a la necesidad de espacios privados de reclusión voluntaria en contraste con los más comunes o de compartir como los laboratorios o comedor. Con ello se busca también reducir las situaciones de estrés que podrían llevar a riesgo la misión por la salud mental de la tripulación.

Estas habitaciones son principalmente verticales debido a la mejor cualidad de este tipo de espacios para el pensamiento abstracto-conceptual de cada individuo. Además del mejor aprovechamiento lúdico de la baja gravedad marciana: 0.38 veces la terrestre.



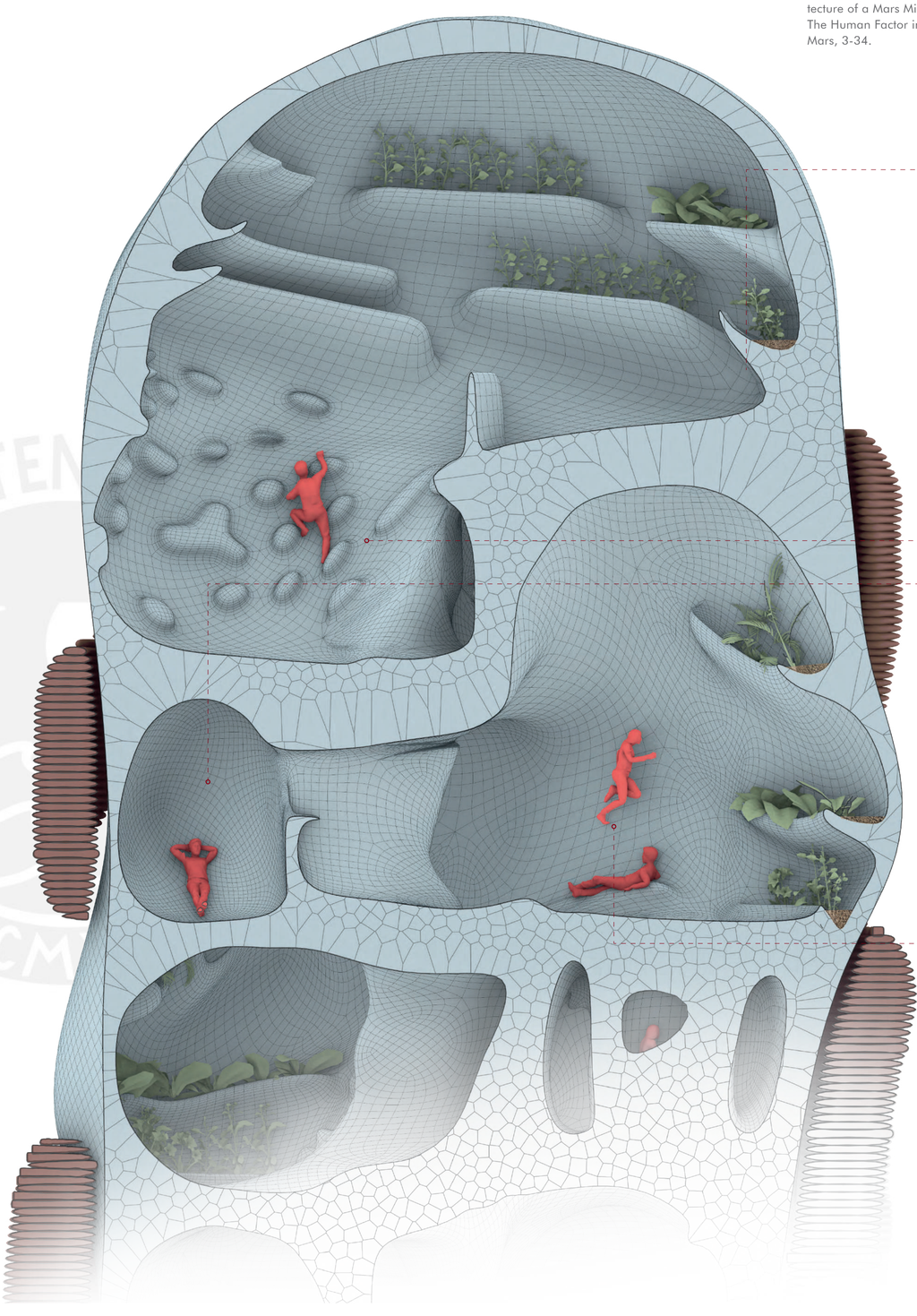


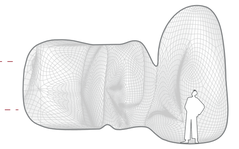


8 m

Radio de trabajo
de brazo robótico

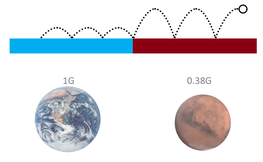
Abood, S. (2019). Martian Environmental Psychology: The Choice Architecture of a Mars Mission and Colony. The Human Factor in a Mission to Mars, 3-34.





Espacios de cielo más alto: permiten la relajación más fácilmente y el pensamiento abstracto.

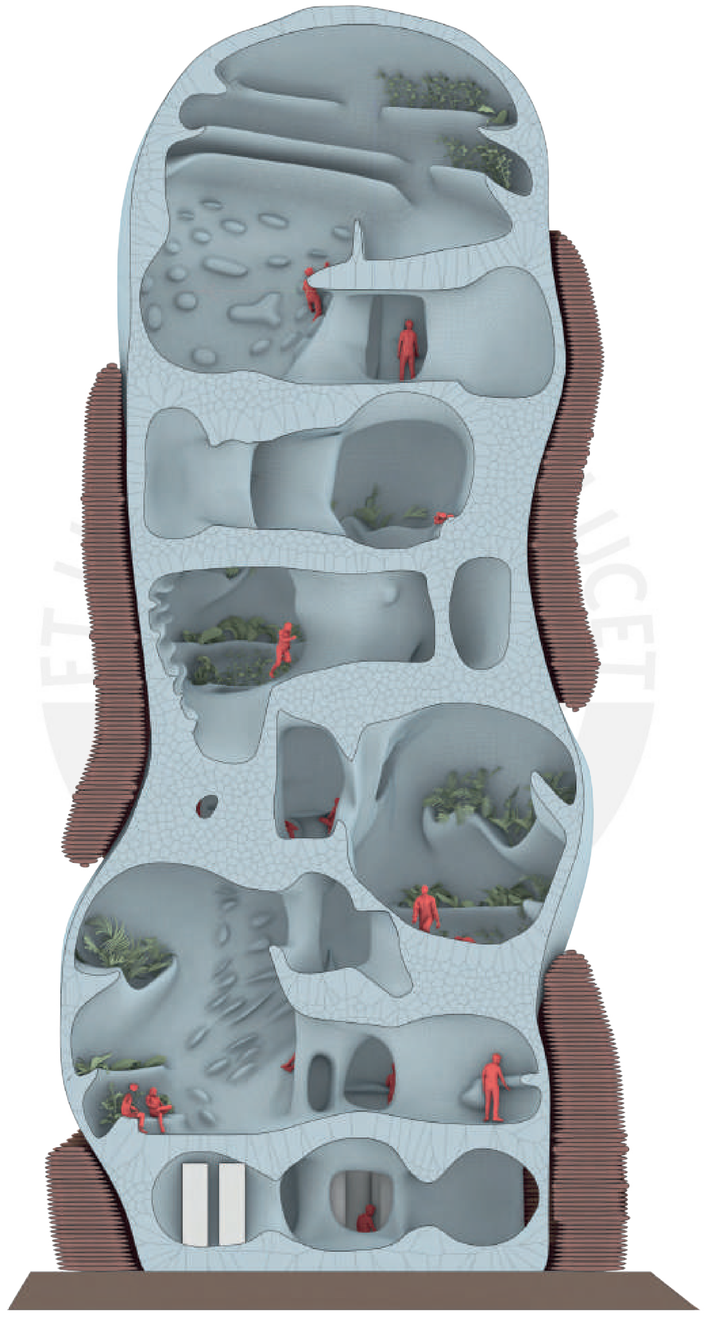
Abood, S. (2019). Martian Environmental Psychology: The Choice Architecture of a Mars Mission and Colony. The Human Factor in a Mission to Mars, 3-34.



Gravedad más baja que en el planeta Tierra.

Sección C-C

Sección A-A



Sección B-B

Sección C-C

Instrucciones de construcción de proyecto

Instrucciones de construcción / fabricación de la totalidad del proyecto. Se encuentra elaborado bajo parámetros estandarizados de G-code para máquinas de control numérico computarizado.

G1_Xaa Ybb Zcc

Mover herramienta a la coordenada indicada en valores cartesianos X, Y & Z.

G1_E0dd

Extruir material 1 la distancia establecida.

G1_E1dd

Extruir material 2 la distancia establecida.

G92_E0.00

Retracción o cambio de herramienta / material.

Información inicial

```
; Settings Summary
;   applyToModels,tierra
;   profileVersion,2020-06-11 13:27:17
;   baseProfile, Kuka titan
;   printMaterial, REGOLITH
;   printExtruders, 2
;   extruderName,Primary Extruder
;   extruderToolheadNumber,0
;   extruderDiameter,55
;   extruderAutoWidth,0
;   extruderWidth,60
;   extrusionMultiplier,1
;   extruderUseRetract,1
;   extruderRetractionDistance,5
;   extruderExtraRestartDistance,0
;   extruderRetractionZLift,0
;   extruderRetractionSpeed,4800
;   extruderUseCoasting,1
;   extruderCoastingDistance,0.5
;   extruderUseWipe,1
;   extruderWipeDistance,5
;   primaryExtruder,0
;   layerHeight,35
;   topSolidLayers,4
;   bottomSolidLayers,4
;   perimeterOutlines,3
;   printPerimetersInsideOut,1
;   startPointOption,2
;   startPointOriginX,0
;   startPointOriginY,110
;   sequentialIslands,0
;   spiralVaseMode,0
;   firstLayerHeightPercentage,100
;   firstLayerWidthPercentage,120
;   firstLayerUnderspeed,0.6
;   useRaft,0
;   raftExtruder,0
;   raftTopLayers,3
;   raftBaseLayers,2
;   raftOffset,3
;   raftSeparationDistance,0.14
;   raftTopInfill,100
;   aboveRaftSpeedMultiplier,0.3
;   useSkirt,0
;   skirtExtruder,0
;   skirtLayers,1
;   skirtOutlines,6
;   skirtOffset,0.1
;   usePrimePillar,0
;   primePillarExtruder,999
;   primePillarWidth,12
;   primePillarLocation,7
;   primePillarSpeedMultiplier,1
;   useOozeShield,0
;   oozeShieldExtruder,999
;   oozeShieldOffset,2
;   oozeShieldOutlines,1
;   oozeShieldSidewallShape,1
;   oozeShieldSidewallAngle,30
;   oozeShieldSpeedMultiplier,1
;   infillExtruder,0
;   internalInfillPattern,Grid
;   externalInfillPattern,Rectilinear
;   infillPercentage,25
;   outlineOverlapPercentage,15
;   infillExtrusionWidthPercentage,100
;   minInfillLength,5
;   infillLayerInterval,1
;   internalInfillAngles,45,-45
;   overlapInternalInfillAngles,1
;   externalInfillAngles,45,-45
;   generateSupport,0
;   supportExtruder,0
;   supportInfillPercentage,30
;   supportExtraInflation,0
;   supportBaseLayers,2
;   denseSupportExtruder,0
;   denseSupportLayers,2
;   denseSupportInfillPercentage,100
;   supportLayerInterval,1
;   supportHorizontalPartOffset,0.3
;   supportUpperSeparationLayers,1
;   supportLowerSeparationLayers,1
;   supportType,1
;   supportGridSpacing,2
;   maxOverhangAngle,65
;   supportAngles,45
;   temperatureName,Primary Extruder,Heated Bed
;   temperatureNumber,0,0
;   temperatureSetpointCount,2,2
;   temperatureSetpointLayers,1,2,1,2
;   temperatureSetpointTemperatures,210,205,70,60
;   temperatureStabilizeAtStartup,1,1
;   temperatureHeatedBed,0,1
;   fanLayers,1,2,3,4
;   fanSpeeds,0,40,70,100
;   blipFanToFullPower,0
;   adjustSpeedForCooling,1
;   minSpeedLayerTime,15
;   minCoolingSpeedSlowdown,40
;   increaseFanForCooling,0
;   minFanLayerTime,45
;   maxCoolingFanSpeed,100
;   increaseFanForBridging,0
;   bridgingFanSpeed,100
;   use5D,1
;   relativeEdistances,0
;   allowEaxisZeroing,1
;   independentExtruderAxes,0
;   includeM10123,0
;   stickySupport,1
;   applyToolheadOffsets,0
;   gcodeXoffset,0
;   gcodeYoffset,0
;   gcodeZoffset,0
;   overrideMachineDefinition,1
;   machineTypeOverride,0
;   strokeXoverride,300
;   strokeYoverride,300
;   strokeZoverride,400
;   originOffsetXoverride,0
;   originOffsetYoverride,0
;   originOffsetZoverride,0
;   homeX dirOverride,-1
;   homeYdirOverride,-1
;   homeZdirOverride,-1
;   flipXoverride,1
;   flipYoverride,-1
;   flipZoverride,1
;   toolheadOffsets,0,0|0,0|0,0|0,0|0,0|0,0
;   overrideFirmwareConfiguration,1
;   firmwareTypeOverride,RepRap (Marlin/Repetier/Sprinter)
;   GPXconfigOverride,r2
;   baudRateOverride,115200
;   overridePrinterModels,1
;   printerModelsOverride
;   startingGcode,G28 ; home all axes,G1 Z5 F3000 ; lift,G1 X5 Y10 F1500 ; move to prime,G1 Z0.2 F3000 ; get ready to prime,G92 E0 ; reset extrusion distance,G1 Y80 E20 F600 ; prime nozzle,G1 Y100 F5000 ; quick wipe
;   layerChangeGcode,
;   retractionGcode,
;   toolChangeGcode,
;   endingGcode,G28 X0 ; home x axis,M106 S0 ; turn off cooling fan,M104 S0 ; turn off extruder,M140 S0 ; turn off bed,M84 ; disable motors
;   exportFileFormat,gcode
;   celebration,0
;   celebrationSong,Funky Town
;   postProcessing,
;   defaultSpeed,3600
;   outlineUnderspeed,0.5
;   solidInfillUnderspeed,0.8
;   supportUnderspeed,0.8
;   rapidXYspeed,7200
;   rapidZspeed,900
;   minBridgingArea,50
;   bridgingExtraInflation,0
;   bridgingExtrusionMultiplier,1
;   bridgingSpeedMultiplier,1
;   useFixedBridgingAngle,0
;   fixedBridgingAngle,0
;   applyBridgingToPerimeters,0
;   filamentDiameters,1.75|1.75|1.75|1.75|1.75|1.75
;   filamentPricesPerKg,500|46|46|46|46|46
;   filamentDensities,1.25|1.25|1.25|1.25|1.25|1.25
;   useMinPrintHeight,0
;   minPrintHeight,20
;   useMaxPrintHeight,0
;   maxPrintHeight,30
;   useDiaphragm,0
;   diaphragmLayerInterval,20
;   robustSlicing,1
;   mergeAllIntoSolid,0
;   onlyRetractWhenCrossingOutline,1
;   retractBetweenLayers,0
;   useRetractionMinTravel,0
;   retractionMinTravel,3
;   retractWhileWiping,1
;   onlyWipeOutlines,0
;   avoidCrossingOutline,1
;   maxMovementDetourFactor,20
;   toolChangeRetractionDistance,12
;   toolChangeExtraRestartDistance,-0.5
;   toolChangeRetractionSpeed,600
;   externalThinWallType,1
;   internalThinWallType,1
;   thinWallAllowedOverlapPercentage,20
;   singleExtrusionMinLength,0.5
;   singleExtrusionMinPrintingWidthPercentage,50
;   singleExtrusionMaxPrintingWidthPercentage,200
;   singleExtrusionEndpointExtension,0.2
;   horizontalSizeCompensation,-0.15
G90
M82
M106 S0
M140 S70
M190 S70
M104 S210 T0
M109 S210 T0
G28 ; home all axes
G1 Z5 F3000 ; lift
G1 X5 Y10 F1500 ; move to prime
G1 Z0.2 F3000 ; get ready to prime
G92 E0 ; reset extrusion distance
G1 Y80 E20 F600 ; prime nozzle
G1 Y100 F5000 ; quick wipe
; process Process4-1
; layer 1, Z = 0.200
T0
; feature inner perimeter
; tool H0.200 W0.440
G1 Z0.200 F900
G1 X121.928 Y117.896 F7200
G92 E0.0000
G1 X124.289 Y116.785 E0.0955 F1620
G1 X124.044 Y115.928 E0.1281
G1 X124.815 Y116.103 E0.1570
G1 X125.881 Y113.838 E0.2486
```

Información final

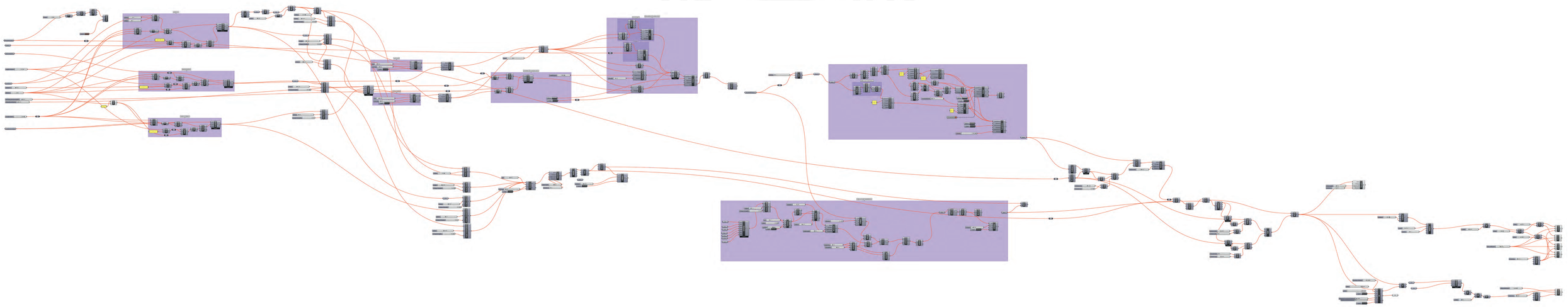
```
G92 E0.0000
G1 E-5.0000 F4000
; layer end
G28 X0 ; home x axis
M106 S0 ; turn off cooling fan
M104 S0 ; turn off extruder
M84 ; disable motors
; Build Summary
;   Build time: xx hours xx minutes
;   Filament length: 161633.9 mm (161.63 m)
;   material volume: 388775.21 mm^3 (3887.8 cc)
```

```
>>>print (str4)
```

Insumos y anexos

Algoritmo de proyecto de arquitectura

Información de procesamiento algorítmico de data, junto con simulaciones físicas utilizadas durante el proyecto para la generación de geometría inicial y procesamiento de código de fabricación.



ATLAS 60

’atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_
atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_at-
las_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_atlas_

```
>>>> str1 = “atlas”
>>>> (str1+”_”)*800
```

['cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'texto', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'texto', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cuestión', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'cuestión', 'texto', 'texto', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'texto', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'texto', 'texto', 'hipermínimo', 'texto', 'texto', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cuestión', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'texto', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cuestión', 'texto', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'texto', 'cuestión', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'cuestión', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'texto', 'texto', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'texto', 'texto', 'cuestión', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'texto', 'texto', 'cuestión', 'texto', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'cuestión', 'cuestión', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cuestión', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'texto', 'cosa', 'texto', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cuestión', 'texto', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'texto', 'hipermínimo', 'cosa', 'texto', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'texto', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'hipermínimo', 'cosa', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'cuestión', 'cuestión', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'texto', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'texto', 'hipermínimo', 'texto', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'cosa', 'cosa', 'cuestión', 'cuestión', 'texto', 'texto', 'texto', 'texto', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cuestión', 'texto', 'cosa', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'hipermínimo', 'hipermínimo', 'cosa', 'hipermínimo', 'cosa', 'cuestión', 'texto', 'cuestión', 'cosa', 'cuestión', 'cosa', 'texto', 'cosa', 'cosa',

```
>>>> import random
>>>> atlas = ["cosa", "texto", "cuestión", "hipermínimo"]
>>>> results = random.choices(atlas, weights=[20, 10, 10, 10], k=1500)
>>>> print (results)
```

>>>>print (“1. ”+elm1)

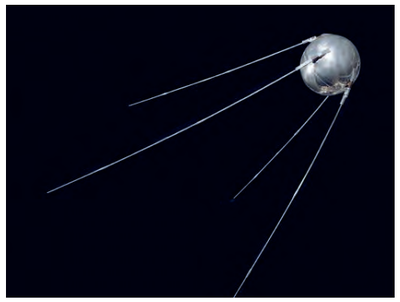
1. Cosas

Juicy Salif

Philippe Starck (1990)

El objeto se encuentra centrado en la imagen de fondo blanco. Éste es de metal cromado y compuesto por un cuerpo suspendido por tres soportes.

La geometría del cuerpo suspendido insinúa zurcos por donde podría recorrer el líquido hacia el punto más bajo de este cuerpo. Los tres soportes se encuentran alineados dentro de un triánglo equilátero y ligeramente elevados respecto de la parte más baja del cuerpo principal.



Satélite Sputnik (1957), primer satélite artificial puesto en órbita.

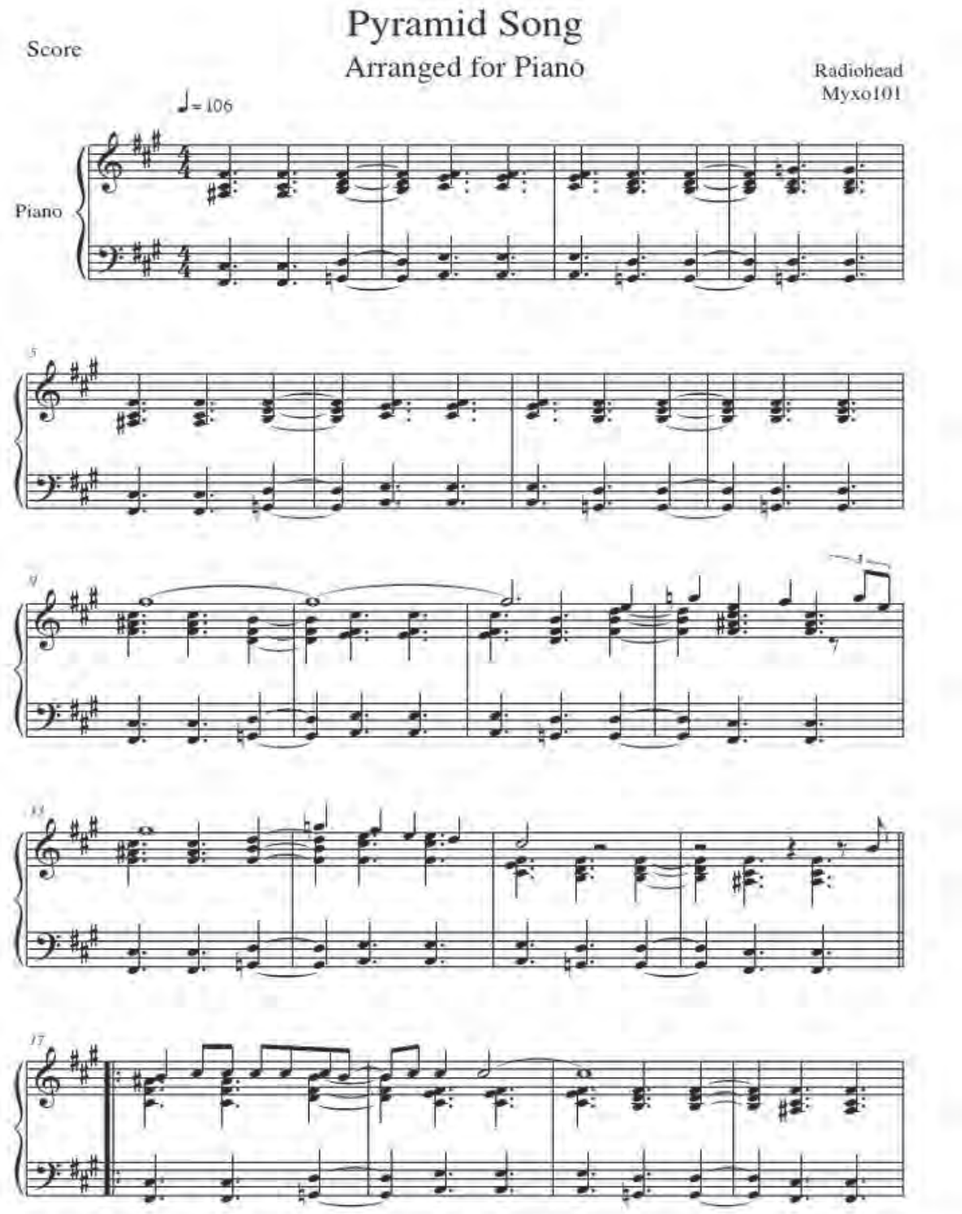
Pyramid Song

Radiohead
Thom Yorke
2001
URL: shorturl.at/erv68

"Pyramid Song" es una canción escrita por Thom Yorke en el año 1999, publicada en 2001 dentro del álbum "Amnesiac".
La métrica matemática es escencialmente 4/4; sin embargo, la progresión de acordes no se sostiene rígidamente de ella, sino que la subdivide en 4 partes cada tiempo utilizando 2 trecillos, seguidos por dos semicorcheas y dos trecillos adicionales, para luego reestructurarla utilizando 3/3/4/3/3.

$$\sum$$

Símbolo de sumatoria
en matemáticas

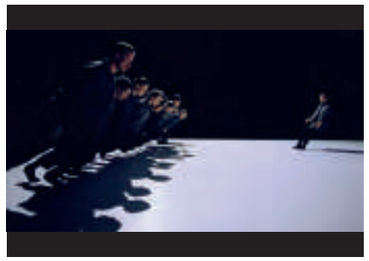


Balance

Christoph Lauenstein, Wolfgang Lauenstein
Vídeo
1989
URL: shorturl.at/apzE8

Cortometraje surrealista alemán en formato 4:3 basado en la técnica de stop-motion. Se presenta a cinco individuos idénticos a excepción de una numeración en sus espaldas. Ellos se encuentran en una plataforma cuadrada suspendida y cuyo centro de gravedad depende de la posición de los individuos.

Un elemento externo -una caja musical- aparece en escena y cad auno de ellos intenta poseerla. Finalmente, por el conflicto, cuatro de ellos caen y el último en pie no puede mantener el balance.

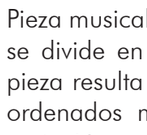


"Ánima"
Thom Yorke & Paul Thomas Anderson
Vídeo
2019
URL: shorturl.at/axB13

Symphony No. 5 in C Minor, Op. 67

Ludwig van Beethoven
1808
URL: shorturl.at/muwx9

Pieza musical en formato de sonata cuya estructura se divide en cuatro movimientos. El iniciar de la pieza resulta característico por contar con sonidos ordenados muy conglomeradamente. Esta interpretación resulta con mucho ataque (sonido muy fuerte al inicio) y sin mucha decadencia.



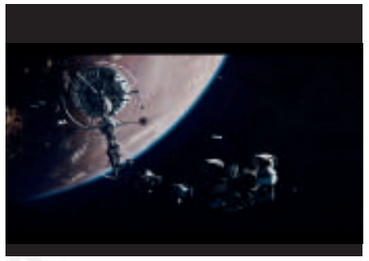
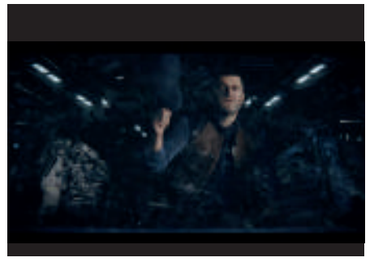
Master of puppets
Metallica
2009 (ejecución)
URL: shorturl.at/zN347

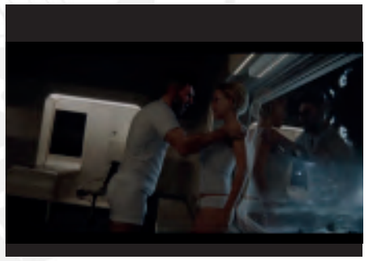
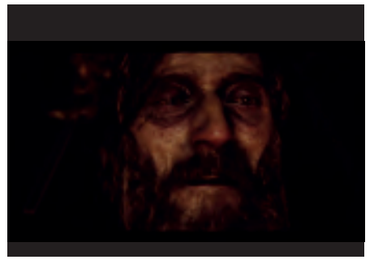
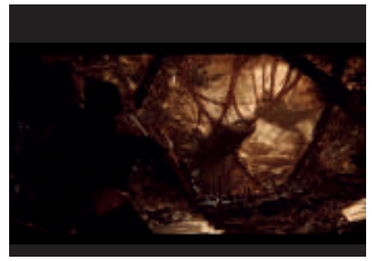
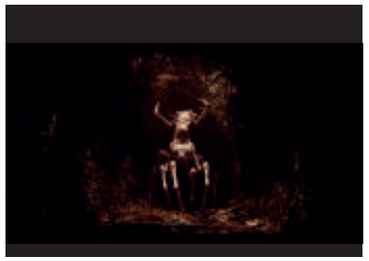
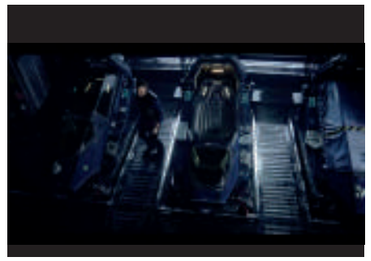
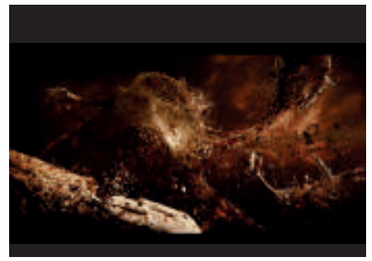
Beyond the Aquila Rift

Dominique Boidin
Léon Bérelle
Rémi Kozyra
Maxime Luère
2019
URL: shorturl.at/atzAI

Cortometraje de ciencia ficción en formato 16:9 de17 minutos de duración. Inicia con la presentación del personaje principal el cual se prepara par aun largo viaje a cruzar una galaxia. Sin embargo, ocurren problemas y se desvía sin conocerlo. Aparece el segundo personaje principal para explicarlo a través de mentiras. Este último personaje creó una realidad virtual para mantener inconsciente al primero hasta su muerte.

The Matrix
1999
Lilly Wachowski
Lana Wachowski

Obsession

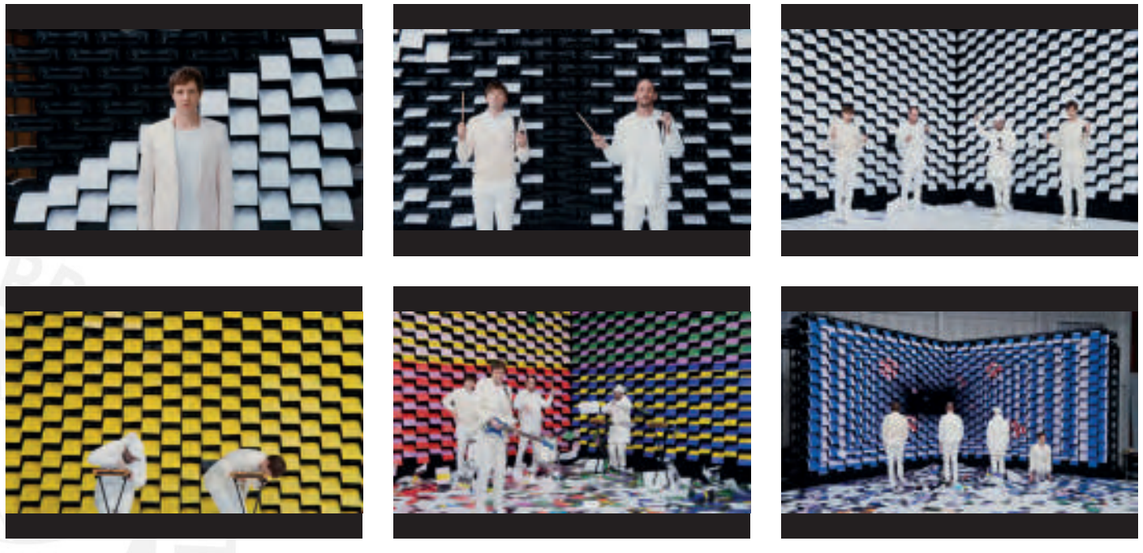
OK GO
Vídeo musical
27 de noviembre, 2017.
URL: shorturl.at/wLZ79

Video musical en formato horizontal en el cual actuan 4 personajes sobre un fondo compuesto por 567 impresoras de papel.

La construcción del tiempo del vídeo se realiza a través de una grabación en cámara rápida cuya velocidad de reproduccióne s alterada en post-producción.

Las impresoras permiten generar cambios de fondos de acuerdo al desarrollo del sonido. A modo de una pantalla, pero de manera física.

"A-punk"
Vampire Weekend
Vídeo musical
7 de enero, 2008
URL: shorturl.at/gAIOT



Puente Trumpf

Schlaich Bergermann und Partner
2018

Imagen horizontal que muestra tres objetos. En primer plano se halla un puente metálico; bajó él, un auto en movimiento sobre una pista. Y en tercer lugar, un grupo de árboles en el plano más lejano. El puente mencionado permite el paso de peatones debido a su ancho. Su estructura se encuentra perforada dejando solo el material preciso por donde se transmiten las cargas a los puntos de contacto con el suelo.

Grupo de naranjas contenidas
en una malla tensionada roja.

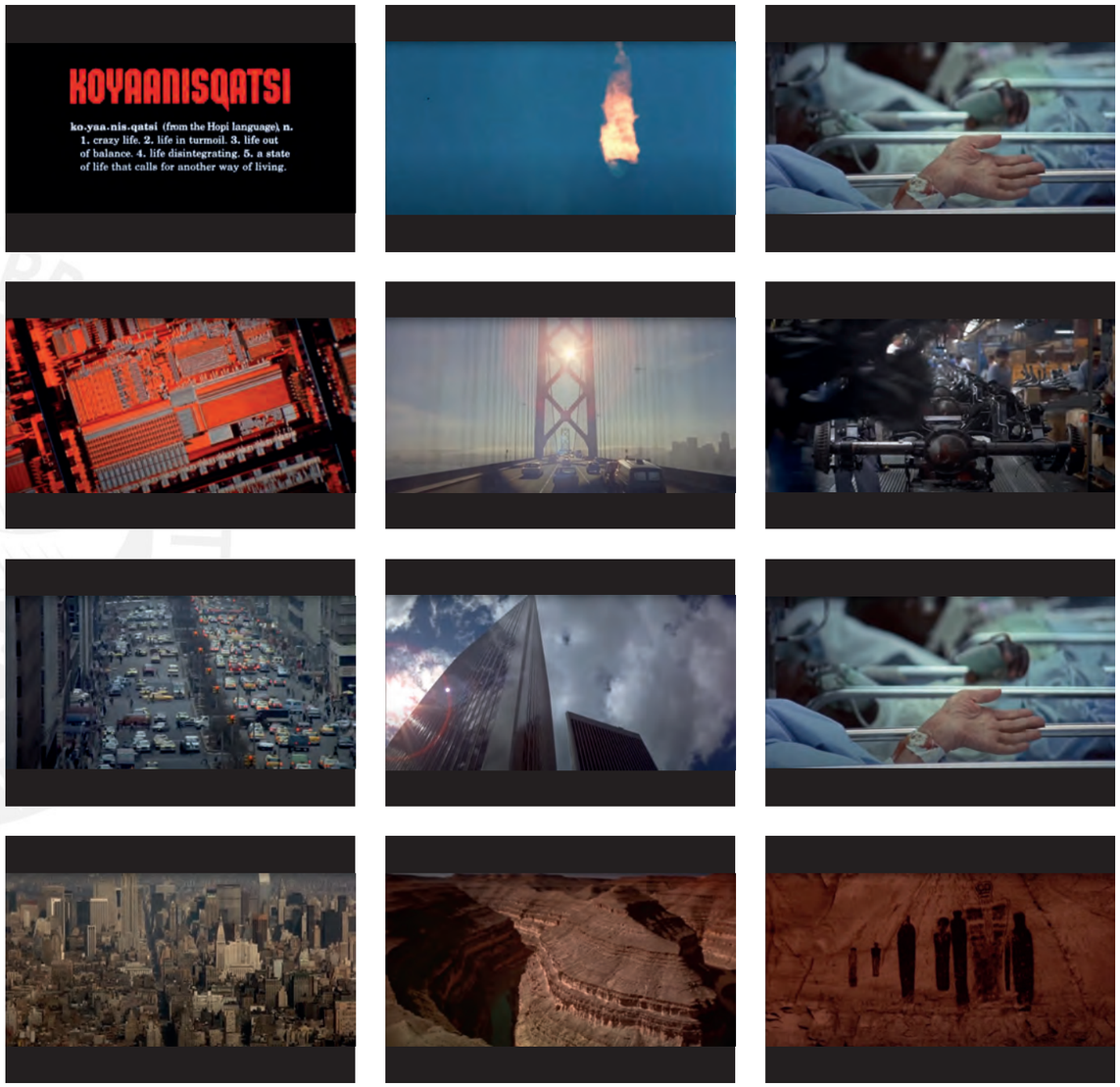
Koyaanisqatsi

Godfrey Reggio & Philip Glass
New Cinema.
1982
URL: shorturl.at/glzLS

Largometraje de 85 minutos en formato 16:9. Se compone de fragmentos modulados a partir de la duraciónde 5 minutos. Inicia con la imagen de un cohete en despegue, seguido de paisajes vírgenes sin presencia de humanos. Para llegar a un clímax poblado de estos últimos a lo largo de la historia de manera gadual. Para finalmente cerrar con la misma escena inicial del cohete en despegue, ahora estallando.

La banda sonora juega un papel extremadamente importante, en tanto compone las atmósferas a lo alrgo de todo el largometraje usando técnicas de composición secuenciales y con variaciones de insturmentación respecto del grado sintético de la escena.

Exogenesis Symphony Pt. 1 (Overture)
Matthew Bellamy (Muse)
2009
URL: shorturl.at/luLY7



Pasajero con mascarilla

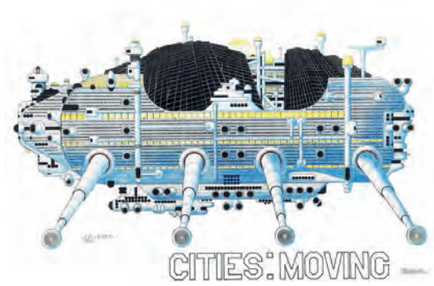
Tommy Fung
2020

Imagen en proporción 1:1. Muestra en el cuadrante izquierdo superior a una persona sentada con una suerte de mascarilla o parásito en la cara. El pasajero se encuentra sentado en un Metro o tren con más pasajeros rodeándolo sin que se percaten de ello.

Headcrab zombie
Half-Life
1998

Corte longitudinal de tortuga

Imagen horizontal que muestra la sección del esqueleto de una tortuga con los miembros extendidos. El caparazón se encuentra cortado mientras que sus extremidades no. La iluminación es bastante difusa y no genera sombras duras. Se puede ver que tanto el esqueleto de las extremidades como el caparazón forman parte de un mismo sistema y no por separado.



Walking city (1964)
Ron Herron

Theremin y Leon Theremin

La imagen mantiene una proporción vertical con dos objetos enmarcados cerca de los bordes izquierdo y derecho. A la izquierdda, un instrmento musical conectado y con dos elementos externos como antenas. A la derecha, una persona vestida con traje oscuro extendiendo sus brazos hacia el insturmento, pero sin tocarlo, Leon Theremin.

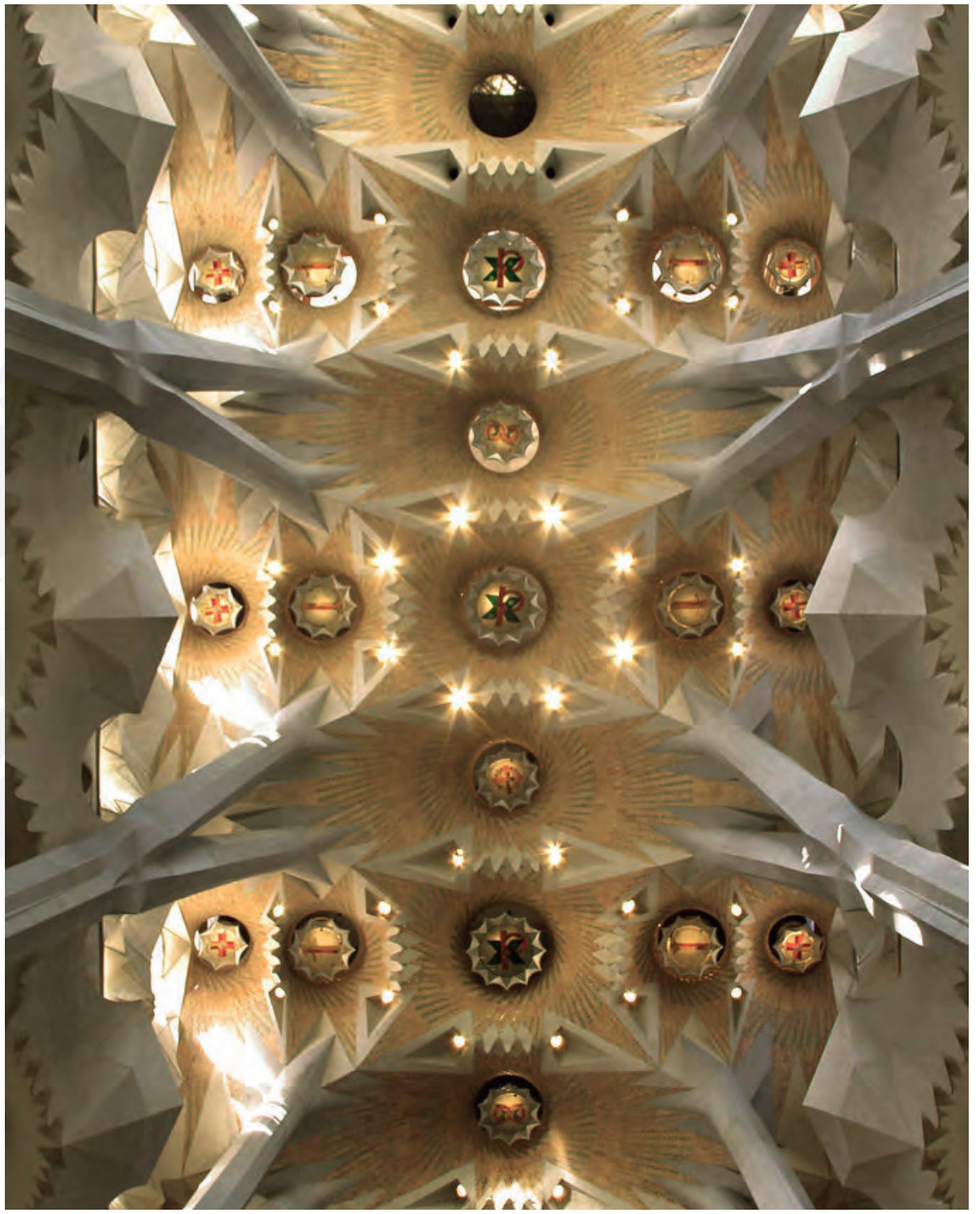
Este insturmento a la izquierda utiliza los campos electromagnéticos del cuerpo humano para reproducir sonidos, tanto en altura de nota como en la intensidad. De ahí que los brazos de Leon Theremin se extienden hacia él.

Xbox Kinect V.10
(2006)

Techo de Sagrda Familia | Antoni Gaudi

Techo diseñado por Antoni Gaudí para la basílica de la Sagrada Familia. Toda geometría en ella se genera de manera biomimética desde la transferencia de cargas. La bifurcación de las columnas de manera similar a los troncos de árboles ocurren debido a la transferencia de cargas de manera más eficiente desde el techo hacia el suelo.

Molle costeño en parque Ramón Castilla



Prototipo de losa optimizada de concreto

Andrei Jipa
Noviembre, 2016.

La imagen de proporción rectangular y horizontal muestra una losa de concreto ocupando casi todo el encuadre. Este se encuentra apoyado en 3 pilares bastante esbeltos. Su geometría en una primera mirada parece desordenada. SIn embargo, aparecen las lógicas de transmisión de cargas a través de una serie de nervaduras con jerarquías definidas: desde las más finas a las más robustas. Siendo estas últimas las que contactan los pilares.

Techo de Abadía de Bath
1530

Galaxia

Arthur Mamou-mani
2018

Pabellón construido en el contexto del festival "Burning Man" del año 2018. La imagen vertical se encuentra dividida cerca del medio como horizonte. El cielo nublado y con polvo, invadido por un edificio que parte de la línea horizontal y apunta hacia arriba. Mientras que en la parte inferior se ven bicicletas estacionadas y eprsonas cerca del edificio.

Concebido como un templo dirigido constantemente al cosmos, toma su nombre de allí. El esquema estructural es basado en el crecimiento espiral de las filotaxis. Todo este sistema fue elaborado utilizando herramientas digitales de diseño paramétrico.

Fotografía del agujero negro
en el centro de la galaxia M87

Fachada de la Pasión – Sagrada Familia

Antoni Gaudí
1882

La imagen es vertical y muestra la fachada del edificio rodeado de cielo y algunas máquians propias de la construcción. El edificio ocupa casi la totalidad de la imagen.

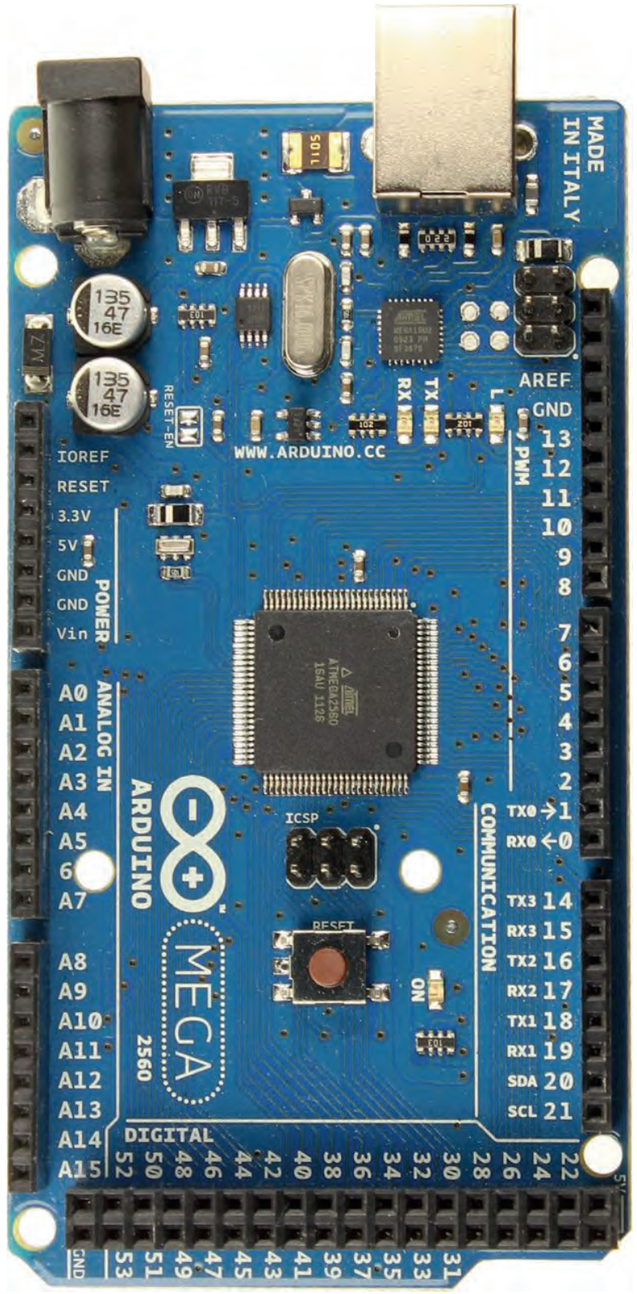
Esta fachada muestra claramente el camino que siguen los esfuerzos para ser trasladados de la estructura hacia el suelo. Debido a ello, los soportes tienen ciertas inclinaciones.

cadena colgante

Arduino Mega 2560

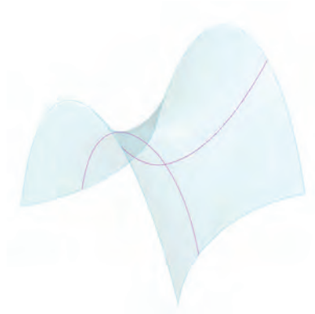
Placa de prototipado en electrónica de 203*55mm de dimensiones. Cerebro de trabajo coreMegaA8 de 256 bits a 5V. Permite el trabajo en relacionar lo digital y lo físico a través de prototipos funcionales o la lectura de condiciones físicas y transformarlas en señales digitales hacia una computadora.

Sintetizador de sonidos Minimoog
Moog music
1970



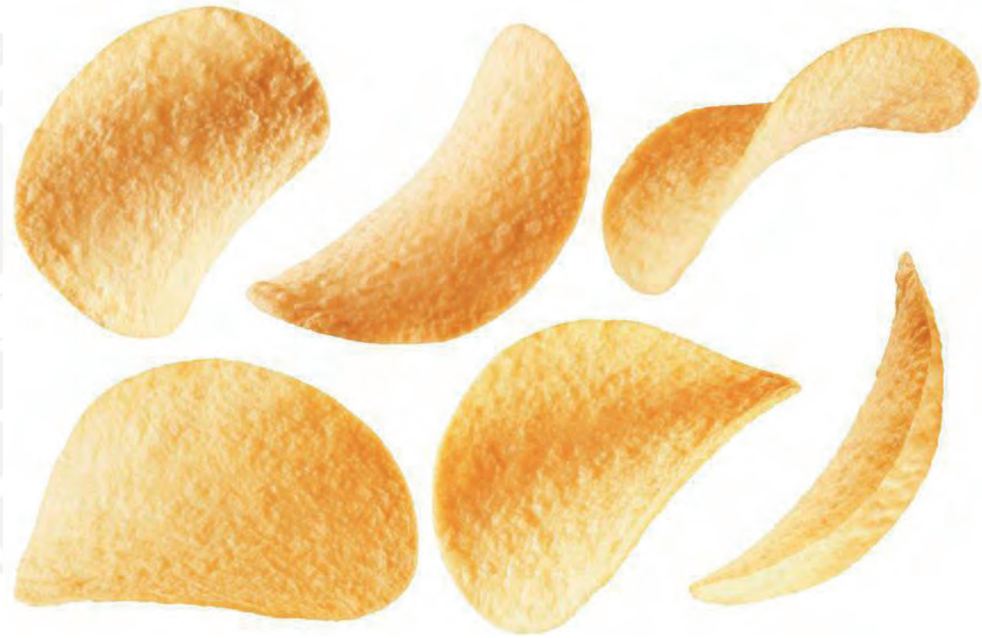
Pringle

Elemento mínimo del producto “Pringle’s”. Es generado no a partir del corte directo de papas, sino de una masa hecha a partir de ellas; esto permite la geometría que posee. Esta no es posible ser realizada con una lámina plana o un solo corte debido a que es una superficie de doble curvatura.



Superficie de doble curvatura

imposible de realizar con una lámina plana de material



Aeropuerto JFK (1962)

Eero Saarinen

Vista interior del aeropuerto JFK por Saarinen. La superficie superior funciona como cobertura de todo lo que ocurre en el espacio interior. La geometría continua en la que el piso se convierte en pared y viceversa responde a criterios estructurales en los cuales la transferencia de cargas es continua y no pasa por quiebres en esquinas.

Boceto para traje completo
Patrik Schumacher

Pastel algorítmico

Dinara Kasko
2018

La imagen muestra un pastel de color rojizo sobre una mesa, siendo cortado por una persona frente a él. Este pastel se compone de muchos pedazos pequeños. Todos son similares, aunque con ligeras variaciones como su inclinación, altura y la altura del recorte en la parte más alta.

Maquina de dibujo de Durero

Optimización topológica

La imagen muestra cuatro objetos de identico material oredenados desde la esquina superior izquierda hacia la esquina inferior derecha.

La secuencia sigue aquella dirección en tanto cada pieza reduce la cantidad de material que posee. Esto con el fin de cumplir el mismo objetivo basado en los esfuerzos, pero llevando al mínimo su masa.

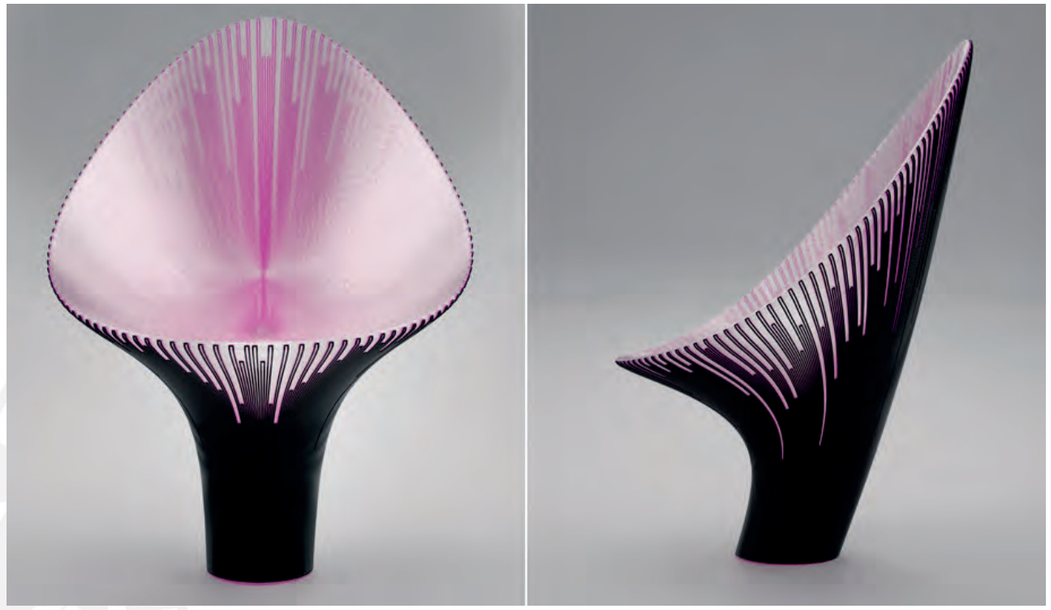
Fémur humano, con mayor concentración de masa cerca a los nodos.

Silla Bow

Nagami design
2018

Silla impresa en 3D. La superficie de contacto es completamente lisa y sin intersecciones de superposición de material debido a su método de fabricación: impresión 3D no plana utilizando un brazo robótico para la deposición de material, esto permite más angulos de trabajo que una impresora 3D regular.

Pabellón de ICD/ITKE
2016/2017



>>>>print (“2. “+elm2)

2. Textos

Meditaciones metafísicas

Descartes, R. (1641). Meditaciones metafísicas. Meditación primera: de las cosas que pueden ponerse en duda.

Rene Descartes, en "Meditaciones Metafísicas", establece un criterio particular de interpretación a partir de un proceso estrictamente racional –basado inicialmente en la razón humana-. Es aquí que establece ciertos axiomas en este contexto para dar lugar a la duda metódica. A partir de no poder confiar racionalmente de la experiencia personal, solo se puede confiar en ciencias con verdades no dependientes de la experimentación, como la matemática.
Para esto, él establece dos ideas: los sentidos como herramienta de interiorización de la realidad, los cuales no son de fiar; y la poca distinción entre la vigilia y el sueño, en tanto es difícil distinguir el uno del otro en el momento en el cual nos encontramos en cualquiera de ellos.

Lentes VR
Dispositivo utilizado para simular una realidad virtual a través del uso de dos imágenes: una para cada ojo.

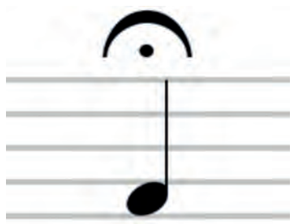
"Hace mucho tiempo que me he dado cuenta de que, desde mi niñez, he admitido como verdaderas una porción de opiniones falsas, y que todo lo que después he ido edificando sobre tan endebles principios no puede ser sino muy dudoso e incierto; desde entonces he juzgado que era preciso acometer seriamente, una vez en mi vida, la empresa de deshacerme de todas las opiniones a que había dado crédito, y empezar de nuevo, desde los fundamentos, si quería establecer algo firme y constante en las ciencias."

"[...] Todo lo que he tenido hasta hoy por más verdadero y seguro lo he aprendido de los sentidos o por los sentidos; ahora bien: he experimentado varias veces que los sentidos son engañosos y es prudente no fiarse nunca por completo de quienes nos han engañado una vez."

Liquid architectures in cyberspace

Marcos Novak
Novak, M. (1991, October). Liquid architectures in cyberspace. In *Cyberspace* (pp. 225-254). MIT Press.

En el texto "Liquid architectures in cyberspace", Marcos Novak establece, en el contexto del desborde del ciberespacio a inicios de los 1990's con internet, este concepto relativamente nuevo dentro de la arquitectura.
Lo logra definiendo el ciberespacio como el soporte de una realidad contenida, para luego inscribir una arquitectura fluctuante dentro de ella. Esta arquitectura no se encuentra limitada por las condicionantes físicas como gravedad, tiempo o material.



Calderón
Figura musical que indica que la duración de la nota modificada será determinada por el director

"A liquid architecture in cyberspace is clearly a dematerialized architecture. It is an architecture that is no longer satisfied with only space and form and light and all the aspects of the real world. It is an architecture of fluctuating relations between abstract elements. It is an architecture that tends to music.
Music and architecture have followed opposite paths. Music was once the most ephemeral of the arts, surviving only in the memory of the audience and the performers. Architecture was once the most lasting of the arts, reaching as it did into the caverns of the earth, changing only as slowly as the planet itself changes.
Symbolic notation, analog recording, and, currently, digital samplig and computational composition, have enabled music to become, arguably, the most permanent of the arts. By contrast, the life span of architecture is decreasing rapidly. In many ways architecture has become the least durable of the arts."

Tectonism in Architecture, Design and Fashion

Patrik Schumacher

Aparecido en "AD: Architectural Design". 2 de Noviembre, 2017.

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ad.2245

En su artículo para la revista AD, Schumacher da forma al Tectonismo como una tercera etapa del estilo arquitectónico Parametricismo; basado más recientemente en la ingeniería y las técnicas de fabricación robótica y digital. Esto como el principio de la estética desde la técnica.

"Tectonism implies the stylistic heightening of engineering- and fabrication-based form-finding and optimization processes."

"While many current design experiments focus on exploring new technologies and architects/designers are inevitably drawn into engineering problematics and thus become proto-engineers, stirring and steering real engineers to come on board, it is important to keep track of the fundamental disciplinary difference between design (including architecture) and the engineering disciplines."

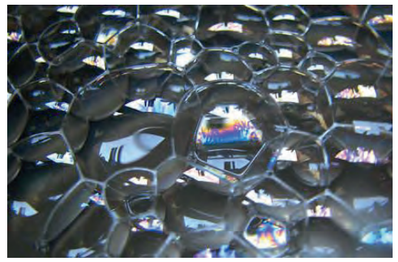
Schism
Tool
2019
URL: https://www.youtube.com/watch?v=MM62wjLrgmA

Emergence: Complex behaviour arising from simple roots

Peter Lynch
Aparecido en "Irish Times". 3 de Octubre, 2019.

https://www.irishtimes.com/news/science/emergence-complex-behaviour-arising-from-simple-roots-1.4031230

Peter Lynch, en su texto breve, explica el comportamiento de sistemas complejos desde el actuar de elementos separados orquestados de manera casi espontánea. Sin embargo, como todo sistema, simple o complejo, se encuentra regido por patrones de comportamiento.



Burbujas conglomeradas.
Conjunto de burbujas agrupadas formando el esquema de voronoi.

"Swarming is a behaviour pattern exploited by many animal species. There is flocking of birds, shoaling of fish, herding of wildebeests and so on. [...] Swarm behaviour can be simulated using mathematical models implemented as algorithms or computer programs."

"A collection of people may also engage in swarm behaviour, in sporting events, demonstrations, riots, strikes, and religious assemblies. The stock market exhibits herd behaviour, with frenzied buying and selling. This is often driven by emotion rather than reason, with greed not far from sight."

Soundscape and Sound Preferences in Urban Squares: A Case Study in Sheffield

Wei Yang & Jian Kang

Yang, W., & Kang, J. (2005). Soundscape and sound preferences in urban squares: a case study in Sheffield. Journal of urban design, 10(1), 61-80. URL: shorturl.at/mpDM0

Yang y Kang, en su texto, buscan entender las preferencias de campos sonoros enmarcados en dos plazas en la ciudad de Sheffield y la elección de uno sobre otro. Para esto, se basan en encuestas de definición de campos sonoros componiendo el paisaje sonoro de cada espacio; así como las preferencias por grupos de edad.

Lotus flower
Radiohead
2011
URL: https://www.youtube.com/watch?v=sqHe1rFQ6LA

"The most important objective of this study is to demonstrate why soundscape, broadly conceived, is an important aspect of urban square design, and how it affects different users. This is not, of course, an argument for an ideology of the aural to replace the hegemony of the visual. It is rather a plea for more explicit incorporation of soundscape design in particular into the consideration of urban squares."

De habitabilidad y arquitectura

Mónica Arzoz
Aparecido en Arquine. 23 de diciembre, 2014.
URL: https://www.arquine.com/habitabilidad-y-arquitectura/

Mónica Arzoz en su texto publicado en Arquine realiza una serie de reflexiones alrededor de la idea de habitabilidad. Si bien un concepto dentro de la arquitectura bastante amplio, ella se aproxima desde entender que la habitabilidad es más grande que la arquitectura misma. Y sin embargo, toda arquitectura debe ser habitable para ser arquitectura. De otro modo, resultaría un objeto escultórico en el paisaje físico.

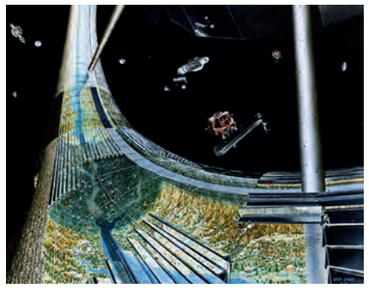
Imagen interior de una cueva
hacia un exterir poblado de árboles.

"Un lugar puede ser habitable o vivible si tiene características afectivas no necesariamente físico espaciales. Sabemos que todos los espacios, naturales o artificiales son potencialmente habitables a su manera. Sin embargo, mientas que en los espacios naturales es realmente indiferente si están o no habitados, los espacios arquitectónicos, sin excepción alguna, necesitan ser habitados, de lo contrario, la arquitectura pasa a ser una obra puramente escultórica."

Operating manual for Spaceship Earth

Buckminstaer Fuller
1969

En su texto, originado de una ponencia, Fuller sostiene que los avances de la tecnología generada por la humanidad permite realizar cosas increíbles. A pesar de ello, estos avances resultarían siendo inconsecuentes e incluso sin un fin consolidado si no se toma en consideración que la humanidad se encuentra en un mismo contenedor: el planeta Tierra. Y no se trata de un contenedor desechable, sino uno único.



Colonia espacial
Don Davis
circa 1970

"No vamos a ser capaces de pilotar nuestra nave espacial Tierra durante mucho tiempo más. A no ser que entendamos que es una única nave y que nuestro destino es común. Tenemos que ser todos o no seremos ninguno"

Diseñar un planeta

Pablo Aguilar
Aparecido en Arquine. 31 de marzo, 2020.
URL: https://www.arquine.com/disenar-un-planeta/

"¿Cuáles son los límites del diseño en la arquitectura?" es la pregunta que enmarca el texto de Pablo Aguilar. Al reflexionar sobre qué implica el diseño total: hacia el interior y hacia el exterior. La máxima expresión de diseño total hacia el exterior es el de un planeta en su totalidad. Y esto no resulta una idea insólita propia únicamente de nuestra década con Bjarke Ingels y Koolhas. Todo lo contrario: es una práctica perdida recientemente en la arquitectura.

Viaje a la luna
Georges Méliès
Largometraje
1902

"Únicamente es posible diseñar al planeta una vez hecho el desplazamiento de dejar de entenderlo como relato metafísico y pasar a verlo como imagen y como objeto no sólo de diseño, sino de diseño total. A pesar de que Bjarke Ingels, Rem Koolhaas y los arquitectos que les antecedieron puedan pensar lo contrario, la pregunta emitida en aquella charla —"¿si tuvieras la oportunidad de diseñar cualquier cosa, que sería?"— tiene límites que, desafortunadamente, nunca podremos transgredir."

>>>>>print (“3. “+elm3)

3. Cuestiones

Paisaje: manto y perfil

Por Rafael Zamora
19 de mayo, 2020

1. ¿Resultaría pertinente pensar una loggia contemporánea?

2. ¿Qué diferentes efectos producen los colores de los distintos tipos de vegetación en las personas?

3. ¿Qué tipo de vegetación es más resistente a la radiación cósmica?

4. Si bien la vegetación y naturaleza tienen su propias lógicas regidoras, ¿resultaría favorable tomarlas como recursos únciamente?

Clima, material y arquitectura vernácula

Por Martin Wieser
21 de abril, 2020.

1. ¿Qué elementos definen a una arquitectura vernácula?

2. ¿En qué medida, dentro del diseño de arquitectura, la forma debería seguir al clima?

3. ¿Debería la arquitectura aprender de los seres vivos y adaptarse constantemente a los distintos climas?

Coronavirus o el retorno a la normalidad

Por Philippe Rahm
Aparecido en Arquine, 18 de marzo, 2020.

1. ¿De qué manera las costumbres humanas se verán afectadas tras la epidemia de COVID-19?

2. ¿Es necesario aún considerar indispensable el contacto físico humano en las relaciones interpersonales?

3. ¿En qué medidad es válida la construcción formal como respuesta al clima?

4. ¿Es pertinente ahora considerar a la arquitectura como herramienta escencialmente de cobijo?

La madera como material total

Por Luis Takahashi
5 de mayo, 2020

1. ¿Qué limitaciones de uso de madera aparecen en lugares propensos a sufrir de incendios?

2. ¿Qué procesos de modificación genética se podríans eguir para mejorar las capacidades de un material total como la madera?

3. ¿Qué otros "materiales" vivos se pueden utilizar en la actualidad para construir espacios arquitectónicos?

4. ¿Qué otros materiales totales sintéticos se pueden encontrar en trabajo?

>>>>print (“4. “+elm4)

4. Hipermínimos

Entre el lenguaje y el código

En tanto el humano ha tenido la necesidad de relacionarse con otros seres –vivos-, la comunicación en sus diversas facetas ha formado parte indispensable de la vida de los individuos y grupos humanos. Si bien existen elementos propios de la comunicación establecidos por McLuhan, es necesario entender que los contextos se encuentran en constante cambio.

Cada uno de aquellos elementos pueden cambiar con el tiempo. Así, si bien en una etapa primigénia, tanto emisores como receptores eran similares al ser humanos; actualmente ambos pueden ser distintos. Como claro ejemplo de esto, podemos comunicarnos directamente con un software y viceversa. Sin embargo, no podemos comunicarnos con ellos utilizando un texto o instrucciones verbales de manera directa; sino utilizando un "idioma de máquinas" –o un código-. Así, en el contexto actual, resulta necesario conocer estos idiomas de máquinas e introducirlos en el quehacer cotidiano.

Nuesta engergía

Cada objeto a nuestro alrededor, en tanto cosa física, es material. Este material es, esencialmente, energía. Desde lo inorgánico y formado por procesos físicos, hasta lo inorgánico como plantas y animales; todos son energía. En su mayoría, han consumido energía directa o indirectamente de una estrella, Sol, que la emite de diferentes maneras.

Esto es la transformación de la energía y dentro de una larga cadena propia de este fenómeno, nos encontramos los humanos. Así como las plantas obtienen energía directamente de la radiación solar, los humanos, del consumo de alimentos. Estos últimos, provenientes de las plantas y el suelo. Entonces, si podemos entender cada objeto a nuestro alrededor como energía; en estos términos nada nos separa de una planta, de una roca, de un tallo. Todo es energía proveniente de una estrella: Sol.

Proporciones consonantes

Lo bello suele ser percibido por nuestras mentes como lo que se encuentra en un orden particular, en balance. Este balance aparece desde la percepción: lo visual, lo auditivo.

La música se define como sonido consonante, bello a nuestros oídos. La consonancia hace al sonido bello. Esta consonancia no es más que la cercanía de las frecuencias de las vibraciones de dos o más sonidos. Básicamente, dos ondas cuyas frecuencias cumplen una proporción matemática -cuanto más cercanos a 1/2- serán bellas. Nuestra idea de belleza auditiva no es realmente subjetiva.

Aceptar los dos lados

En occidente, y particularmente dentro de la religión cristiana, se tiene una visión dual del bien y el mal como cuestiones contrapuestas e incompatibles. Esto se puede ver en las representaciones de las deidades o figuras por encima de los humanos: Jehová como la encarnación del bien absoluto y Lucifer como todo lo opuesto: el mal.

Sin embargo, no somos absolutamente seres compuestos de lo bueno o de lo malo, sino de una combinación de ambos, de una serie de grises. Ya de hace casi dos milenios, otra figura, el dios Abraxas, simbolizaba todo ello.

Es necesario aceptar lo que compone nuestro comportamiento y, en consecuencia, a nosotros. Y es que nos componemos de cosas positivas y negativas -asumiendo una visión dual y aún bastante relativas-.

De realidades o ficciones

Asumimos la soberanía de una realidad colectiva. Una realidad que envuelve a todos y la entendemos a partir de sus reglas.

Aparecen desde las tempranas experiencias infantiles: caminar y caer, jugar y hacerse daño, saltar y ser atraído nuevamente al suelo, la tierra. Hasta las reglas más sencillas y sutiles de la interacción entre humanos nos exponen reglas.

Las realidades nos enmarcan, restringen y aceptamos su soberanía constantemente.

¿Robots o bufones?

Constantemente, escuchamos y leemos frases o ideas. En todo caso, las consumimos. Estas ideas pueden ser inéditas, nuevas y originales; como también pueden ser tomadas de otra persona y referenciadas.

Sostener algo y citar a alguien que haya enunciado una idea antes no tiene nada de negativo, Sino todo lo contrario. Defender el derecho a la ciudad de Lefebvre, ver la arquitectura a través de los ojos y sentidos sistematizados de Roberto Segre, entonar la trova cubana de Silvio Rodríguez.

No hay mal en sostener algo. Solo en sostener algo sin conocer el gérmen cuales robots repitiendo tareas o ideas.

De épocas y técnica

Cada tiempo (o época, para evitar alguna confusión) comprende desde paradigmas hasta tecnologías disponibles. Y en este marco se desarrolla mucha de la producción intelectual, artística y arquitectónica.

Se podría decír de manera sencilla que así ocurre. Sin embargo, no es completamente cierto. Con la aparición del concreto armado, se podría esperar que la producción arquitectónica tomara las lógicas de aquel nuevo material. Sin embargo, inicialmente fue utilizado como si de piedra se tratara. Con las mismas lógicas y estética de a piedra heredadas de un estilo arquitectónico previo. Así ocurrió hasta que Le Corbusier explotara las propiedades de aquel nuevo material.

Es necesario, entonces, entender el cambio no solo de paradigma de nuestro tiempo; sino, con él, las técnicas y materiales a disposición para la producción e incorporarlos con lógicas propias y no heredadas sin mayor reflexión.

Aprendizaje tejido

Muchas personas realizan más de una actividad. Y consciente o inconscientemente, el aprendizaje de estas de logra tejer.

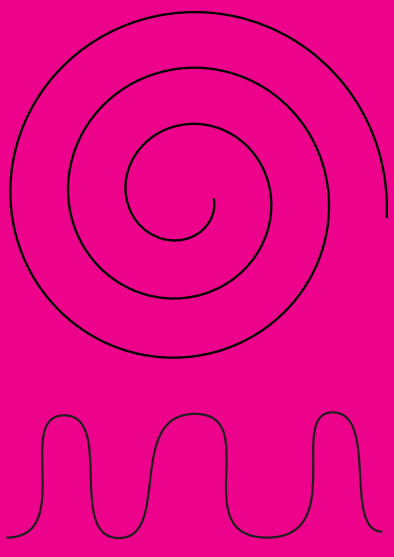
No es raro ver a un fotógrafo que también pinte; un músico que también realice producciones audiovisuales; un biólogo que también escriba; un arquitecto que teorice.

Y es que este tejido de actividades, al ser de actuar consciente permite la alimentación de cada una de estas actividades de lo aprendido de las otras.

Entre el lenguaje y el código

En tanto el humano ha tenido la necesidad de relacionarse con otros seres –vivos-, la comunicación en sus diversas facetas ha formado parte indispensable de la vida de los individuos y grupos humanos. Si bien existen elementos propios de la comunicación establecidos por McLuhan, es necesario entender que los contextos se encuentran en constante cambio.

Cada uno de aquellos elementos pueden cambiar con el tiempo. Así, si bien en una etapa primigénia, tanto emisores como receptores eran similares al ser humanos; actualmente ambos pueden ser distintos. Como claro ejemplo de esto, podemos comunicarnos directamente con un software y viceversa. Sin embargo, no podemos comunicarnos con ellos utilizando un texto o instrucciones verbales de manera directa; sino utilizando un "idioma de máquinas" –o un código-. Así, en el contexto actual, resulta necesario conocer estos idiomas de máquinas e introducirlos en el quehacer cotidiano.



Corsi e ricorsi

La historia, el tiempo, no avanza únicamente de manera lineal empujada siempre por un criterio progresista, sino en ciclos que se repiten, se visualizan del presente al pasado y del presente al futuro, como si se tratase de un punto cuyo movimiento (tiempo) construyese una espiral.

Como ejemplo de ello, incluso esta idea no es propia de nuestro siglo. Fue pensada por Giambattista Vico en el siglo XVII; aún con resonancia en nuestro tiempo. Y es que no se trata de un eterno retorno infundamentado; sino entender un momento que se creía superado, pero a través de otra mirada, de otras técnicas.

Manual de operaciones

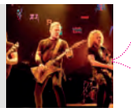
$f_n = f_{n-1} + f_{n-2}$

Este libro corto se puede leer a través de una espiral que revisa casos específicos de relaciones de objetos o ideas con resonancia a través del tiempo.

O realizando saltos a través de las páginas según se establece en la lectura oscilante.

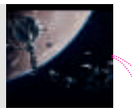
Del código a la piedra
[Parte 6_p.9]

El calderón de dos siglos
[Parte 5_p.17]



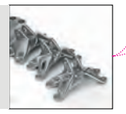
Realidades metafísicas
[Parte 1_p.26]

Odisea espacial
[Parte 3_p.41]



Instrumentos intocables
[Parte 7_p.51]

Diseño a través de generaciones
[Parte 2_p.59]



Cien años de cadenas
[Parte 4_p.65]

```
if n=1:
....series_fib= [2]
endif

results=fib(n)
print(results)
....1
```

Del código a la piedra

Prototipo de losa optimizada
Andrei Jipa
2016

Techo de Abadía de Bath
1530

Ambas imágenes muestran un elemento arquitectónico fundamental: la cubierta. El primer caso se trata del techo de un templo de estilo gótico. Si bien no fue construido particularmente en el auge de este estilo, mantiene muchos de los principios propios de él. Las cargas del peso propio son transferidas a través de estrias en él hacia los pilares entre los cuales aparecen los ventanales que permiten la iluminación del espacio interior. Esto da lugar a que las estrías mantengan un mayor grosor cuanto más se acerquen a estos apoyos; mientras que se hacen más delgados y numerosos cuanto más se alejan.

6. Así, la técnica sirve en el quehacer humano a través de los propios procesos a lo largo de la historia. Desde el descubrimiento de procesos de generación de fuego, el dominio de las transformaciones sobre la Tierra ha permitido las civilizaciones cada vez más complejas. Y si bien en un primer momento, la relación aparenta ser completamente lineal al pensarse como un repaso constante y de sucesiones de hechos; es cierto que existen inteligencias previas del aprendizaje realizado antes.

En el segundo caso, si bien se trata del mismo elemento a nivel funcional, existen ciertas diferencias y similitudes. Se trata de una losa, cuya parte superior es plana, permitiendo el uso de ella. A diferencia del caso anterior, este elemento no se encuentra fabricado utilizando piedra, sino concreto; aunque con los mismos principios de la cubierta anterior. Debido a que su objetivo es transmitir hacia los pilares las cargas de su propio peso y el de quienes lo usen, su geometría adopta una apariencia similar a la del techo gótico en tanto cuenta con estrías que permiten esto: las más grandes y cercanas a los pilares recogen los esfuerzos de las más pequeñas y numerosas.

A pesar de ser dos elementos separados por quinientos años, ambos persiguen objetivos similares. En ese camino, El primero utilizando un material disponible en su tiempo, al ser colocados formando los patrones geométricos que permitirían transferir las cargas. Y el segundo, utilizando el concreto a través de impresión 3D, cuya geometría resulta de un proceso de optimización topológica o geométrica. Y sin embargo, la inteligencia a través del tiempo no es desechada, sino entendida y aprovechada.

```
if n=1:
....series_fib= [3]
endif

results=fib(n)
print(results)
....2
```

```
if n=1:
....series_fib= [3]
endif

results=fib(n)
print(results)
....2
```

El calderón de dos siglos

Symphony No. 5 in C Minor, Op.67
Ludwig van Beethoven
1808
URL: shorturl.at/muwx9

Master of puppets
Metallica
2009 (ejecución)
URL: shorturl.at/zN347

En escritura de música dirigida a la interpretación, el calderón significa una entrega de parte del compositor al director de ejecución. La nota con esta figura tendrá la duración no determinada por la métrica del tema prestablecido, sino la que el director determine durante la ejecución. En teoría podría ser extendido al infinito. Y como esta figura, muchas cosas se ligan a través del tiempo en la música. El aprendizaje previo resulta en extremo valioso.

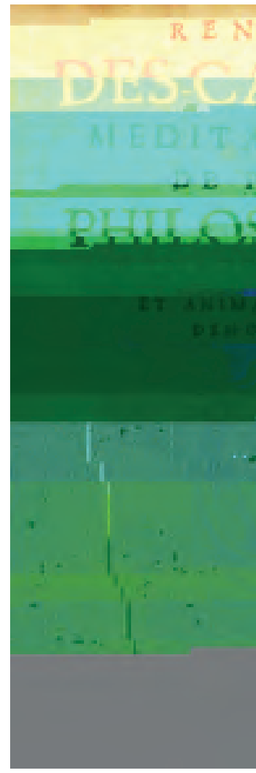
5. “Nada les impedirá llevar a cabo todo lo que se propongan. Pues bien descendamos y allí mismo confundamos su lenguaje de modo que no se entiendan los unos a los otros´. Así Yavé los dispersó de allí sobre toda la faz de la tierra y cesaron en la construcción de la ciudad.”

La quinta sinfonía de Beethoven empezó a ser compuesta en el año 1804, inicios del siglo XIX. Esta pieza musical es bastante conocida incluso fuera del aprendizaje clásico por su apertura llena de ataque. Se trata de sonidos extremadamente atacados y con un patrón rítmico claramente establecido. Las primeras notas son ejecutadas por prácticamente la totalidad de la orquesta, incluyendo la percusión, los vientos, cuerdas. Para luego ser seguidos por únicamente los vientos de manera más sutil. Este patrón se repite y da una estructura al resto del tema.

Casi doscientos años más tarde, a fines del siglo XX, otra pieza musical es compuesta no por una sola figura, sino un cuarteto de músicos. Se trata del tema “Master of Puppets”, por Metallica y lanzado en 1986. Este tema se caracteriza, igual que el tema compuesto por Beethoven, por una introducción extremadamente atacada y seguido por un bloque más sutil y con mucho menos ataque. Las primeras notas son ejecutadas por la totalidad de los instrumentos: dos guitarras eléctricas, un bajo eléctrico y una batería de disposición de jazz con sonido bastante seco. Esto se establece como la columna vertebral de toda la pieza y funciona con los mismos principios que una pieza compuesta en otro contexto temporal, aunque con instrumentos y sonoridades diferentes

```
if n=1:
....series_fib= [4]
endif

results=fib(n)
print(results)
....3
```

```
if n=1:
....series_fib= [4]
endif

results=fib(n)
print(results)
....3
```



```
if n=1:
....series_fib= [4]
endif

results=fib(n)
print(results)
....3
```

NATI
CARTES,
ATIONES
PRIMA
SOPHIA.
EI EXISTENTIA
IMMORTALITAS
NSTRATVR.
RISIIS,
M SOLY, viâ Iacobeâ, ſub
o Phœnicis.
DC. XLI.
Approbatione Doctorum.

Realidad metafísica

Meditaciones metafísicas: Meditación primera. De las cosas que pueden ponerse en duda.
René Descartes
1641

Lentes VR
Xiaomi
2015

René descartes, en “Meditaciones Metafísicas”, hace uso de un criterio particular de interpretación a partir de un proceso estrictamente racional –basado inicialmente en la razón humana-. Es aquí que establece algunos axiomas en este contexto para dar lugar a la duda metódica. A partir de no poder confiar racionalmente de la experiencia personal, se puede confiar únicamente en ciencias con verdades no dependientes de la experimentación, como la matemática.

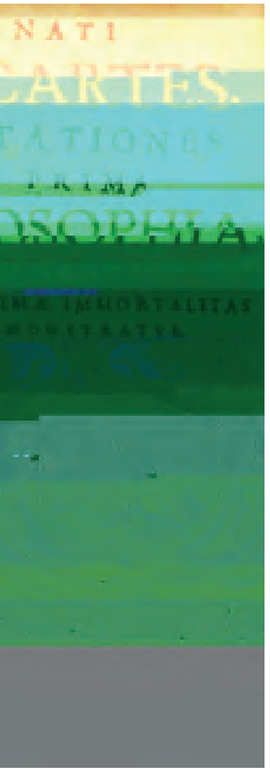
1. La arquitectura, como muchas otras actividades humanas a lo largo del tiempo, basa su producción en alguna cierta habilidad técnica. Aunque, claro, no en todas, este factor adquiere la misma importancia. Como un camino de acción, la técnica es aquella que permite la realización de la tarea planteada y cobra distintos significados enlazados a través del tiempo.

Para esto, él establece dos ideas: los sentidos como herramienta de interiorización de la realidad, los cuales no son de fiar; y la poca distinción entre la vigilia y el sueño, en tanto es difícil distinguir el uno del otro en el momento en el cual nos encontramos en cualquiera de ellos.

A pesar de haber obtenido muchos intentos por establecer realidades introducidas en la nuestra, de los más exitosos fueron los alcanzados a mediados de la década de 1990 a través de Nintendo, junto con los más recientes lentes o visores de realidad virtual o de realidad aumentada. Con este último caso, uno puede posicionar objetos tridimensionales sobre lo que observamos, mezclando una realidad tangible con una sintetizada digitalmente.

Mientras el otro caso, los visores de realidad virtual, nos permite observar espacios y situaciones completamente ajenas a la nuestra a través de una visualización de doble canal –una para cada ojo, simulando la triangulación que nuestra mente realiza-.

Entonces, con una capacidad de este tipo, con la cual podemos engañar a nuestros sentidos con el fin de posicionarnos en una realidad completamente nueva y sintética, sería posible engañarlos al punto de introducirnos en una nueva realidad completa y enteramente sintética bajo otras reglas. No quedaría más que dudar constantemente de lo que observamos como lo hizo René Descartes hace más de cuatro siglos.




```
if n=1:
....series_fib= [5]
endif

results=fib(n)
print(results)
....5
```

FIAT LUX IN TENEBRIS LUCET
MCMXVII

```
if n=1:
....series_fib= [5]
endif

results=fib(n)
print(results)
....5
```

```
if n=1:
....series_fib= [5]
endif

results=fib(n)
print(results)
....5
```

```
if n=1:
....series_fib= [5]
endif

results=fib(n)
print(results)
....5
```

```
if n=1:
....series_fib= [5]
endif

results=fib(n)
print(results)
....5
```

Odisea espacial

Viaje a la luna
Georges Méliés
Largometraje
1902

Beyond the Aquila rift
2019

En 1902 se estrenó un cortometraje dirigido por Georges Méliés: “Voyage dans la lune”. Este cortometraje, en su momento, utilizó un medio novedoso: la imagen en movimiento. Si bien entonces se realizaban cortometrajes con escenas cotidianas, este caso fue de lo más experimental al plantear un escenario completamente futurista.

El viaje a la luna es retratado en su narrativa como una puesta en ejecución. Se realizan los preparativos considerando la fabricación de la nave, las ceremonias, tripulación. Al llegar, estos se encuentran con entornos completamente distintos a los terrestres, poblado de criaturas y vegetación extrañas, además de un grupo semi tribal que no los acoge bien. Finalmente, retornan a Tierra y son bienvenidos con fiestas.

3. Aun así, esta puede ser tomada dentro del marco de la técnica en el quehacer humano. En este mito, la humanidad entera tenía la capacidad de entenderse y, con esto, de realizar tareas colaborativas de gran magnitud.
“edifiquemos una ciudad y una torre cuya cúspide llegue hasta el cielo. Hagámonos así famosos y no estemos más dispersos sobre la faz de la tierra”

Toda esta narrativa se realiza a través de la imagen en movimiento, cuyos principios entonces eran heredados del teatro con planos fijos y utilería estática. Junto a ello, los efectos especiales de alteración de las cintas fue un trabajo impecable al realizar apariciones de objetos de un cuadro a otro y el manejo de la perspectiva en los planos fijos con el fin de alterar las percepciones.

Más de cien años después, en 2019, otro cortometraje logró establecer medios en un género de ciencia ficción ya establecido para el momento también con una temática futurista que se permitía juegos temporales.

Este cortometraje, “Beyond the Aquila Rift”, se centra en un grupo de cosmonautas a punto de realizar un viaje largo para el cual tendrán que pasar tiempo congelados. A mitad de camino son despertados para darse cuenta de que se encuentran varados en un punto extremadamente lejano de su destino original. Sin embargo, la realidad que está presenciando el personaje principal no es más que una simulación generada por un ser de grandes dimensiones quien lo aloja y mantiene en ese estado para evitar una ruptura psicológica.

El camino optado para la realización de este cortometraje es el de una generación total de gráficos por computadora. Utilizando posicionamiento real de actores se logran las expresiones faciales detalladas de los personajes, junto con mapas de texturizado de grandes dimensiones y tecnología de trazado de rayos virtualizados.

Si bien se tratan de métodos o técnicas bastante distintos y separados en la línea temporal, ambos responden a su tiempo a través de lo disponible y con el mismo fin. Ambos buscan representar ficciones construidas a través de imagen en movimiento.

```
if n=1:
....series_fib= [6]
endif

results=fib(n)
print(results)
....3
```

```
if n=1:
....series_fib= [6]
endif

results=fib(n)
print(results)
....3
```

```
if n=1:
....series_fib= [6]
endif

results=fib(n)
print(results)
....3
```

Instrumentos intocables

Xbox Kinect v1.0
Microsoft
2006

Theremin
Leon Theremin
circa 1920

En 1920, Leon Theremin desarrolló un instrumento musical cuya ejecución no se basaba en un proceso físico como los otros realizados hasta su tiempo. La mayoría de ellos producían sonidos o bien por la vibración de cuerdas (como sería el caso de los pianos de cola, guitarras y similares), cuerdas frotadas (violines, violas y violonchelos), vientos pasando por sus estructuras (flautas, trombones) o incluso golpeando sus cuerpos como la percusión.

7. Los principios de un proceso pueden ser establecidos en un momento de la historia y revisados, logrados y optimizados mucho tiempo después. Como si se pudiera revisar lo ocurrido no solo de manera lineal, sino cual historia helicoidal.

Una línea generada con el movimiento rectilíneo y constante de un punto, tiene como única posibilidad de revisión la de observar la posición previa inmediata. Mientras que una espiral generada desde un punto en movimiento permitiría observar constantemente lo ocurrido previamente. Las relaciones aparecen entre el presente, el pasado y un posible futuro. La técnica y el tiempo se encuentran íntimamente ligados.

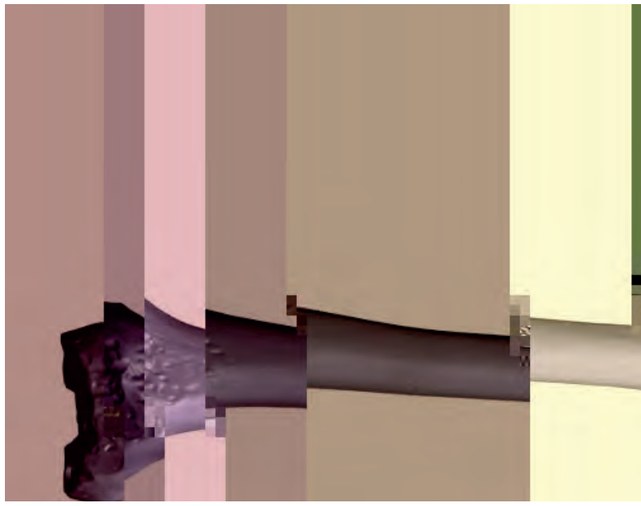
Este instrumento, el cual se llama Theremin debido a su diseñador, en contraste con estas técnicas, producía sonidos de manera eléctrica. A través de la lectura del campo electromagnético del cuerpo humano en dos variables, sin ser tocado físicamente en ningún momento. Poseía dos elementos metálicos que realizaban estas lecturas: uno para la altura de la nota a producir y otro para la intensidad de este. Su sonido se asemejaba más a la voz humana que otros instrumentos en tanto se ejecutaba como una sola nota continua, a diferencia del piano que la segmenta.

Poco menos de cien años después, en 2006, la corporación Microsoft expone un aparato que sería un accesorio de su segunda consola de videojuegos lanzada al mercado: Xbox Kinect v1.0. Este aparato permitía una lectura completa del cuerpo en tiempo real y posicionando en coordenadas los nodos más importantes de este. Es decir, tenía la capacidad de ubicar con coordenadas en X, Y y Z las muñecas, rodillas, cabeza, codos, etc.

Todo esto enfocado en los videojuegos sin contacto como deportes o baile. Sin embargo, tenía la capacidad de integrarse a sistemas Windows para lograr leer estos datos directamente en computadoras y no limitar su uso únicamente a videojuegos.

Si bien ambos aparatos cumplieron fines distintos, ambos se establecieron como lectores y procesadores del cuerpo humano. El ser vivo pasó a ser un input de información que sería procesada más adelante. Así, se convertiría en sonido o en datos y coordenadas digitales.

```
if n=1:
....series_fib= [7]
endif

results=fib(n)
print(results)
....2
```



```
if n=1:
....series_fib= [7]
endif

results=fib(n)
print(results)
....2
```

Diseño a través de generaciones

Fémur humano
modelo tridimensional

Optimización topológica de
pieza mecánica

Se suele decir que la naturaleza es la mejor diseñadora. Y como tal, merece ser observada por otros diseñadores con el fin de aprender de ella. Esta afirmación implicaría que exista una figura de naturaleza diseñando activamente, como también asumir que los otros diseñadores tendrían que imitar lo realizado por esta diseñadora primigenia; con lo cual los principios estarían rotos.

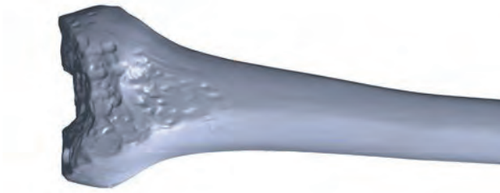
2. Para la cultura occidental y particularmente para la religión cristiana o católica; el mito o parábola de la Torre de Babel cobra una gran importancia en la formación de la doctrina. Sin embargo, este mito no solo permite una formación de doctrina tan específica, sino que se puede estudiar desde distintas perspectivas o incluso interpretaciones. No es raro que se haya hecho antes. Algunas se centran en la etimología de Babel, otras en la enseñanza propia dentro del cristianismo; e incluso como origen de las diferencias entre sociedades humanas.

Como ejemplo, tomemos un hueso humano, específicamente el fémur de cualquiera de las piernas. Este hueso, como muchos otros en el cuerpo, posee la mayor cantidad de su masa en los extremos. Mientras que, hacia el centro de esta, posee menos masa. Esto se debe principalmente a que, a lo largo de muchas generaciones, este hueso ha evolucionado de esta manera, haciéndose más ligera en donde menos esfuerzos sufre.

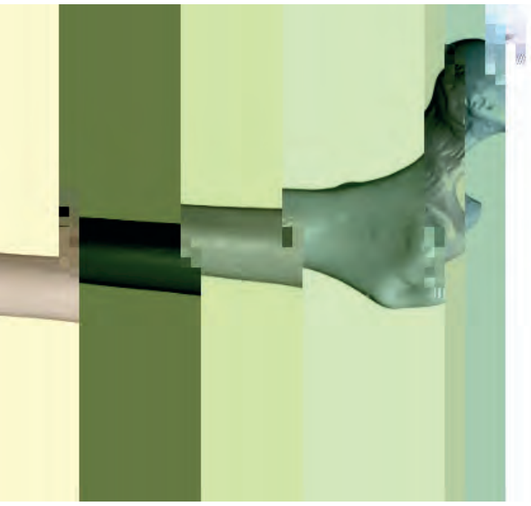
Por otro lado, el diseño generativo o genético toma este mismo principio al optimizar la topología de las piezas en cuestión a través de iteraciones. Estas iteraciones se aligeran en donde menos esfuerzos reciben en un trabajo constante sobre la generación previa inmediata.

Así, la pieza expuesta es una de carácter mecánico cuya primera generación se ubica a la izquierda con muchísima masa. Hacia la derecha, cada generación logra obtener menos masa en donde no la requiere y aligerarse.

Así, no podemos decir que los diseñadores tienen que aprender de lo hecho de la naturaleza como la mejor diseñadora. Sino que se debe aprender cómo en la naturaleza se han establecido los criterios de optimización a través de generaciones. Y si bien la evolución del hueso es un caso cuya duración es bastante extensa, ese mismo proceso puede ser entendido y realizado con el poder computacional como el caso de la optimización topológica de la pieza mecánica expuesta.



```
if n=1:
....series_fib= [8]
endif

results=fib(n)
print(results)
....1
```



Un siglo de cadenas

Fachada de Sagrada Familia
Antoni Gaudí
1882

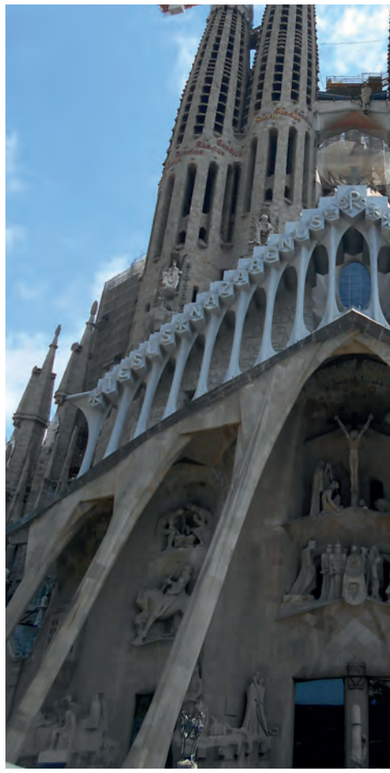
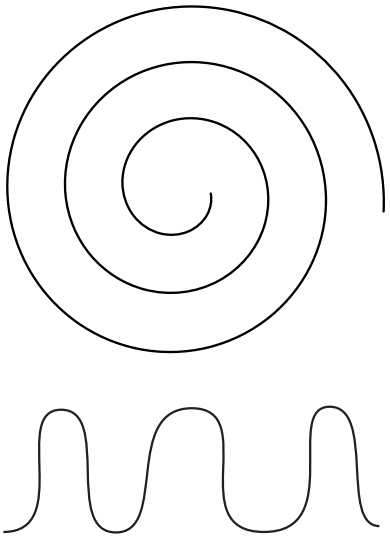
Interior de Aeropuerto
de México
Norman Foster
2016

Mucha de la obra de Antoni Gaudí se basó en principios estético-estructurales. Tal es el caso de uno de sus edificios más conocidos (si no el más conocido): la Basílica de la Sagrada Familia en Barcelona. Este edificio, al basar sus composiciones arquitectónicas específicamente en los caminos que toman las cargas hacia el suelo, resulta con una geometría particularmente poblada de planos y puntos de apoyo inclinados. Y es que se basó su estructura, así como su fachada, en el principio de transferencias de la catenaria.

4. Se asignaron la tarea de elevarse a la condición de dioses representado por una torre que llegara hasta el cielo (lugar de dioses). Y como castigo por la osadía humana –o en temor de la potencial condición endiosada-, Yavé detuvo este proceso de construcción hacia la divinidad rompiendo la unidad de la humanidad.

De la misma manera, más de cien años después, la oficina de arquitectura Foster + Partners, basada en Londres, diseñó el nuevo aeropuerto internacional de México entre 2015 y 2016. El proyecto fue realizado con Fernando Romero como arquitecto local en México. Este edificio se compone de una gran cobertura que se extiende sobre todos los espacios. Su sistema de soporte se establece sobre algunos puntos de apoyo que permiten que la cobertura llegue al suelo y transfiera las cargas de su propio peso. La curvatura de la superficie se definió a partir de la geometría de la catenaria como camino de transferencia.

Así, si bien ambos proyectos arquitectónicos se encuentran separados por más de cien años en concepción, además de contar con geometrías distintas a una primera lectura; sus principios estético-estructurales son los mismos y basados en el mismo elemento matemático. La técnica se establece como una expresión de su tiempo.



```
if n=1:
....series_fib= [9]
endif

results=fib(n)
print(results)
....1
```