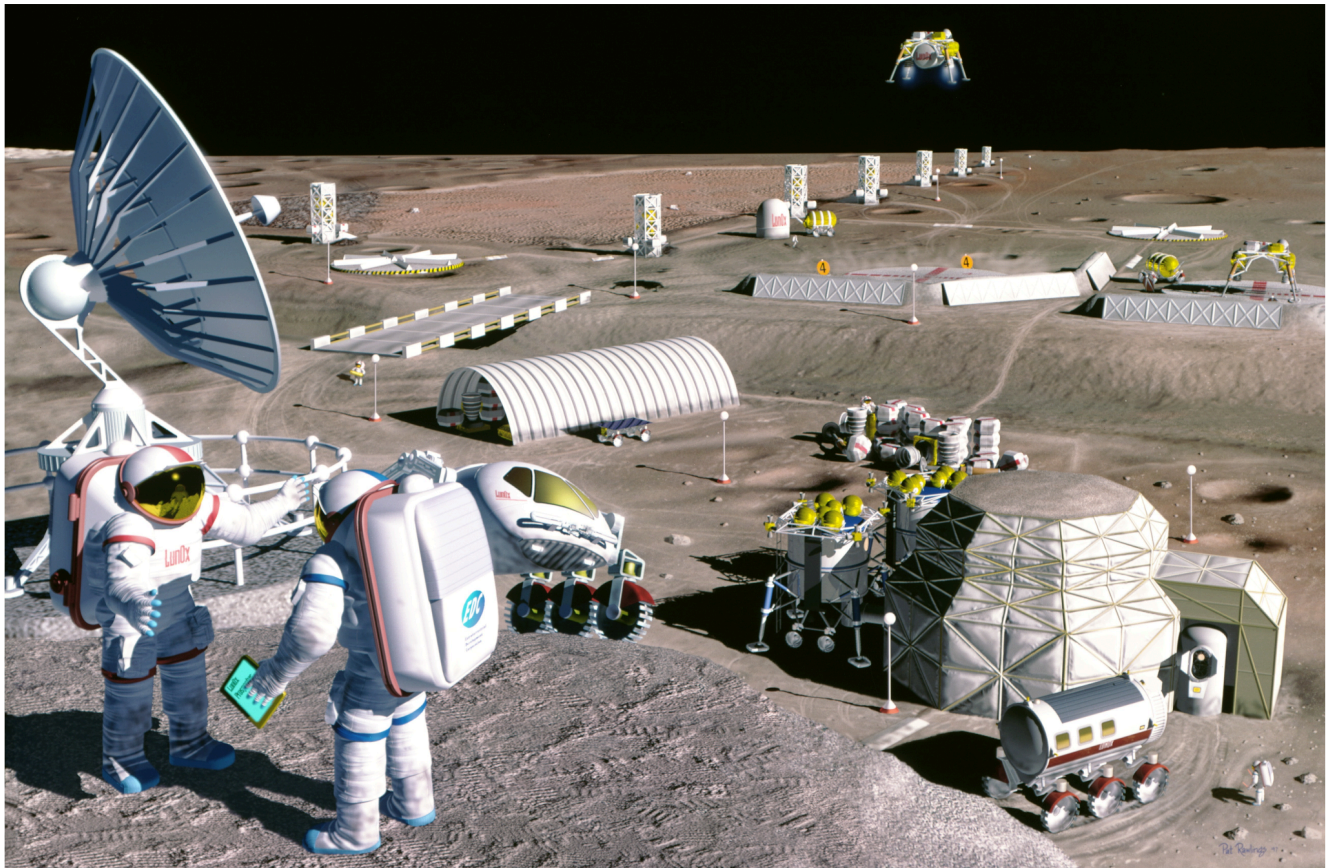


PROYECTO MOON CAMP



Iº BACHILLERATO — IES VIRGEN DE LA CARIDAD

TECNOLOGÍA E INGENIERÍA I

Grupo AVES ESPACIALES formado por:

SARA BENKACEM

FRAN UREÑA MALDONADO

DANIEL ZAFRA SILLERO

IVÁN AGUILERA GUARDIA

I. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

El desafío Moon Camp consiste en diseñar una base lunar para que 20 astronautas puedan estar durante largas estancias en la Luna. Por tanto, estaremos utilizando conocimientos de ciencia, tecnología y matemáticas. Este diseño se puede conseguir con el método preferido: manualidades, software de diseño digital en 3D, juegos, entre otros. El reto abarca centros educativos a lo largo de todo el globo, pero está enfocado principalmente a los pertenecientes al continente europeo. La Agencia Espacial Europea (ESA) ha creado este reto porque tiene como objetivo volver a la Luna en los próximos años y quiere poder ser capaz de establecer una presencia humana permanente. El sitio web que contiene las bases y otra información relevante es el siguiente: <https://mooncampchallenge.org/es/>

De primeras tenemos que tener en cuenta que a diferencia de la Tierra, la Luna tiene un entorno extremadamente desfavorable para los humanos ya que no presenta atmósfera protectora (lo que significa que estaríamos completamente expuestos a radiación cósmica y solar. Los impactos de micrometeoritos en la Luna son extremadamente frecuentes, lo que convierte la Luna en un ambiente bastante hostil para la vida humana. La temperatura tampoco es favorable porque de día la temperatura puede llegar a 127°C (260°F) y llega a -173°C (-280°F) por la noche. Aparte, en la Luna la rotación es más lenta, por tanto, 1 día en la Luna equivale a 29.5 días en la Tierra. El ciclo de día y noche va de manera que son 14.75 días aproximadamente de luz solar y después 14.75 días de noche consecutivos, esos 0.75 días equivalen a 18 horas del día.

Por eso diseñar una base lunar no es tan fácil como parece por las diferencias que hay respecto a la Tierra por la falta de aire, menor gravedad, energía limitada, etc..



I.1 Justificación de la Misión

El objetivo que tenemos como equipo es el de crear un lugar seguro y sostenible para astronautas. Lugar en las que estos puedan realizar investigaciones científicas, experimentos tecnológicos, cultivo de alimentos y preparación para futuras misiones. También tenemos como misión desarrollar tecnologías para que la vida en la Luna ayude a mejorar la energía renovable, gestionar recursos y ayudar con los sistemas sostenibles de la Tierra.

I.2 Análisis del Entorno Lunar

Temperatura

Las temperaturas en la Luna varían aproximadamente entre 127°C como máximo y -173°C como mínimo. Por tanto, debemos tener en cuenta que la base debe soportar cambios térmicos extremos.

Atmósfera

La Luna no tiene atmósfera, lo que significa que no hay fricción atmosférica que queme los meteoritos pequeños, tampoco hay protección contra la radiación solar ni cósmica. Aparte, existe el vacío por lo que el aire debe de generarse de forma artificial dentro de la base.

Ciclo Solar

Un día lunar dura aproximadamente 29,5 días terrestres, con el total de 14,75 días de luz solar y otros 14,75 días de noche. Esto afecta en parte al suministro energético porque no se podrá utilizar la energía solar durante la noche.

2. DISEÑO Y MATERIALES (Ingeniería de Materiales)

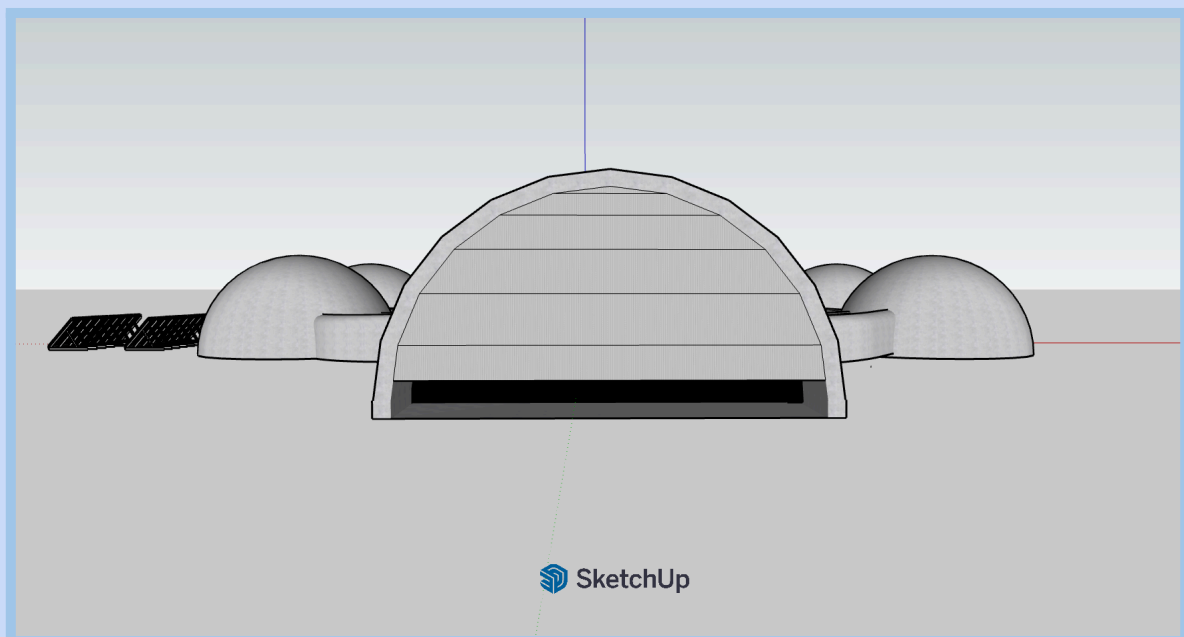
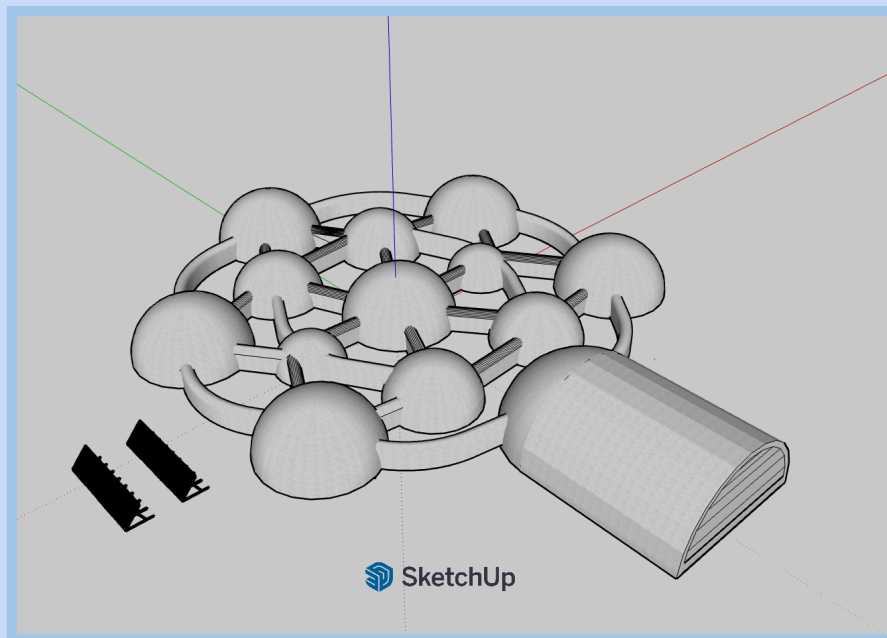
Es recomendable evitar el transporte de una cantidad grande de materiales para abaratar costes, ya que enviar materiales al espacio supone un coste adicional inmensamente enorme. Para ello, vamos a analizar cómo hacerlo.

2.1 Solución Constructiva (ISRU)

Como estrategia utilizaremos ISRU (In Situ Resource Utilization), esto consiste en que aprovecharemos los recursos disponibles en la Luna para así poder construir estructuras sin necesidad de transportar materiales desde la Tierra ya que supone un costo bastante alto.

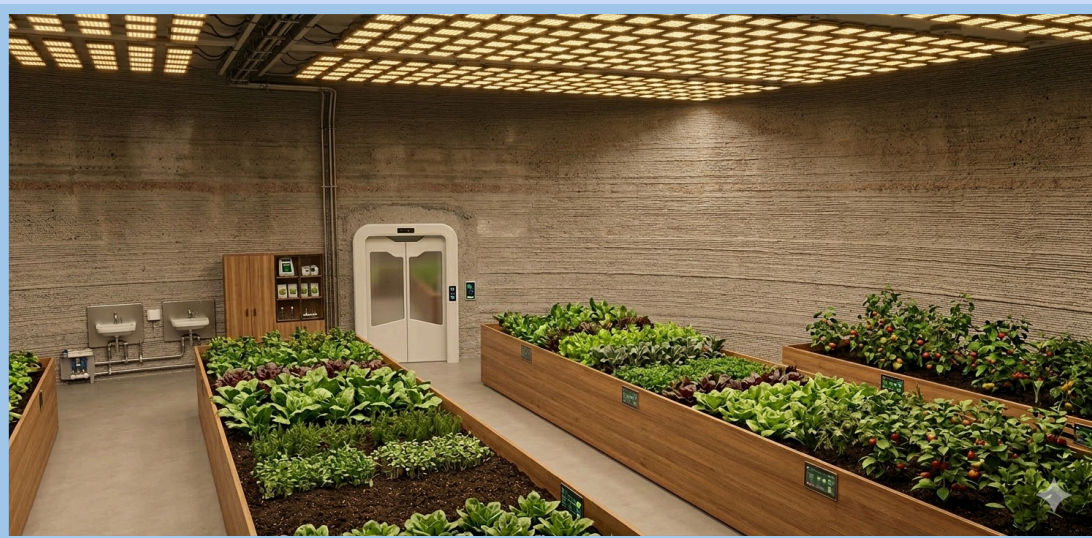
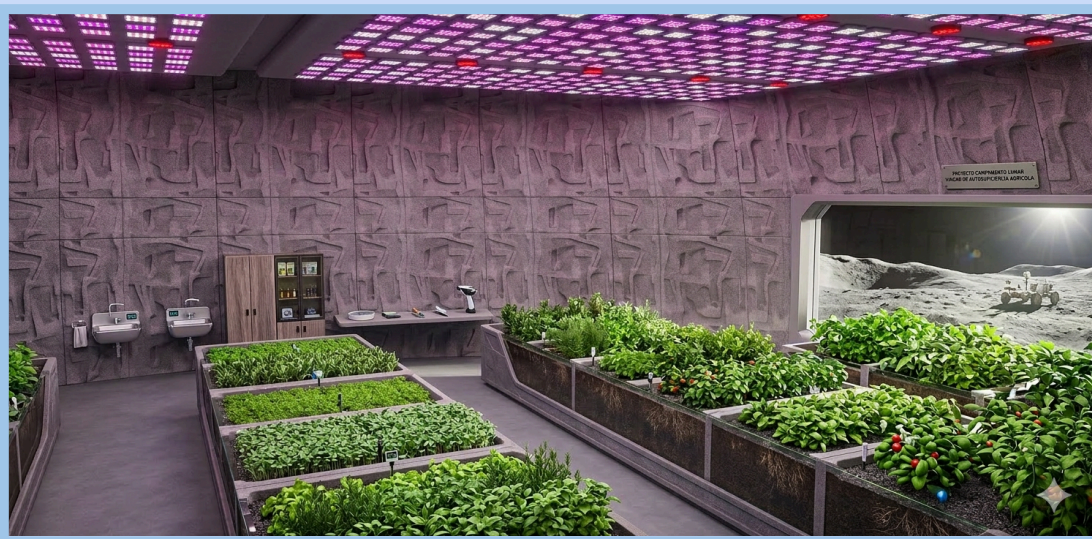
El material principal que se utilizará será el regolito lunar, que como indica se extrae de la superficie de la Luna, es una mezcla de polvo y rocas. Este material se puede emplear mediante tecnologías de impresión 3D, esta permite fabricar estructuras resistentes directamente a la Luna.

2.2 Diseño Bioclimático



Con ayuda de la inteligencia artificial Google Gemini, hemos sido capaces de imaginar cómo sería nuestro campamento lunar en la vida real, a través de montajes fotorrealistas con IA generativa Nano Banana 2. Por ejemplo, imágenes del campamento lunar y del huerto desde distintos puntos de vista y distintas proposiciones:





La base lunar está organizada mediante un sistema modular de cúpulas que están conectadas por túneles. Como las cúpulas son curvas, estas distribuyen la presión del aire de forma uniforme eliminando

los puntos de tensión. Esta geometría es mucho más eficaz que otros porque permite desviar los impactos de micrometeoritos ya que al chocar contra la cúpula la fuerza del choque se reparte por toda la superficie y no la concentra en esquinas vulnerables o repartirla en ángulos rectos.

Al tener una menor superficie expuesta por su diseño circular y estar semienterrada, minimiza la pérdida de calor, esto resulta vital para la vida en la Luna por la fluctuación de temperaturas que supone estar allí. Por lo que el diseño permite un control climático interno que resulta eficiente.

Aparte, al utilizar regolito lunar como cubierta protectora completa la seguridad del hábitat. Al estar enterrado se aprovecha el suelo para crear un escudo natural contra la radiación solar y cósmica, los impactos y el frío extremo. Los costes de transporte desde la Tierra disminuyen por la buena estrategia de construcción bioclimática que logra un entorno habitable, seguro y sostenible.

El hangar, por su parte, con su forma más rectangular, permite aprovechar más el espacio para el almacenamiento de vehículos y maquinaria pesada, facilitando en el proceso la entrada y salida de estos. Además, es más sencillo sellarlo herméticamente por su superficie plana con una compuerta de presión.

3. CÁLCULO DE INSTALACIONES: ENERGÍA

3.1 Fundamento Teórico

La potencia solar recibida depende de la distancia al Sol y del ángulo de incidencia:

$$\text{Potencia real} = I \times \text{Área} \times \cos(\theta) \times \eta$$

3.2 Cálculos del Proyecto

Datos:

- $I_{\text{solar}} = 1361 \text{ W/m}^2$
- $\eta = 0.20$
- Consumo = 4 kW = 4000 W
- $\theta = 45^\circ$
- $\cos 45^\circ = 0.707$

Despejamos área:

$$\text{Área} = \text{Potencia} / (I \times \cos(\theta) \times \eta)$$

$$\text{Área} = 4000 / (1361 \times 0.707 \times 0.20)$$

$$\text{Área} = 4000 / 192.3$$

$$\text{Área} \approx 20.8 \text{ m}^2$$

Por seguridad se instala el doble para pérdidas y almacenamiento:

Área final $\approx 42 \text{ m}^2$ de paneles solares



4. INSTALACIONES: SOPORTE VITAL

4.1 Obtención de Agua

El agua se obtendrá desde la Luna a partir del hielo que hay en algunas zonas de la superficie, especialmente en los polos que suelen tener temperaturas más bajas.

El proceso para obtener agua será el siguiente:

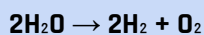
Primero, se recogerá el regolito lunar que como ya mencionamos es un polvo lunar que contiene pequeñas cantidades de hielo. Después, introduciremos el regolito en un depósito cerrado y lo calentamos. Y como en la Luna no hay atmósfera, el hielo no se derretirá, sino que pasará directamente de sólido a gas, este cambio se llama sublimación. A continuación, el vapor de agua que habíamos producido se enfriará en un sistema de tubos fríos hasta que vuelva a convertirse en agua líquida. Luego, el agua se limpia con un proceso de filtración para eliminar partículas de polvo, lo guardamos en tanques dentro de la base y ya está listo para consumir.

Aparte, esta misma agua se reutilizará de agua usada para duchas, higiene y humedad del aire. Esto reduce la cantidad de agua que se extraerá del suelo lunar.



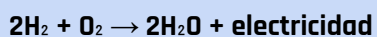
4.2 Ciclo del Hidrógeno (Almacenamiento de Energía)

Día – Electrólisis



El oxígeno se utiliza para la respiración de los astronautas y el hidrógeno se almacena en tanques presurizados.

Noche – Pila de Combustible



Durante la noche lunar, la pila de combustible genera electricidad combinando hidrógeno y oxígeno, produciendo agua nuevamente y cerrando el ciclo energético.

4.3 Instalación de Fontanería

Incluye:

– Tuberías de agua fría y agua caliente: cuya función es transportar el agua a cierta temperatura, destinada según el uso.



– Llaves de cuarto húmedo: permiten cortar el flujo de agua de un área concreta, para por ejemplo solucionar averías, sin necesidad de dejar al resto de zonas sin suministro.

– Llaves de paso: abren y cierran el paso del agua hacia el exterior.

– Termo eléctrico: calienta el agua fría que sale del depósito.

– Almacén de agua y bomba: mantiene la presión al bombear el agua y suministra agua.

4.4 Instalación de Electricidad

Incluye:

– Incinerador y generador de corriente: el primero tratará los residuos y permitirá generar electricidad eléctrica en el generador.

– Cuadro general de mando y protección: protege la instalación y permite cortar un circuito en caso de que haya algún fallo.

– Conexión incinerador-generador: indica que el incinerador y el generador trabajan en conjunto para la producción eléctrica.

– Interruptor triple, conmutador y conmutador de cruce: encienden y apagan los puntos de luz.

– PIA iluminación permanente: para las luminarias que han de permanecer encendidas siempre como la del hábitat y la del huerto, este PIA permite interrumpir la conexión de ser necesario.

– Tomas de iluminación permanentes, con sensor de movimiento y comunes: puntos que proporcionarán luz, en el caso de los que tienen sensor de movimiento se colocan en los pasillos y se encienden automáticamente al detectar a alguien pasar.

– Cableado C1.

– Tomas de corriente de distintos circuitos: permiten enchufar dispositivos que necesitan electricidad a la corriente, según el circuito al que pertenezcan.

4.5 Instalación de Saneamiento

Incluye:

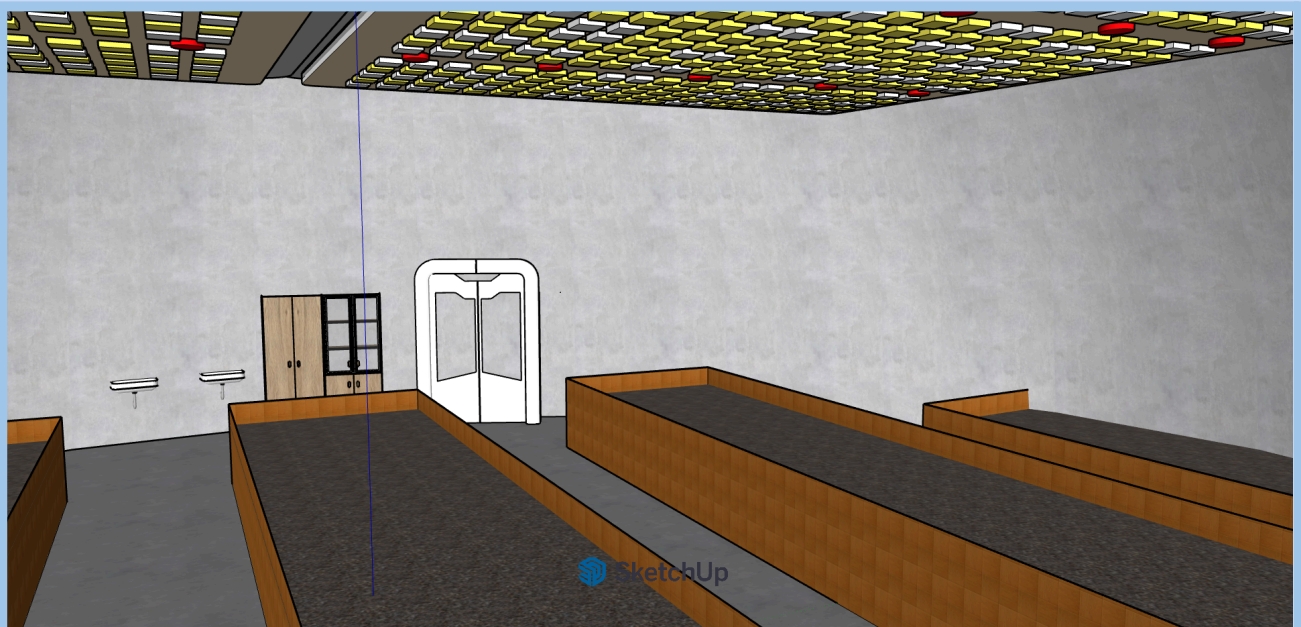
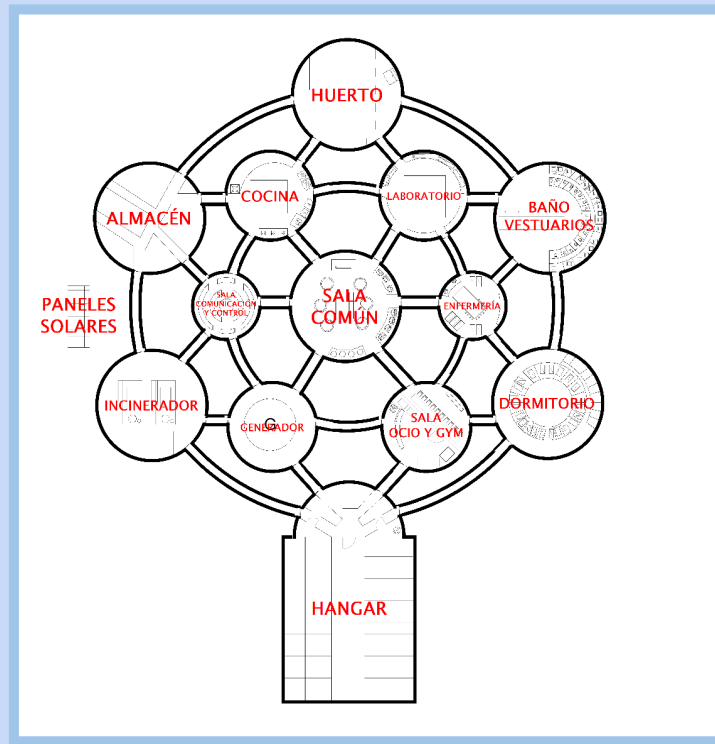
– Tuberías principales: transportan los desechos hacia el incinerador, donde serán depurados e incinerados según sea necesario.

– Tuberías secundarias: tuberías más pequeñas que conectan los sumideros con las tuberías principales.

– Arquetas: cambian la dirección de las tuberías principales.

5. PROTOTIPADO Y FABRICACIÓN

5.1 Diseño CAD



Los espacios tienen tres tamaños estandarizados:

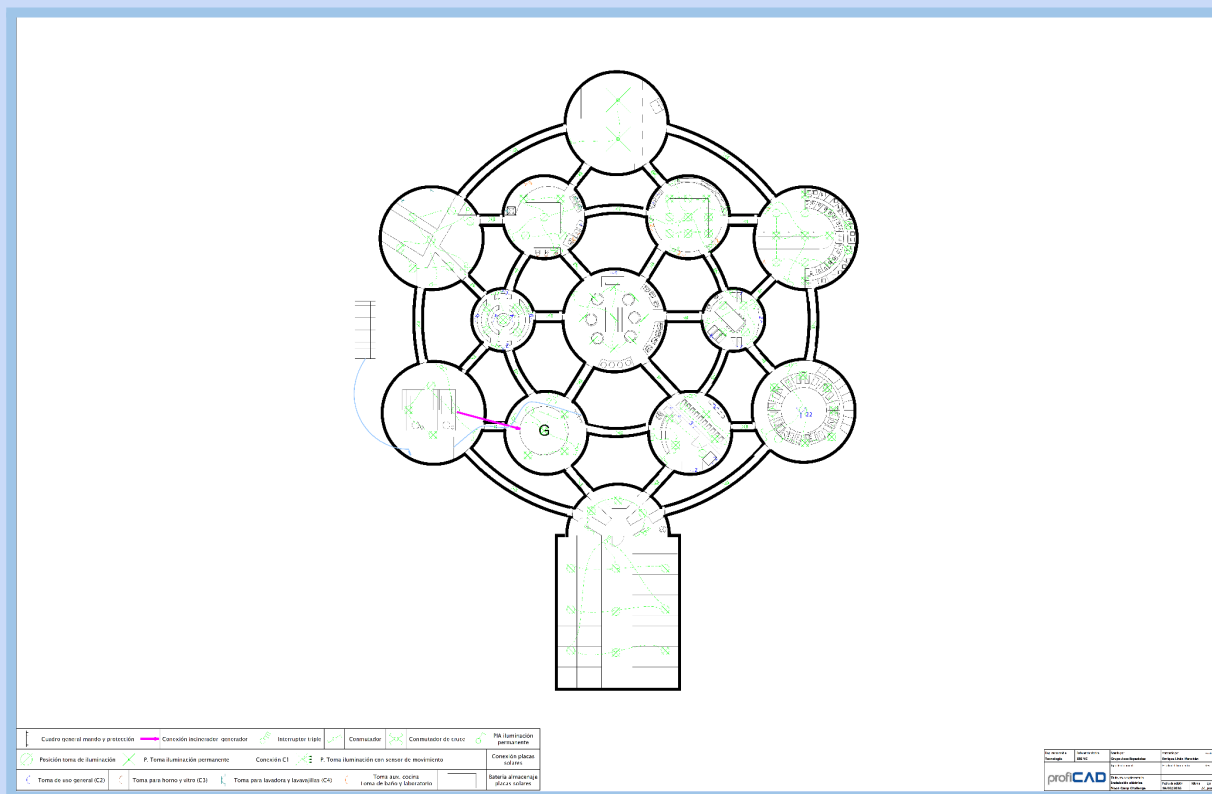
Cúpulas grandes (sala común, incinerador, almacén, vestuarios/baño, dormitorio, huerto): 10 metros de radio

Cúpulas medianas (cocina, laboratorio, generador, sala de ocio): 8 metros de radio

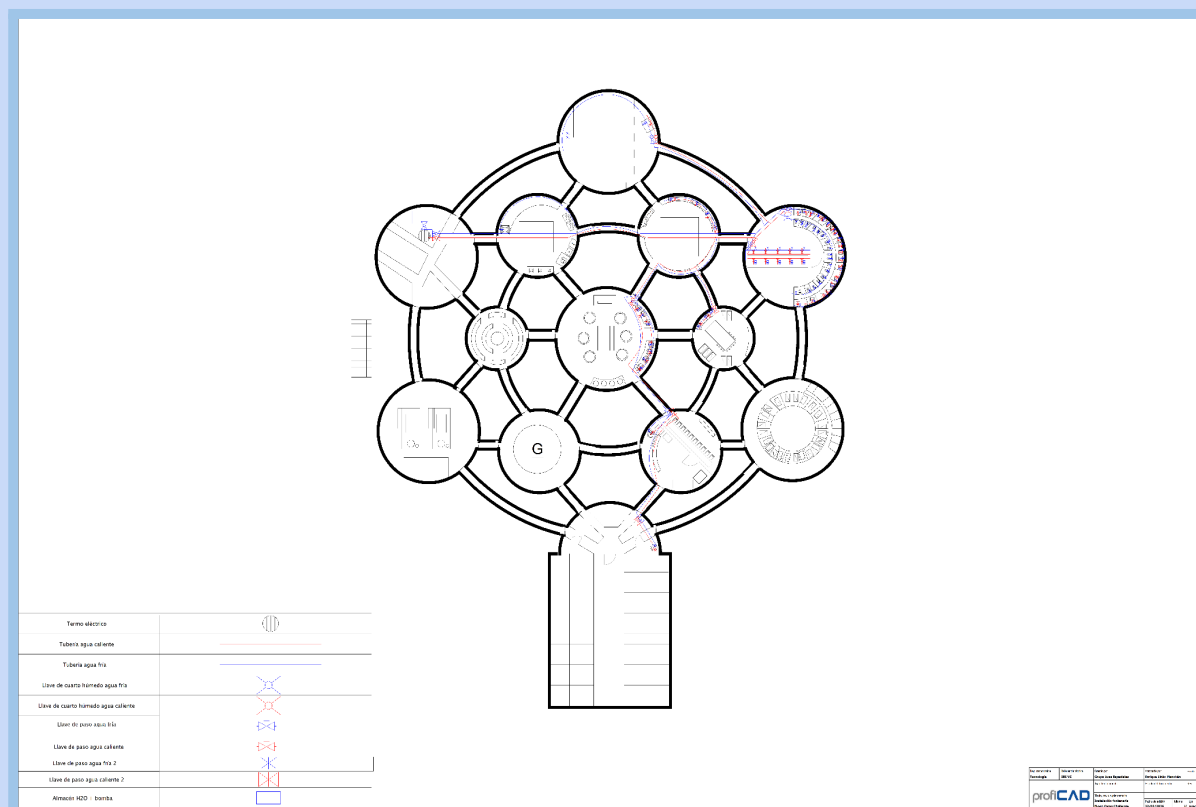
Cúpulas pequeñas (sala de comunicaciones con la Tierra y control de sistemas, hospital): 6 metros de radio.

Hangar: 40 metros de largo x 24 metros de ancho total. El semicírculo supone 10 metros de radio.

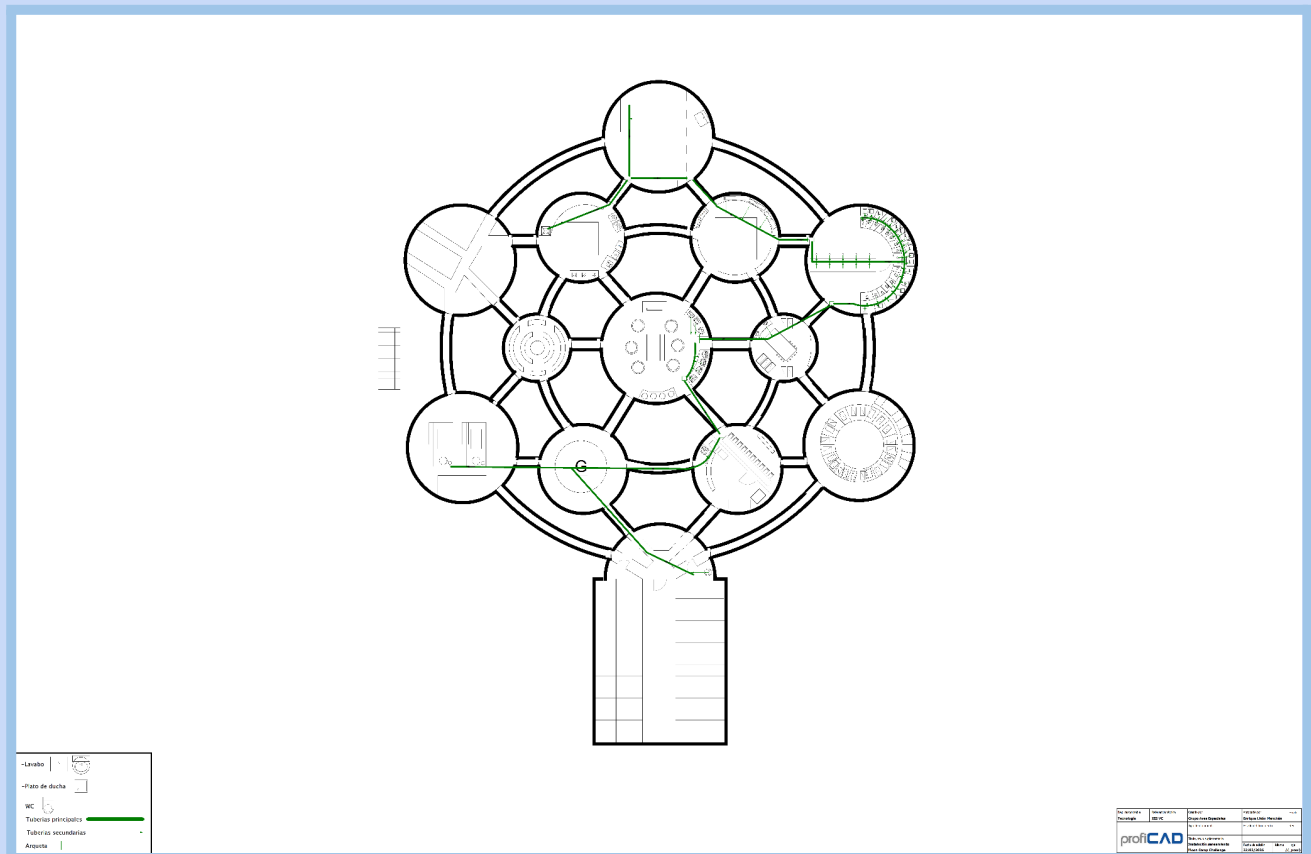
5.1.1 Instalación eléctrica



5.1.2 Instalación de fontanería



5.1.3 Instalación de saneamiento



5.2 Impresión 3D

Software de laminado (Slicer): Cura (o Prusa Slicer).

Parámetros de impresión:

- **Altura de capa:** 0,2 mm. (Mejor forma de balancear tiempo de impresión y detalle)
- **Densidad de relleno:** 15-20%. (Ofrece resistencia sin malgastar material)
- **Material utilizado:** PLA gris. (Simula visualmente la apariencia del regolito lunar procesado por la impresora 3D de la base)



6. PRESUPUESTO Y CONCLUSIONES

6.1 Estimación de Recursos

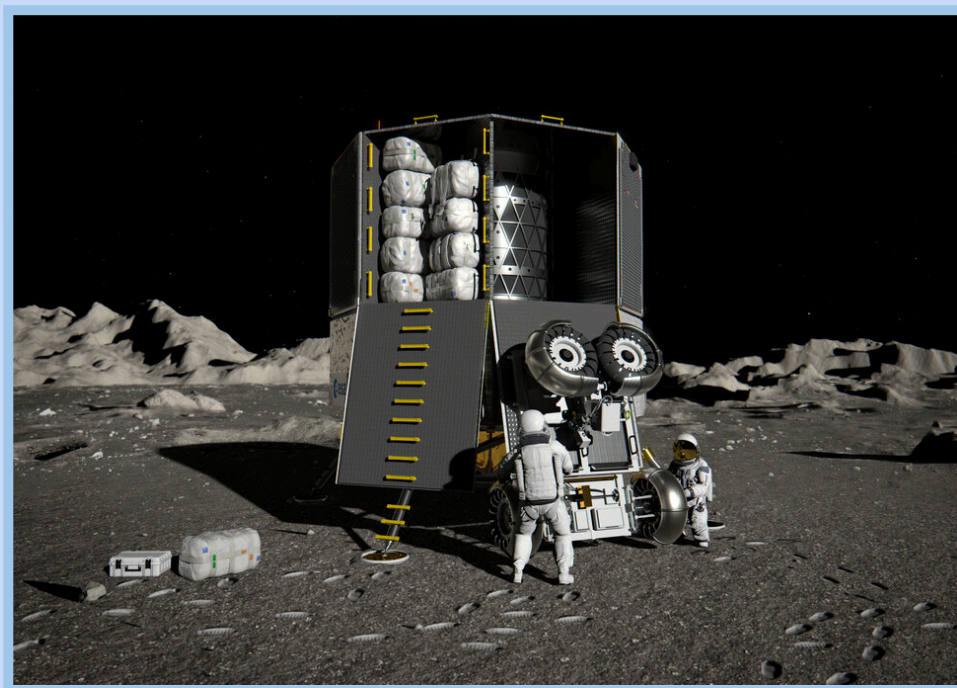
El desafío principal de esta misión lunar es el coste de transportar materiales desde la Tierra, porque enviar tan solo un kilogramo al espacio concluye con un precio bastante alto. Así que la conclusión es que debemos transportar tan solo aquellos elementos que no podamos construir en la Luna y deben enviarse desde la Tierra.

MATERIAL/RECURSO	¿QUÉ ES?	COSTE (MILLONES €)
Infraestructura 3D	Impresoras 3D robóticas, excavadoras de regolito, aglutinantes químicos	1,270
Energía	Fotovoltaica y microrreactores de fusión	1,695
Soporte vital	Sistemas ECLSS de ciclo cerrado (agua/aire)	1,015
Módulos de hábitat	Estructuras base e inflables de alta presión	675
Electrónica y comunicaciones	Sensores, ordenadores, red 5G y antenas	1,630
Movilidad y trajes	Rovers y trajes EVA	4,910
Suministros iniciales	Consumibles, medicina y trajes (1º año)	425
Personal y operaciones	Formación, sueldos y transporte de personas (20 personas + equipo Tierra)	4,040
Logística de envío	Flete espacial (lanzamientos múltiples)	4,235
TOTAL ESTIMADO	Inversión inicial aproximada	22,160



Los materiales más caros serían los paneles solares, por su alta tecnología y la necesidad de que sean eficientes y resistentes a la radiación. Al igual que el costo de transportar sistemas electrónicos y de comunicación, ya que estos incluyen sensores, ordenadores, antenas y sistemas de control que son muy esenciales para el buen funcionamiento de la base. Otro elemento importante y de gran coste es el transporte de astronautas, su formación y sueldo, y sus suministros iniciales como el cohete en sí y vehículos espaciales complejos.

Por eso la estrategia es enviar solamente lo esencial para que el proyecto sea más viable a largo plazo.



6.2 Reflexión Final

Como hemos podido analizar hemos llegado a la conclusión final de que vivir en la Luna es posible. El mayor desafío de diseñar la base lunar es diseñar una base capaz de resistir altas temperaturas, falta de atmósfera, radiación, etc. Sin embargo, es un objetivo que cuesta demasiado dinero, desde el transporte hasta la instalación en el lugar. La planta ha presentado un reto de diseño, ya que hemos tenido que tener en cuenta diversos factores como puede ser la necesidad de conectar algunos espacios o la funcionalidad de estos mismos. El aprovechamiento de espacio y el diseño ha supuesto también un reto para ver la distribución de las distintas estancias.

