

Ideas sencillas como las “cabezas de pasto” artesanales, hasta procesos tecnológicos de punta como los músculos neumáticos, son integradas por jóvenes entusiastas mexicanos de diversas disciplinas, con el objetivo de afrontar el reto de lograr una sonda auto-armable que se convierta en un invernadero autónomo capaz de generar comida, agua y oxígeno en las condiciones extremas del planeta rojo, Marte.

**Descripción:**

Mars beaners es un proyecto que plantea alternativas y soluciones, desde un marco teórico, aplicadas al desarrollo de un invernadero desplegable y automático que no requiera de intervención humana presencial. Este sistema proveerá una cosecha vegetal nutritiva, suficientemente balanceada para servir de alimento a los astronautas. Aunado a esto, debe generar agua, oxígeno y la energía suficiente para funcionar, aun en ambientes hostiles.

**Objetivos/metas**

* Diseño conceptual de la estructura del invernadero.
* Proceso de armado automático.
* Consideraciones adicionales de arranque.
* Automatización de la cosecha y el segado.
* Recuperación de agua y oxígeno al terminar el programa.
* Apertura de cubiertas en el día y cierre en la noche.
* Generación de energía fotovoltaica capaz de ejecutar sistemas de control.
* Secado de cultivos existentes.
* Suministro de CO2.

**1. Diseño.**

La forma está basada en el tipo de invernadero terrestre conocido como “túnel o semicilíndro” el cual fue elegido por las siguientes consideraciones:

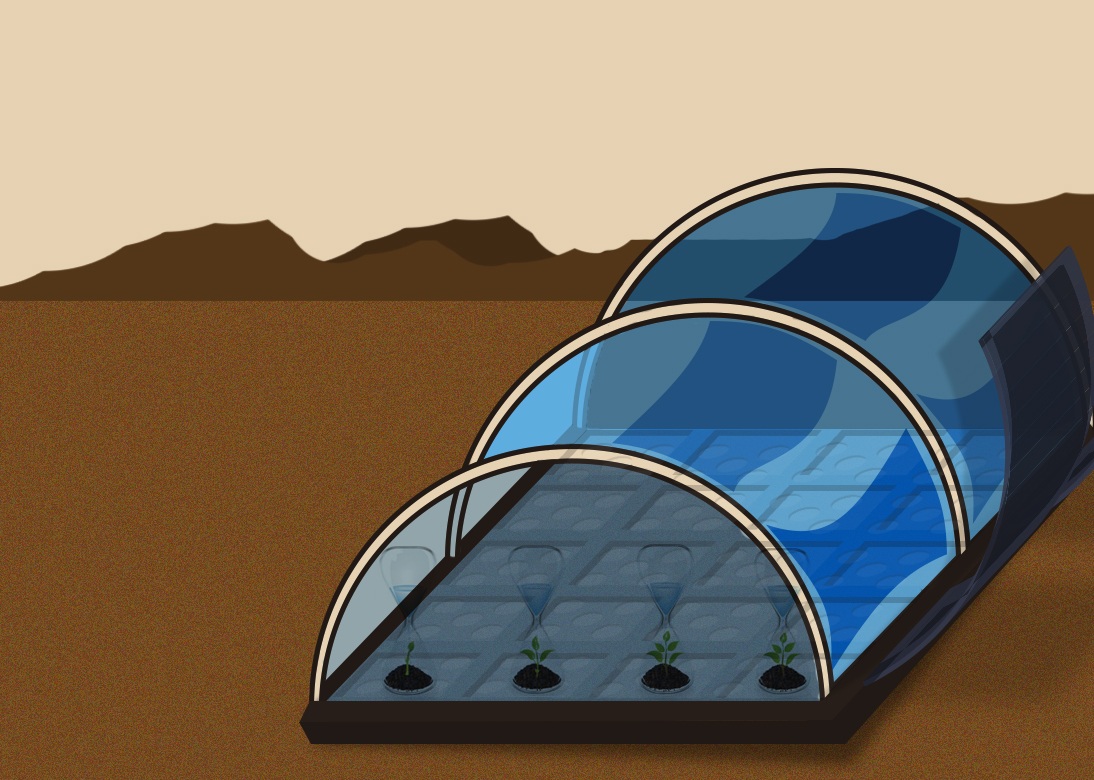
* La forma de arco es estable y resistente
* Tiene mayor aprovechamiento de luz solar y de oposición al fuerte viento marciano.
* La construcción tiene menos puntos de intersección estructural y es más sencillo el auto armado.

Figura 1.0) Localización de invernadero en marte.

**Armado Automático:**

Para lograr el armado automático de la estructura se eligió un sistema inspirado en la tecnología de músculos neumáticos, que se basa en el control de presión diferencial aplicado a tubos flexibles que se expanden o se contraen con precisión y rapidez, según la presión que se les inyecte.



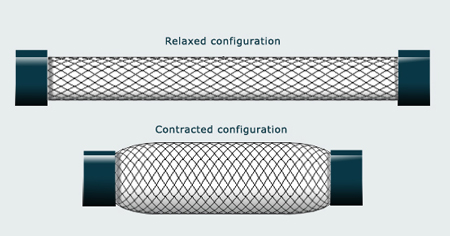


Figura 1.1) Representación de la estructura.

Las ventajas de hacer la estructura basada en este principio son:

* Es suficientemente rígido para los fines del proyecto
* Permite ser muy compacto cuando esta desarmado, y al presurizarlo adquiere la forma deseada.
* Permite generar movimientos internos precisos y rápidos, para realizar actividades tales como la circulación de aire al interior, la recolección de semillas y la recolección de las espigas tras ser cortadas.
* En caso de ser necesario, puede moverse o adaptarse a la superficie.
* Hace posible el acomodo, tanto compacto como expandido de las esferas contenedoras de semillas de los cultivos.
* Permite manejar acciones como el corte de espigas, apertura, y cierre de cubiertas con el mismo sistema de presurización de los músculos neumáticos específicos.
* El sistema mecatrónico de control es poco complicado de usar y programar.
* Permite que tanto la estructura como las acciones robotizadas y motrices sean realizadas en su mayoría con sólo un compresor de aire que alimenta al sistema.
* Permite variar la presión interna del sistema sin agregar aire del exterior ni liberar aire del interior. Sencillamente modificando el volumen del invernadero.
* Evita la posible sedimentación e incrustación de los minerales que pueda contener el fluido presurizado.

**Consideraciones adicionales del arranque.**

La cúpula será diseñada de manera que pueda ser apta para contar con un sistema ecológico adecuado para la cosecha de plantas vegetales en el espacio sin alterar alguna de las propiedades químicas de cada vegetal.

El espacio de cosecha entre cada vegetal debe ser considerado, después de todo, es un objeto que debe tener un tamaño apto para ser enviado al espacio y evitar que sufra algún tipo de daño por el mismo tamaño.

La forma de la cúpula deberá ser de naturaleza circular debido a que se necesita que el aire posea menos fricción de la necesaria para viajar alrededor de ésta.

Debemos tomar en cuenta que por integrar un sistema ecológico dentro de esta cúpula se necesita lo esencial para la reproducción de plantas, hablamos de sol, agua, aire y componentes minerales, es decir, el balance natural.

**Análisis**

La cúpula necesitará estar dotada de materiales resistentes a las condiciones de Marte, así como también materiales cuya composición permita el desarrollo de la vida orgánica de los vegetales.

La cúpula deberá estar cubierta por una capa de material lo suficientemente resistente, para soportar el impacto del prototipo en la atmósfera del planeta Marte, debajo de esta capa existirá otra capa, que será la que proteja el ecosistema con propiedades térmicas para generar así el proceso de la fotosíntesis.

El sistema automatizado de riego se llevará a cabo mediante tuberías de agua ubicadas estratégicamente para aprovechar el recurso al máximo.

El ciclo del CO2 se cumpliría con un bioreactor que, en base a los desechos del astronauta, estaría conectado al sistema de riego para generar los nutrientes necesarios para la creación de biomasa.

Las plantas comestibles se cosecharán mediante el proceso de la aeroponía, cuyo proceso de cosecha hace posible el crecimiento de plantas en un ambiente cerrado o semicerrado, en el que las raíces cuelgan en el aire y son pulverizadas con una disolución acuosa rica en nutrientes.

La principal ventaja de este tipo de cosecha, es que requiere de poca agua y energía, que la hidropónica (cultivación de plantas en las que se usan soluciones minerales en lugar de suelo agrícola), logrando así que sea autosuficiente al no necesitar de tantos recursos.

El sistema deberá permanecer cerrado por la naturaleza de la cultivación, por lo que se deberá tener materiales que sean estables con su capacidad, se trata de un proceso de mucho cuidado por lo que el ecosistema no se debe encontrar vulnerable.

La cúpula tendrá sensores cuyos registros serán enviados al sistema de control de datos que se encontrará integrado en ella misma, cuya información será transmitida a la estación central de la NASA, ahí será evaluada a través de una interfaz gráfica de usuario que brindará las estadísticas para validar que no haya alguna alteración en la atmósfera de la cúpula, así como en las plantas.

También contará con celdas fotovoltaicas para el uso de la energía solar como recurso para su funcionamiento, igualmente con acumuladores de energía, los cuales almacenarán la energía necesaria para que siga en función cuando en Marte sea de noche.



Figura 1.2) Prototipo de invernadero.

**Pruebas.**

Una vez establecidos los materiales necesarios y que el diseño sea apto, dado previos estudios de resistencia y capacidad, se proceden a realizar las pruebas antes de ser mandado al espacio.

La primer prueba de que el proyecto funciona será establecerlo a condiciones de la Tierra para verificar que la cosecha funcione no solo allá, sino también aquí, esto con fines prácticos para referencias futuras en algún otro proyecto que pueda surgir a base de éste.

La segunda prueba será decisiva y la más importante ya que se hará en condiciones meteorológicas de Marte. Aquí la cosecha debe de pasar por todos los estándares establecidos de presión, humedad, temperatura, calidad de las plantas, etc. Si todo va bien, se pasa a la tercera prueba.

La tercera prueba es la final y la que marcará el lanzamiento de este proyecto. En esta prueba se tiene que descartar por completo que las plantas, después de haber sido cosechadas, se vuelven a replantar y, al momento de ser consumidas, no contraigan ningún tipo de enfermedad, que pueda dañar al astronauta. El método de cosecha implementado (aeroponía) es el más apto para prevenir este tipo de situaciones; así tenemos que validar que finalmente sea eficiente y eficaz en todos los aspectos que cubren este proyecto.

**Lanzamiento.**

Una vez pasadas cada una de las pruebas y que se apruebe su lanzamiento, se cosecharan un conjunto de plantas antes de que se envíe la cúpula a Marte, esto para comprobar la resistencia. Después la cúpula aterrizará en el planeta y se incrustará en la superficie, posteriormente se abrirá un compartimiento automatizado para que inicie su fase de auto-armado y así inicie con los ciclos biogeoquímicos, así como también los sensores empezarán a detectar valores y que sean enviados al sistema para que se pueda validar que todo esté correcto en el aterrizaje.

Una vez que el astronauta se encuentre establecido en Marte, podrá detectar la ubicación de la cúpula; ya que el mismo sistema arrojará en los datos, las coordenadas de la ubicación de la misma. Una vez ubicada, el astronauta llevará a cabo un estudio y registro del comportamiento de la cúpula y podrá validar la resistencia de las plantas, su cosecha, así como el producto final que será ingerido. Para este último paso, se contará con la ayuda de otro astronauta y un equipo médico de emergencias en caso de que llegaran a ocurrir efectos secundarios irregulares.

La cúpula se mantendrá en constante monitoreo con los registros que mande el sistema de control de datos a la estación central de la NASA y con el estudio realizado por el astronauta. En estos monitoreos, se mantendrá el registro del comportamiento de la cúpula durante el lapso de tiempo que estuvieron los astronautas en su expedición, al final se verificarán dichos registros y se validará si la cúpula tuvo un buen rendimiento y si sus productos fueron de buena calidad.

Finalmente se hará un análisis, el cual será determinado por la NASA, para valorar el desarrollo de este proyecto y su posible implementación en el futuro.

**Recuperación de agua y oxígeno al terminar el programa.**

Durante la primer etapa los invernaderos tendrán solamente un ciclo de desarrollo, en el cual se busca recuperar la mayor cantidad de materia orgánica, oxígeno y agua generados por la fotosíntesis, la materia orgánica será recolectada de manera mecánica al igual que el agua y almacenados en los extremos del invernadero, por otro lado el oxígeno se obtendrá por medio de licuefacción de gases , el aire del interior del invernadero, será comprimido y depositado en un tanque, el cual se dejara en el exterior en la superficie de marte con la finalidad de ser enfriado a a -119 °C temperatura critica del oxígeno, a esta temperatura el oxígeno adquiere propiedades paramagnéticas lo cual permite separarlo mediante un electroimán y con ello manipularlo.

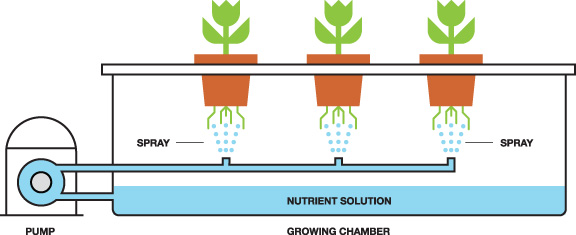
Durante su estancia en el espacio, los astronautas hacen una modificación en su alimentación, en base a su requerimiento energético y al porcentaje de los nutrientes esenciales. Por otro lado se aumenta en más del 20% el consumo de micronutrientes como el calcio, el magnesio y la Vitamina D comparado con el requerimiento en la tierra, debido al deterioro de los huesos causado por las nuevas condiciones atmosféricas.

* *Cultivo de amaranto y chía.*
* El amaranto es un cereal con alto valor nutricional y proteínico en comparación a otros cereales, además es rico en calcio, magnesio y fibra.
* La chía es un complemento nutricional óptimo y balanceado, rica en ácidos grasos (omega 3), con alto contenido de fibra soluble la cual ayuda a mantener estable los niveles de azúcar en la sangre y a regular de manera eficiente la absorción corporal de nutrientes y fluidos corporales, aspectos importantes a considerar durante estancia en el espacio. De igual manera cuenta con un alto contenido de calcio, para compensar y mantener de los huesos sanos.

**Método de irrigación.**

La aeroponía es un sistema que propicia el desarrollo de plantas proveyéndoles de los nutrientes necesarios mezclándolos con el agua de riego. La característica particular de esta técnica es que las raíces de las plantas a desarrollarse están colgando en un contenedor, sólo con aire a su alrededor, y son rociadas mediante un aspersor (de altas presiones) con un spray conteniendo la solución nutritiva en agua.

Generalmente los equipos ya comercializados rocían constantemente las raíces mediante ciclos de encendido y apagado, no de una manera continua, lo cual sería el método más eficiente para el crecimiento de la planta. Otro aspecto a resaltar es que mientras más fino sea el spray mejor será el efecto nutritivo en la planta.



**Secado de cultivos existentes.**

Aprovechando el diferencia del potencial térmico del ambiente marciano con medio de redes de intercambio de calor.

**El suministro de CO2**

Será liberado en función de la concentración de Oxigeno en el invernadero.

**Diagrama del sistema ideal.**

El objetivo de la creación de los invernaderos desplegables en Marte es dar un paso más para generar un sistema sustentable y equilibrado de supervivencia para seres humanos en otros planetas o zonas con condiciones extremas en la Tierra.

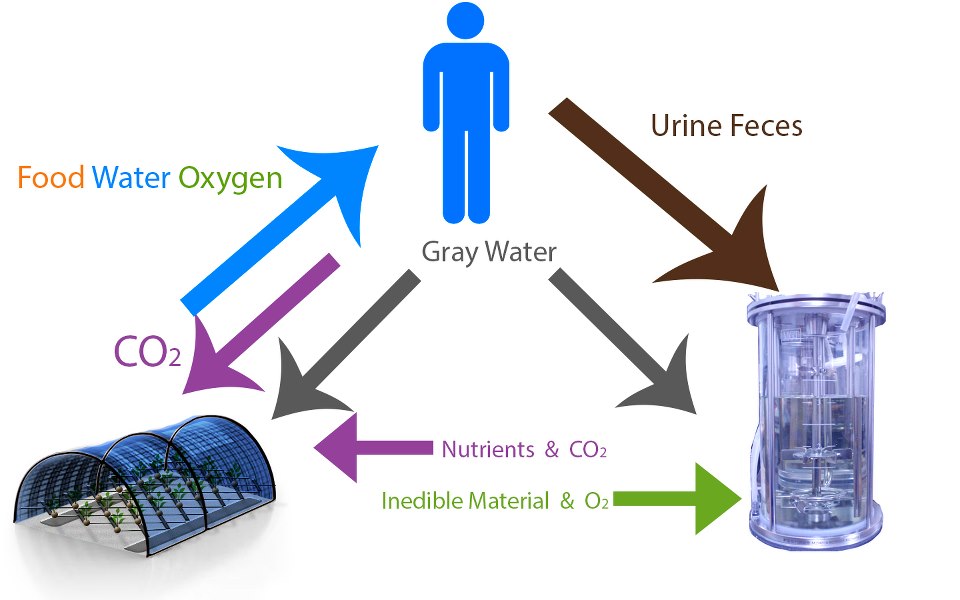
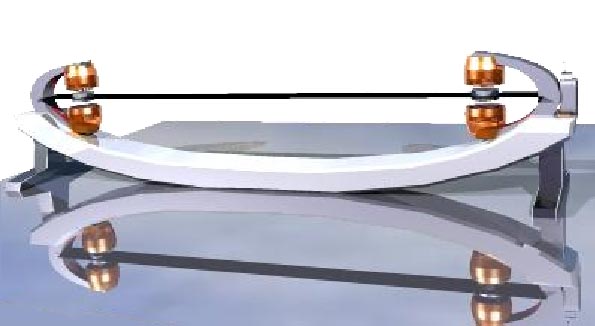


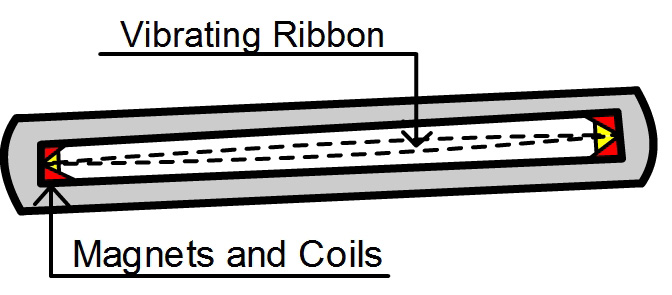
Figura 1.3) Diagrama del sistema ideal a emplearse.

**Generación de energía capaz de ejecutar los mecanismos y sistemas de control y proceso**

En el invernadero existirán sistemas encargados de generar energía.

El primero de ellos es un sistema de generación eólico de membrana flexible, que tiene ventajas en cuanto a diseño, peso, y al no contar con aspas, estas no serán una amenaza en caso de romperse y ser lanzadas como proyectiles al invernadero pudiendo dañar la estructura.





La segunda fuente de energía será una ya bien conocida en las misiones espaciales: Las Fotoceldas.

Sin embargo tras realizar una hipótesis que pretendía encontrar una manera de obtener mayor voltaje o eficiencia en una fotocelda, el equipo encontró un resultado sorprendente.

Inspirándonos en el efecto de tragaluz que emula un foco de 60 Watts obtenido al colocar una botella de pet de dos litros transparente que contenga agua y cloro en el techo de una vivienda, decidimos utilizar este efecto luminiscente para aumentar la incidencia fotonica efectiva que produce electrones utilizables.

El sencillo experimento que realizamos fue el siguiente:

Se midió la resistencia eléctrica de un fotoresistor orientado completamente al sol. Obteniendo una resistencia de 127.9 Ohms.

Al orientar el fotoresistor en un ambiente obscuro con la fuente lumínica que produce la luz solar atraves de la botella de pet con agua y cloro se obtuvieron resultados entre 377 Ohms a ¡432 Ohms! Un valor considerablmentente más alto.

Y extrapolando los principios de operación, debería ocurrir que si en una de las bicapas externas transparentes del invernadero, se colocara una solución como esta, el resultado permitiría una mayor cantidad de luz en el invernadero para las plantas, y además una mayor ganancia voltaica en los paneles solares laterales del invernadero.

Finalmente, para almacenar la electricidad generada, en vez de baterías comunes, aprovecharemos las ventajas de super-capacitor. Con ello se reducirían los pesos de transporte de baterías y la eficiencia seria muchísimo mayor.

**Generación de energía fotovoltaica capaz de ejecutar sistemas de control.**

La Energía Solar Fotovoltaica es una tecnologa que genera corriente continua

por vía de semiconductores cuando estos son iluminados por un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre una celda solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia electrica; cuando la luz se extingue, la electricidad desaparece.

Algunas celdas solares vienen manteniéndose en operación terrestre o en el espacio desde hace

30 años.

La Energía Solar Fotovoltaica presenta ventajas e inconvenientes tanto técnicos como no técnicos. Con frecuencia, las ventajas y desventajas de la longitud del diámetro opuesto a las de las centrales convencionales de fuel. Por ejemplo, las plantas de combustibles fósiles tienen emisiones peligrosas para el medio ambiente, usan una fuente limitada, su coste tiende a crecer y no se pueden hacer plantas pequeñas. La Energía Solar Fotovoltaica no tiene ninguno de esos problemas; si no que tiene la desventaja de su difícil almacenamiento. Por último, coinciden en ser ambas tecnologías muy fiables.

Sin embargo, La energía eólica produce hoy mil veces más electricidad que la Energía Solar

Fotovoltaica pero está muy localizada en sitios favorables mientras que la fotovoltaica es utilizable en la mayor parte del mundo.

**Simulaciones del sistema.**

***Análisis de requerimiento***

**1.Objetivo**

Tener un software, que monitoree un invernadero en Marte.

El software recibirá señales eléctricas a través de sensores, las cuales serán graficadas y almacenadas en bases de datos para luego ser enviadas a la Tierra.

Las gráficas serán monitoreadas localmente (en el espacio), con lo cual se podrá prevenir algún accidente en las plantas (falta de luz, exceso de oxígeno, entre otras variables) que en algún futuro pueda suceder.

Con los datos obtenidos, el software hará predicciones del estado próximo del invernadero, y estadísticamente nos dirá que mes fue el mejor para su producción.

**2. Descripción**

El astronauta tendrá acceso a las gráficas en tiempo real y recibirá una señal de alerta en caso de accidentes.

Los científicos además de tener la posibilidad de acceder al servidor con el objetivo de observar el estado y los logs generados durante el periodo de funcionamiento del invernadero, tendrán el derecho de observar las bases de datos para fines estadísticos y probabilísticos.

**3. Actores**

Científico: Vera reportes en tiempo real, y además reportes de cualquier fecha.

Astronauta: Puede ver los reportes en tiempo real del invernadero.

**4. Tecnología**

Python 2.7.3

OS: Linux Lubuntu 12.04

Fedora 18

Arch Linux

matplotlib