

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE
DISEÑO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS**

FACULTAD DE DISEÑO

**DISEÑO DEL PROTOTIPO AR17 UGV, VEHÍCULO SEMI
AUTÓNOMO NO TRIPULADO, UNA HERRAMIENTA DE
BUSQUEDA Y RESCATE**

Trabajo de desarrollo profesional por etapas para obtener el grado
de

Licenciado en Diseño

Presentan:

Saraí Josahandi Blancas Arce

Andrea Berenice Tapia Torres

Adriana Pérez Nava

Director de tesis

Ing. Mónica Elizabeth Luna Meza

INDICE

Introducción.....	6
1.1.- Objetivo general	9
1.2.- Objetivos particulares	9
2.- Planteamiento del problema	9
3.- Justificación	10
4.- Estado del Arte.....	11
4.1.- USAR	12
4.2.- Tecnologías robóticas como herramienta para los desastres o de rescate	12
4.3.- Características que debe tener un robot móvil	12
4.4.- Tipos de drones según su método de control	13
4.5.- Modalidades de Acuerdo a su Tamaño	14
5.- Aplicaciones.....	15
5.1.- Aplicación de los Vehículos Aéreos No Tripulados en la Ingeniería Hidroagrícola.	15
5.2.- Aplicación en vehículos no tripulados en sistemas híbridos de potencia basados en pilas de combustibles.	16
5.3.- Vehículos no tripulados terrestres (UGVs).....	17
5.4.- Aplicaciones y funciones de los UGVs para uso profesional.....	17
5.5.- Aplicaciones Espaciales	18
5.6.- Aplicaciones civiles y comerciales	19
5.7.- Aplicaciones militares	20
6.- Usos	21
6.1. Agricultura	21
6.2.-Fabricas industriales	22
6.3.- Minería	23
6.4.- Respuesta de Emergencia	23
6.5.- Búsqueda de Personas Desaparecidas.....	24
6.6.- Prevención y control de riesgo	25
6.7.- Geología	26
6.8.- Entretenimiento: jugar con drones	27
7.- Clasificaciones	28
7.1.- Terrestres UGV	28

7.2.- Aéreos UAV (unmanned aerial vehicle).....	29
7.3.- Acuático USV (Unmanned Ground Vehicle),	31
8.- Categorías y características de locomoción: Sistemas terrestres.....	32
9.- Desarrollo	33
9.1.- Proceso de desarrollo mediante el modelo Doble diamante	36
10.- Investigación.....	37
10.1.- Clasificación de Desastres en México.	37
10.2. Regiones Sísmicas en México.....	38
10.3.- La conceptualización del diseño por medio de la biomímesis.....	40
10.4.-Bioinspiración del Armadillo Dasipodido	41
10.5.-Bioinspiración Robot UGV	42
10.5.1. Drones terrestres (Análogos).....	42
10.5.2.-. Bioinspiración Robots (Similares).....	43
10.6.- Medidas Estándares Robot UGV.....	43
10.7.- Medidas Antropométricas de la Mano	43
10.7.1.- Materiales.....	44
11.- Conceptualización.....	50
11.1.- Lluvia de Ideas	51
11.2.- Proceso de ideación.....	52
11.3.- Infografía ilustrativa	53
11.4.- Planos generales	54
11.5.- Planos del armazón.....	55
11.6.- Fotografías del proceso del chasis AR-17.....	57
11.7.- Render´s	58
13. Requisitos y restricciones.....	59
13.1. Segmentación del Mercado	59
13.2.- Asociaciones Civiles en México.....	59
13.3. Dependencias	62
13.4. Zonas de Restricción.....	62
14.- Análisis de Soluciones	63
15. Soluciones.....	63
16. Conclusiones.....	64
Referencia de figuras	65

Glosario.....66

Agradecimientos

A Dios por su infinita bondad.

A mis padres a quienes les debo lo que soy, por inspirarme y ayudarme a alcanzar mis metas, pero sobre todo por su apoyo y amor infinito e incondicional.

A mis hermanos, amigos y compañeros que formaron parte y estuvieron acompañándonos en este proceso de aprendizaje mutuo, a quienes recorrieron este camino llenándonos de apoyo y ánimos constantemente.

A cada maestro que me enseñó y dejó un pedacito de sí en cada palabra y enseñanza, a Arturo y Teresa que nos ayudaron a plasmar y hacer realidad nuestras ideas, a Cristina Itzumi y Gabriela de la O por su dedicación y apoyo.

A los que ya no verán como concluimos esto, gracias a cada uno que se cruzó en nuestro camino, y puso su granito de arena.

Gracias por tanto, gracias a la vida y a Dios que nos permitió cumplir este sueño.

Introducción

Las exigencias de la industria en la producción de drones o vehículos de exploración actualmente son muy altas y costosas refiriéndose a la manufactura y tecnología ya que es un campo poco desarrollado en nuestro país, su uso en varios sectores, principalmente industriales, hace que estos deban ser adaptables a los diversos escenarios de producción. Deben cumplir con funciones completamente distintas y al mismo tiempo deben ser fáciles de utilizar por personal con diferentes grados de cualificación de todo el mundo.

El avance de la tecnología específicamente aplicada a la robótica y sistemas mecánicos de drones para la búsqueda y rescate de personas en casos de desastres naturales y siniestros, así como el desarrollo continuo, ha impactado positivamente en la sociedad ya que el uso de estos vehículos de rescate/robots/drones se ha incrementado logrando que cada vez se hable más de ellos y se puedan solucionar situaciones de riesgo para la población, dando lugar a una generación de modelos innovadores con alta tecnología, creando un mercado más competitivo en cuanto a precio y accesibilidad.

A partir del último sismo que experimentamos en nuestro país, percibimos la necesidad de contar con un sistema de rastreo de personas, para evitar exponer a los rescatistas innecesariamente.

Al efectuar un estudio de mercado para la adquisición de un dron, nos encontramos con que se adquieren a un costo elevado y con tiempos de entrega de hasta seis meses posteriores al pago. Debido a ello nos dimos a la tarea de fabricar un prototipo con el cual reduzcamos costos y tiempos de fabricación, el peso y tamaño excesivo, aplicando conceptos de diseño y estética, con la finalidad de que su avance sea más rápido y eficiente.

El objetivo de este proyecto es diseñar, construir y montar la estructura de un vehículo semiautónomo de búsqueda, así como el rediseño de un mando para su control, que serán utilizados en caso de desastres naturales. Cabe mencionar que este tipo de robots (vehículos de exploración terrestre semiautónomos), a diferencia de los drones aéreos, aun no cuentan con normas, reglamentación o medidas que deban observarse para su uso y construcción.

Nos basaremos en uno con la denominación: UGV (UGV por sus siglas en inglés *Unmanned Ground Vehicles*) o vehículos terrestres no tripulados, utilizados en un inicio para uso militar.

Un vehículo terrestre no tripulado (UGV) es un vehículo que opera mientras está en contacto con el suelo y sin presencia humana a bordo. Los UGV se pueden usar para diversos propósitos donde puede ser peligroso o imposible que tenga acceso un operador humano presente. En general, es un vehículo que cuenta con un conjunto de sensores para detectar el entorno, transmite información a un operador humano en una ubicación diferente y es éste quien controla el vehículo a través de la tele operación.

Diseño.

Según su aplicación, los vehículos terrestres no tripulados generalmente incluirán los siguientes componentes: plataforma, sensores, sistemas de control, interfaz de guía, enlaces de comunicación y características de integración de sistemas.

Plataforma

La plataforma puede basarse en un diseño de vehículo todo terreno e incluye el aparato de locomotora, sensores y fuente de energía. Pistas, ruedas y patas son las formas comunes de locomoción. Además, la plataforma puede incluir un cuerpo articulado y algunos están hechos para unirse con otras unidades.

Sensores

Un propósito principal de los sensores de UGV es la navegación, otro es la detección del entorno. Los sensores pueden incluir brújulas, odómetros, inclinómetros, giroscopios, cámaras para triangulación, buscadores de rangos láser y ultrasonidos y tecnología infrarroja.

Sistemas de control

Los vehículos terrestres no tripulados generalmente se consideran operados por control remoto y/o autónomo.

Se han contemplado las funciones robóticas de movilidad, detección, navegación, planificación, así como proporcionar los datos necesarios de las condiciones del lugar, lo que ayuda a la interacción entre el sistema y los humanos. La reunión entre personal de respuesta y robots con el fin de que los inventores y sus dispositivos puedan relacionarse con el personal de rescate.

El diseño forma parte del concepto técnico del producto: nos basaremos en las necesidades del usuario final (rescatistas), previo un estudio del tipo de superficies y relieves, así como de las situaciones a las cuales serán expuestos en cada búsqueda y rescate; analizaremos todas las causas que pudieran derivar en accidentes o que los podrían volver vulnerables, de tal forma que el dron las resuelva de forma rápida y eficaz.

Contamos con una serie de ventajas competitivas decisivas, como lo son: un diseño que permita su funcionamiento aún en situaciones adversas, tales como la falta de luz, condiciones de un suelo irregular así como lugares inaccesibles, espacios reducidos y otros, mediante un sistema de desplazamiento todo terreno.

Analizamos distintos materiales de forma documentada para comprobar su resistencia y así poder garantizar un largo ciclo de vida útil del AR-17. Pondremos en práctica nuestros conocimientos sobre diseño basados en la rama de la estética, aplicando lo aprendido durante nuestra formación académica en el área de diseño industrial. Utilizaremos una planificación y un método que nos ayude a resolver el problema de las dimensiones del vehículo y su movilidad, ya que el producto que tomamos como referencia ya cuenta con un diseño que mecánicamente reúne las exigencias de un aparato de su tipo.

Aplicando los principios de estética, rediseñaremos el sistema de desplazamiento del vehículo, ya que en un principio se le colocaron unas llantas para terrenos de difícil acceso; al aplicar estos principios no dejaremos de lado la funcionalidad, ya que hemos notado que la mayoría de estos vehículos carecen de ella; y el diseño que aplicaremos está pensado para hacer más seguro y sencillo su desplazamiento y trayectoria, y muy importante que no corra riesgo de sufrir accidentes (los ya existentes no cuentan con carcasas o cubiertas, dejando sus circuitos expuestos , enfrentándose a las inclemencias del clima o al riesgo de que puedan

atorarse, romperse o dañarse), y la carcasa no permite la entrada de agentes externos que pudieran dañarlo y está adaptada para que permita una movilidad ágil y segura.

1.1.- Objetivo general

El diseño y fabricación de un nuevo prototipo de vehículo UGV (*Unmanned Ground Vehicles*) y adaptación del control de un vehículo semiautónomo de búsqueda y rescate que nombraremos “AR-17”.

1.2.- Objetivos particulares

1. Evitar poner en riesgo la vida del brigadista de rescate.
2. Acceder al área de riesgo en el menor tiempo posible.
3. Abarcar una superficie mayor en menor tiempo posible.
4. Reducir riesgos en los procesos de planificación.

2.- Planteamiento del problema

El punto de partida del proyecto nace de la necesidad de aportar, mejorar y complementar el diseño estético y funcional del exterior de los robots UGVs, dado que al tratarse de un campo nuevo y de una tecnología en constante desarrollo, no cuentan con normas, reglamentación o medidas que deban observarse para su uso y construcción.

Lo anterior, nos motiva a diseñar y construir un nuevo vehículo “UGV” provisto de un armazón protector, una banda de desplazamiento y a rediseñar y/o adaptar un control ya existente del prototipo para la exploración de estructuras colapsadas, sin dejar a un lado la mecánica “UGV”.

El aditamento con el cual se relaciona el rescatista es un control, con el cual será vinculado al UGV a través de la interfaz. Todas las acciones serán determinadas por el operador en función de la observación directa a través de cámaras de video digitales.

El país es altamente vulnerable a desastres provocados por fenómenos naturales geofísicos y meteorológicos, desastres tecnológicos, etcétera, y año con año se han incrementado alarmantemente las cifras de fallecidos generados por estas causas.[1]

Con nuestro diseño lograremos acceso a diferentes escenarios y zonas en las que el ser humano no puede intervenir fácilmente, dando apoyo y solución en las labores de rescate de personas afectadas por diferentes tipos de catástrofes o situaciones de riesgo. Para poder lograrlo, llegamos a la conclusión, a través de varias encuestas que realizamos con varios grupos de rescate, de que hay que dos puntos importantes para el rescate exitoso de una persona en un área de desastre: la pronta localización y conocer la cantidad de obstáculos que existen para llegar a ella de una forma rápida y confiable. Así mismo, buscaremos que el diseño y construcción del AR-17 sea estable, de manera que el vehículo pueda tener la posibilidad de atravesar obstáculos como escombros, derrumbes, etcétera, sin volcarse o desviarse de su trayectoria, dotándolo de la estabilidad y solidez necesarias para evitar ser dañado en el transcurso del rescate.

Además de estar en contacto con el rescatista por medio del control, para lograr un proceso de rescate práctico y eficiente, la tecnología del AR-17 logra un diseño que le permitirá acceder fácilmente a cualquier zona de desastre. Uno de los accesorios con los que contara será una cámara con la que podrá observar el terreno por el que avanza así como su trayectoria, esto le ayudará al usuario a poder localizar más rápidamente a la persona que será rescatada, y al mismo tiempo podrá guiar acertadamente el vehículo semiautónomo de búsqueda y rescate.

3.- Justificación

Realizamos una investigación en relación con los vehículos no tripulados semiautónomos especializados en terrenos inestables, desastres naturales, o zonas de difícil acceso de búsqueda y rescate al igual que las tecnologías aplicadas como son los sensores de movimiento, acelerómetro, GPS y de sonido, la cual nos llevó a concluir que el uso de estas tecnologías de manera inteligente y coordinada, son una herramienta formidable para localizar personas y animales atrapados en áreas de riesgo. Basándonos en estas conclusiones y específicamente en la investigación de los modelos UGVs, llegamos al planteamiento de la realización de un nuevo diseño y construcción que fusiona la parte estética del producto, complementado con la funcionalidad del mismo, a través de la elección de materiales resistentes unidos a una eficiente movilidad y práctico uso del

control de mando. Logrando un producto costeable con amplia disponibilidad por ser fabricado en México.

En la actualidad, los diseños existentes de UGVs presentan dimensiones que no les permiten un rápido desplazamiento y provocan que un 60% de las trayectorias sean erróneas; repercuten en elevados costos de materiales para su construcción, lo que los lleva a ser poco costeables, dejando de lado la parte estética.

Con el AR-17 logramos un producto asequible a organizaciones, asociaciones y/o personas interesadas en tecnologías de apoyo en caso de desastre, porque los materiales utilizados en la construcción de nuestro diseño se fabrican en México a bajos costos comparativamente con los utilizados en los modelos de UGVs ya existentes en el mercado.

4.- Estado del Arte

Los vehículos de búsqueda y rescate para desastres naturales se utilizan para reemplazar a los humanos en situaciones peligrosas o donde no pueden desplazarse fácilmente, siendo un canal de comunicación entre el afectado y el rescatista.

Dado que son elementos que se encuentran en auge, por la necesidad de tener el apoyo de alguno de estos dispositivos inteligentes para la búsqueda y localización de la víctima, cada vez más los vemos utilizados en diferentes situaciones como: desplazar material, herramienta de apoyo, abrir caminos, o para encontrar posibles sobrevivientes o víctimas sin poner en riesgo la vida de los rescatistas, teniendo así una ubicación más exacta de la persona afectada, obteniendo un rescate eficiente y directo.

"Esencialmente, estamos reemplazando a los humanos con drones para que la búsqueda sea más eficiente y menos riesgosa en las misiones de rescate" Yulun Tian

4.1.- USAR

Es un manual de acreditación de equipos de búsqueda y rescate en estructuras colapsadas, sus siglas USAR hacen referencia a *URBAN SEARCH AND RESCUE*, aplicados para equipos de rescate especializados en la intervención en grandes catástrofes. La palabra *USAR* aplicada en los robots comienza a implementarse en la década de los 80's, pero fue hasta el 2001 que realmente se construye un robot que cumple con estas características. El grupo asesor Internacional de Búsqueda y Rescate (INASARG) se estableció en 1991. Este establecimiento siguió las iniciativas de los equipos especializados internacionales de Búsqueda y Rescate Urbano (USAR) que operaron juntos en el terremoto mexicano de 1985 y el terremoto armenio de 1988. Para no duplicar las estructuras existentes, el grupo se creó en el marco de la coordinación humanitaria existente dentro de las Naciones Unidas (ONU) (INASARG.ORG, s.f.)[2]

4.2.- Tecnologías robóticas como herramienta para los desastres o de rescate

Las operaciones que se aplican para la búsqueda y rescate son altamente críticas, lo que representan un grave riesgo para las vidas humanas, así como la de los que se involucran en el salvamento de éstas. Según un informe de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), entre 2005 al 2014 se registraron anualmente 335 casos más un incremento del 14% respecto al periodo de 1994 al 2004. (ONU, 2015)[3]

Las tareas que debe desempeñar un robot UGVs, aunque aún no se encuentran definidas en su totalidad por los mismos especialistas son: búsqueda, reconocimiento y mapeo, remoción de escombros, inspección estructural, ampliación de cobertura en comunicaciones, soporte logístico; demandando que las características de los robots sean diversas.

4.3.- Características que debe tener un robot móvil

Existen cuatro modalidades de robots de búsqueda y rescate: Vehículos terrestres no tripulados (UGV, por sus siglas en inglés); Vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés); Vehículos submarinos no tripulados (UUV, por sus siglas en inglés);

Vehículos superficiales no tripulados (USV, por sus siglas en inglés). (Defensa.com, 2018)[4]

4.4.- Tipos de drones según su método de control

Según la vigilancia que provee el dron podemos clasificarlos también en varios apartados.

- **Drones autónomos.** Este tipo de drones no necesitan un control a distancia ya que su operador introduce una ruta programada, por lo que pueden hacer trabajos como transporte de correspondencia o mercancía de un lugar a otro de manera autónoma.
- **Drones controlados remotamente.** El primer tipo de dron que existió y el cual se ha comercializado extensamente a nivel mundial debido a que suele ser el que presenta un precio inferior al resto. Su vuelo no depende únicamente de un control remoto en posesión de la persona que quiere controlarlo, puede depender de un monitoreo, un software, etc.
- **Drones supervisados o monitorizados.** Se trata de un punto medio entre el dron autónomo y el dron controlado remotamente. Un dron que puede realizar ejercicios de forma autónoma pero que precisa de un técnico para supervisarlos, controlar su feedback post vuelo o decidir previamente una ruta. (Ingeoexpert, 2019) [5]

Controles para drones existentes en el mercado.	
	<p>Control <u>Spark</u> <u>DJI</u></p>
	<p>Control Remoto transmisor para drones <u>Bayangtoys</u></p>

	Control remoto para drones <u>3dr</u>
	Transmisor control remoto <u>RC</u>
	Control remoto para mini drones <u>Parrot Flypad</u>

Figura 1. Aplicaciones de control remoto para drones.

4.5.- Modalidades de Acuerdo a su Tamaño

Man-packable: Todo el sistema del robot en conjunto debe ser capaz de transportarse en 1 o 2 empaques, utilizados después de haber sucedido el desastre, ya que pueden ser asignados inmediatamente al epicentro del desastre.

Man-portable: Puede ser transportado por un equipo todoterreno ligero a la zona del desastre y operado por dos personas como máximo)

Maxi: Su transporte es necesario emplear tráiler o alguna logística de transporte especial.

TAMAÑO	MODALIDAD DE TRANSPORTE
Man-packable	Transportable por una persona

Man-portable	Transportable por dos personas o vehículo ligero
Maxi	Transportable en remolques especiales

Tabla 1. Clasificación de los robots según su tamaño

5.- Aplicaciones

5.1.- Aplicación de los Vehículos Aéreos No Tripulados en la Ingeniería Hidroagrícola.

El monitoreo remoto de variables agrícolas sigue siendo un reto ante los altos costos que representa la adquisición manual de datos con alta frecuencia. Este tipo de aplicaciones emergen de la necesidad de reducir costos y tiempos, por lo que expertos en la materia tanto ingenieros, arquitectos y hasta diseñadores han desarrollado estos *gadgets* con la intención de obtener información de parcelas, cultivos, suelos, de la infraestructura agrícola. La puesta en órbita de satélites facilitó la obtención de información espacial y temporal de variables de interés hidroagrícola.

Ante la demanda de información detallada, los satélites tienen la limitante de suministrar información temporal discontinua e información espectral de baja resolución. Una alternativa emergente la proporcionan los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTs), comúnmente llamados “drones”. Delante del gran desarrollo que presentan los VANTs, es de utilidad conocer las principales características y componentes de estos equipos utilizados con fines agrícolas, los trabajos relacionados y su uso potencial en las diferentes áreas de aplicación hidroagrícola.

Los usos emergentes de los VANTs están asociados con la aplicación de técnicas geoespaciales y sensores para caracterizar la variabilidad espacial y temporal parcelaria con fines de aplicación diferencial de insumos y riego, y para definir estrategias de manejo agrícola. Los estudios también indican que estos vehículos son de gran utilidad para el monitoreo y supervisión de la superficie terrestre a través de imágenes georreferenciadas de alta resolución espacial, temporal, y espectral de baja altura, sin embargo, existen

restricciones para su adopción debido a su costo inicial, entrenamiento y software requerido, y regulaciones cada vez restrictivas para su uso. (Ojeda-Bustamante, González-Sánchez, A. Mauricio-Pérez, & Flores-Velázquez, 2017)[4]

Las aplicaciones de VANTs en la agricultura son diversas, y las necesidades actuales perfilan esta herramienta con un gran potencial para utilizarse en actividades de planeación, monitoreo y control de actividades agrícolas. (Ojeda-Bustamante, González-Sánchez, A. Mauricio-Pérez, & Flores-Velázquez, 2017)

5.2.- Aplicación en vehículos no tripulados en sistemas híbridos de potencia basados en pilas de combustibles.

Estos dispositivos con capacidad de almacenamiento de energía han desarrollado un sinnúmero de aplicaciones para mejorar la autonomía de dichos dispositivos teniendo un sistema híbrido con la capacidad de almacenamiento de energía eléctrica, la cual se basa en la utilización de hidrógeno en pilas de combustibles. (López González, y otros, 2014)[6]

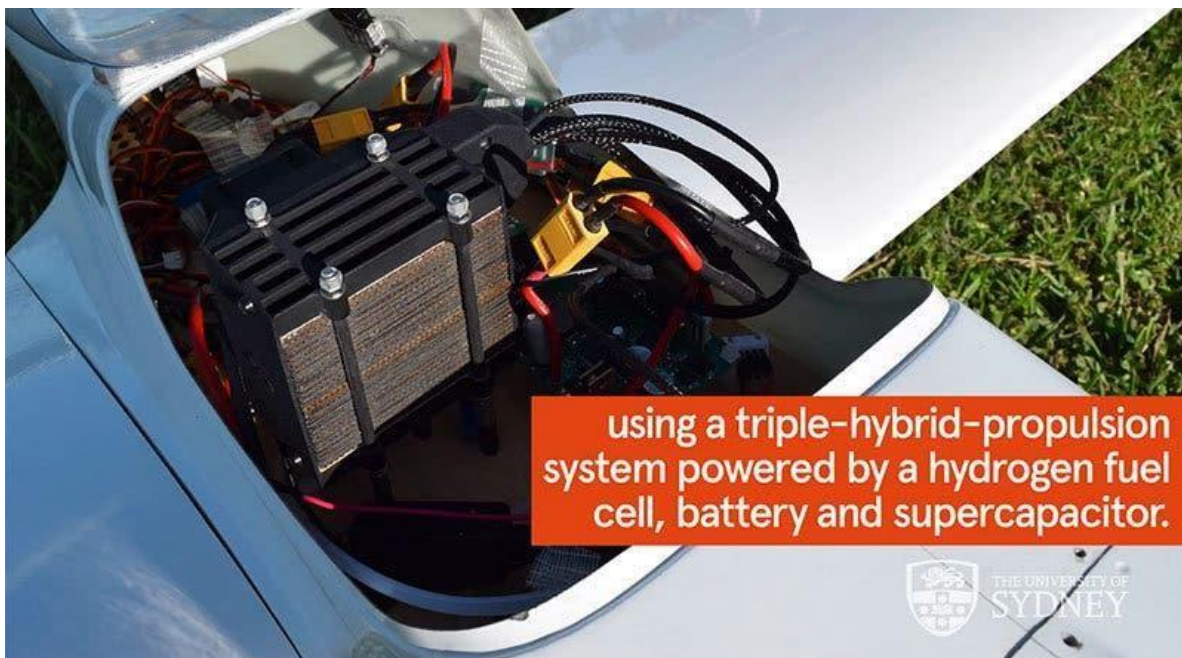


Figura 2. 16 de junio 2020 sitio web: <https://dronehibrido.com/es/>

5.3.- Vehículos no tripulados terrestres (UGVs)

Esta tecnología controlada, remota y vanguardista igual que sus aplicaciones, tiene características y uso similar que los anteriores. La automoción es uno de los sectores en los que la utilización de pilas de combustible, conjuntamente con hidrógeno como combustible, puede aportar más ventajas en términos de reducción de emisiones de CO₂. (López González, y otros, 2014)

5.4.- Aplicaciones y funciones de los UGVs para uso profesional

Los UGV pueden ser usados como apoyo a cuerpos de rescate (que es un punto de partida para el desarrollo de nuestro prototipo), con este antecedente tenemos definido quiénes serían los usuarios y beneficiarios de estos mismos. Podemos encontrar que los sistemas UGVs son utilizados en los sectores de la industria civil y militar, pudiendo ser aprovechados por los servicios de emergencia, como el cuerpo de Bomberos, Ambulancias, Policía, etc, facilitando un gran apoyo para muchas labores, incluyendo: asistencia a personas con discapacidad, fumigación, recolección, transporte, patrullaje, observación y detección, investigación, exploración e inspección en túneles, alcantarillados, edificios, etc. (embention, 2016)[7]

En el ámbito militar los sistemas UGV se emplean principalmente para funciones militares que van desde reconocer un área hasta abastecer con provisiones y equipos a las fuerzas militares en medio de zonas de conflicto. Concretamente, algunas de las tareas en las que se emplean estos sistemas autónomos son: determinar áreas peligrosas para los soldados, proporcionar vigilancia, transportar suministros, fijar objetivos, desactivación de artefactos explosivos, etc... (embention, 2016)

Hay una gran variedad de UGVs en uso hoy en día. Predominantemente, estos vehículos se usan para reemplazar a humanos en situaciones peligrosas, como manejar explosivos y en vehículos que desactivan bombas, donde se necesita fuerza adicional o un tamaño

más pequeño, o donde los humanos no pueden ir fácilmente. Las aplicaciones militares incluyen vigilancia, reconocimiento y adquisición de blancos. También se utilizan en industrias como la agricultura, la minería y la construcción. Los UGVs son altamente efectivos en las operaciones navales, tienen una gran importancia en la ayuda del combate de la Infantería de Marina; También pueden hacer uso de las operaciones logísticas en tierra y en flote. (Hisour, 2016)[8]

Los UGVs también se están desarrollando para operaciones de mantenimiento de la paz, vigilancia en tierra, operaciones de control, presencia urbana en las calles y para mejorar las redadas policiales y militares en entornos urbanos. Además, los UGVs ahora se están utilizando en la misión de rescate y recuperación y se utilizaron por primera vez para encontrar sobrevivientes después del 9/11 en Ground Zero. (Hisour, 2016)

5.5.- Aplicaciones Espaciales

A diferencia de los anteriores casos ya descritos de vehículos no tripulados y controlados remotamente cuyos usos y /o aplicaciones se dan dentro de la población civil o en instituciones militares, se han desarrollado un tipo de vehículos para la investigación y exploración en la búsqueda de agua y vida en otros ecosistemas; hasta ahora la NASA ha enviado este tipo de UGVs a explorar el planeta Marte.

El proyecto Mars Exploration Rover de la NASA incluye dos UGV, Spirit y Opportunity, que se desempeñan más allá de los parámetros de diseño originales. Esto se atribuye a los sistemas redundantes, el manejo cuidadoso y la toma de decisiones de interfaz a largo plazo. Opportunity (rover) y sus vehículos gemelos, Spirit (rover), de seis ruedas y con energía solar, fueron lanzados en julio de 2003 y aterrizaron en lados opuestos de Marte en enero de 2004. El rover Spirit operó nominalmente hasta que quedó atrapado en la arena profunda en abril de 2009, duró más de 20 veces más de lo esperado. El Opportunity, en comparación, ha operado 12 años más de la vida útil prevista, que era de tres meses. Curiosity (rover) aterrizó en Marte en septiembre de 2011, y su misión original de dos años se ha extendido indefinidamente. (Hisour, 2016)



Figura 3. Ilustración del Róver Perseverance NASA sitio web: <https://theconversation.com/los-drones-llegan-a-marte-155348>

5.6.- Aplicaciones civiles y comerciales.

Se están implementando múltiples aplicaciones civiles de UGV a procesos automáticos en entornos de fabricación y producción. También se han desarrollado como guías turísticos autónomos para el Museo Carnegie de Historia Natural y la Exposición Nacional de Suiza. (Hisour, 2016)



Figura 4. The Librarian Robert Dawson, 27 de Marzo del 2019 sitio web:
<https://universoabierto.org/2019/04/30/el-robot-bibliotecario/>

5.7.- Aplicaciones militares.

El uso de UGVs por los militares ha salvado muchas vidas. Las aplicaciones incluyen la eliminación de artefactos explosivos (EOD, por sus siglas en inglés), como minas terrestres, carga de artículos pesados y reparación de las condiciones del terreno bajo el fuego enemigo. El número de robots utilizados en Irak aumentó de 150 en 2004 a 5,000 en 2005 y desarmaron más de 1000 bombas en carretera en Irak a fines de 2005 (Carafano y Gudgel, 2007).

Para 2013, el Ejército de los Estados Unidos había comprado 7,000 máquinas de ese tipo y 750 habían sido destruidas. El ejército está utilizando la tecnología UGVs para desarrollar robots equipados con ametralladoras y lanzagranadas que pueden reemplazar a los soldados. (Hisour, 2016)



Figura 5. Alexander farrow, Marzo del 2000; Fervimax drones de usos militar

6.- Usos

6.1. Agricultura

Los UGV son un tipo de robot agrícola. Los tractores de recolección no tripulados pueden operarse las 24 horas del día. Los UGV también se utilizan para pulverización y adelgazamiento del terreno, también se pueden utilizar para controlar la salud de los cultivos y el ganado. (Hisour, 2016)



Figura 6. 16 de Mayo 2021 sitio web: <https://profesionalagro.com/noticias/drones-e-inteligencia-artificial-en-agricultura>

6.2.-Fabricas industriales

En el entorno de fabricación, los UGV se utilizan para el transporte de materiales. A menudo son automatizados y se les conoce como AGV. Las compañías aeroespaciales utilizan estos vehículos para posicionar con precisión y transportar piezas pesadas y voluminosas entre las estaciones de fabricación, que consumen menos tiempo que el uso de grúas grandes y pueden evitar que las personas se involucren en áreas peligrosas. (Hisour, 2016)



Figura 7. Natiana gandara 13 de mayo del 2019 <https://www.prensalibre.com/economia/hablemos/docencia-opciones-de-negocio-con-drones>

6.3.- Minería

Los UGV se pueden usar para atravesar y mapear túneles de minas. Combinando sensores de radar, láser y visuales, se están desarrollando UGV para mapear superficies de rocas en 3D en minas a cielo abierto. (Hisour, 2016)



Figura 8. Febrero 2019 sitio web: <https://www.pwc.com/co/es/assets/video/PwC-Soluciones-Drones-para-Miner>

6.4.- Respuesta de Emergencia

Los UGV se utilizan en muchas situaciones de emergencia, como la búsqueda y el rescate urbanos, la lucha contra incendios y la respuesta nuclear. Tras el accidente de la central nuclear de Fukushima Daiichi en 2011, se utilizaron los UGV en Japón para el mapeo y la evaluación estructural en áreas con demasiada radiación como para justificar una presencia humana. (Hisour, 2016)



Figura 9. Sitio web: <https://wingtra.com/es/dron-mapeo-wingtraone/>

6.5.- Búsqueda de Personas Desaparecidas

Uno o más drones de tipo helicópteros pueden buscar personas desaparecidas en lugares abiertos o de difícil acceso como zonas montañosas o nevadas. El reducido tamaño de estos UAV, permite tenerlos siempre disponibles en estaciones de montaña, reduciendo considerablemente el tiempo de búsqueda. (Inteligencia DYNAMICS, 2012)[9]

:



Figura 10 Sitio web: <https://ignous.cl/2019/04/05/drone-y-helicoptero-grandes-diferencias-a-la-hora-de-una-inspeccion/>

El bajo coste de estos drones comparados con el coste de un helicóptero tradicional los hace idóneos para esta tarea; un helicóptero tradicional es al menos de 30 a 60 veces más caro. (Inteligencia DYNAMICS, 2012).

Lo primero a tener en consideración cuando de hacer un trabajo de inspección se habla es el costo que significara, tanto en tiempo como en dinero. Los gastos operacionales que significa poner en marcha un helicóptero son elevados si pensamos que las labores a realizar implican recorridos largos y estudios en profundidad.

En ese sentido, el uso de drones para estos trabajos es ideal, pues reducen el costo en servicios como la televigilancia, inspección y obtención de datos. En algunos países, como es el caso de España, el sector agrícola ha visto bajas en el coste de entre un 75% a un 85% a la hora de considerar un precio y efectividad (sobre todo en tiempo). Por lo mismo es que en dicho país se han implementado los RAPS en diversas áreas de estudio, como circulación en carreteras, entre otros

6.6.- Prevención y control de riesgo.

En el campo forestal, los drones o UAV permiten la supervisión constante, en horas de alto riesgo, de un área boscosa, en busca de puntos activos o conatos de incendio. El vehículo no tripulado puede supervisar una amplia zona boscosa desde el aire, sin riesgo de vidas humanas y reduciendo los costes comparado con los activos humanos necesarios para desarrollar la misma tarea. (Inteligencia DYNAMICS, 2012)



Figura 11. Sitio web: <https://www.icog.es/TyT/index.php/2017/02/la-tierra-a-vista-de-pajaro-uso-de-drones-uavs>

6.7.- Geología

Realización de mapas geológicos sedimentológicos, mineralógicos y geofísicos, control y monitorización de explotaciones mineras y su impacto.

Ambiental: movimientos de tierras, producción de áridos, residuos metálicos, balsas de decantación, etc. Determinación y control a escala centimétrica de áreas con riesgos geológicos asociados o caracterización de zonas con riesgo de aludes utilizando imágenes multiespectrales para determinar la humedad de la nieve, cámaras térmicas para determinar su temperatura y técnicas estereoscópicas para determinar grosores. (Inteligencia DYNAMICS, 2012)



Figura 12. Sitio web: <https://www.tecnopl.com/robots-en-investigacion-hombre-robot/>

6.8.- Entretenimiento: jugar con drones.

Como no podía ser de otra manera, los drones están preparando el terreno para los juegos del futuro; permitiendo capturar imágenes reales de los diferentes escenarios del mundo y no como son hasta ahora, sino mostrándonos interpretaciones de los paisajes. Lo que hoy es seguro es que existen modelos disponibles para los aficionados del aeromodelismo. Con precios que oscilan entre los \$3000 y los \$10000 pesos mexicanos, estas naves incluyen cámaras de muy buena calidad, y muy fáciles de maniobrar desde cualquier dispositivo inteligente. (DONWEB AGENCIA DE PRENSA , 2014)[10]



Figura 13. Miguel Gonzales, Abril del 2020; sitio web: <https://filmora.wondershare.es/drones/best-toy-drones-to-buy.html>

7.- Clasificaciones

7.1.- Terrestres UGV

Los sistemas UGVs son plataformas robóticas flexibles desarrolladas para proporcionar un soporte de movilidad multipropósito potente. Dependiendo de su tamaño y objetivo pueden ser extremadamente portables y capaces de evitar obstáculos. Para aumentar sus capacidades con los últimos avances tecnológicos se han realizado mejoras incrementales en el hardware, el software, en sus cargas de pago y su capacidad para su modularidad. (Embotion, 2016)

Combinan una buena capacidad de movimiento gracias a que pueden incorporar trenes de rodaje de tipo oruga y pueden estar dotados de una gran autonomía empleando sistemas de motorización híbridos. (Embotion, 2016)

En conclusión, los sistemas UGVs son plataformas muy versátiles que posibilitan operaciones en condiciones donde existen ciertos riesgos humanos, como en circunstancias con emergencias biológicas, radiológicas y químicas o con riesgo de explosiones, etc. (Embotion, 2016)



Figura 14. 29 de Mayo del 2016; sitio web: <https://www.pimealdia.org/es/15-aplicacions-dels-drons-a-la-nostra-societat/>

7.2.- Aéreos UAV (unmanned aerial vehicle)

- Ala Fija

Los drones de ala fija son aeronaves que poseen un perfil alar que permite que la aeronave pueda moverse a través del aire y sea capaz de generar fuerzas sustentadoras para mantenerse en el aire. Este tipo de drones tienen una estética muy similar a los aeromodelos de radiocontrol.

La principal característica de este tipo de drones es la gran autonomía que nos ofrecen ya que pueden estar volando varias horas gracias a su eficiencia aerodinámica. Los drones de ala fija son ideales para mapear grandes superficies de terreno ya que con una única batería

se cubren grandes extensiones de terreno. Por este motivo son drones muy utilizados en trabajos de agricultura de precisión y de fotogrametría. (Aereal insights, s.f.)[11]



Figura 15. Sitio web: <https://www.aerial-insights.co/blog/tipos-de-drones/>

-Ala Rotatoria

Los drones de ala rotatoria, o más conocidos como multirrotores, son los tipos de dron más extendidos y más utilizados por los profesionales del sector. Si bien es cierto que existen otros tipos de drones de ala rotatoria, solamente vamos a analizar los multirrotores por ser los drones más comunes del mercado.

La principal diferencia de los multirrotores con respecto a los drones de ala fija radica en la forma en la que consiguen mantenerse en el aire. Mientras que los drones de ala fija consiguen la sustentación a través de su perfil alar, los multirrotores generan la sustentación a través de las fuerzas que generan las hélices de sus rotores (Aereal insights, s.f.)



Figura 16. Sitio web: <https://www.aerial-insights.co/blog/tipos-de-drones/>

7.3.- Acuático USV (Unmanned Ground Vehicle),

Los avances tecnológicos en el sector de los vehículos no tripulados no se limitan únicamente a los UAV, más comúnmente conocidos como drones, sino que también están aumentando los desarrollos en el sector de los vehículos no tripulados terrestres o UGV (Unmanned Ground Vehicle), así como de superficie (acuáticos), también conocidos como USV. El sector está observando que, tecnológicamente, este tipo de sistemas autónomos avanza más rápido de lo que se esperaba hace unos años. (Embation, 2016)



Figura 17. Sitio web: <https://www.adslzone.net/reportajes/drones/drones-submarinos/>

8.- Categorías y características de locomoción: Sistemas terrestres.

Se destaca en la siguiente tabla el desempeño del vehículo terrestre, obtenido del artículo: “Locomotion systems for ground mobile robots in unstructured environments”, Mechanical Sciences, Copernicus Publications.[12]

Además de las ya conocidas llantas, patas, entre otras, los desarrolladores de estas tecnologías han fusionado 2 o más sistemas de locomoción con la intención de brindar un mejor desempeño y mayor versatilidad al vehículo/robot en entornos irregulares.

Categorías de locomoción: extremidades con ruedas (L-W, Legs-Wheels), extremidades con orugas (L-T, Legs- Track), ruedas con orugas (W-T, Wheels- Tracks), y extremidades con ruedas y orugas (L-W-T, Legs –Wheels – Tracks).

Sistema de locomoción Características	Ruedas (w)	Orugas (T)	Extremidades (L)	Híbrido (L-W)	Híbrido (L-W)	Híbrido (W-T)	Híbrido (L-W-T)
Velocidad máxima	Alta	Mediana/Alta	Baja (caminata estática) Mediana (Caminata dinámica)	Mediana/Alta	Mediana	Mediana/Alta	Mediana/Alta
Cruce de obstáculos	Baja	Mediana/Alta	Alta	Mediana/Alta	Alta	Mediana	Alta
Subir Peldaños/escaleras	Baja	Mediana	Alta	Alta	Alta	Mediana	Alta
Escalar pendientes	Baja/Mediana	Alta	Mediana/Alta	Mediana/Alta	Alta	Mediana/alta	Alta
Operacion en terrenos suaves	Baja	Alta	Baja/Mediana	Baja/Mediana	Mediana/Alta	Alta	Mediana/alta
Operacion en terrenos irregulares	Baja	Mediana/Alta	Alta	Alta	Alta	Mediana/Alta	Alta
Eficiencia energética	Alta	Mediana	Baja/Mediana	Mediana/Alta	Mediana	Mediana/Alta	Mediana/Alta
Complejidad mecánica	Baja	Baja	Alta	Mediana/Alta	Mediana/Alta	Baja/Mediana	Alta
Complejidad de control	Baja	Baja	Alta	Mediana/Alta	Mediana/Alta	Mediana	Alta
Disposición de tecnología	Completa	Completa	Completa/en progreso	Completa	Completa	Completa	Completa

Tabla 2.- Características de la locomoción en Robots terrestres

9.- Desarrollo

Este proyecto de carácter social surge a raíz del sismo de 2017, ya que se requirió de apoyo especializado para localizar a personas atrapadas entre los escombros. Hace tres años, la capital mexicana sufrió el mayor sismo de su historia, aún más devastador que el de 1985, un evento que marcó la vida de millones de personas. El terremoto dejó secuelas y muchos problemas adicionales a la ayuda que se le debió brindar a los damnificados que perdieron todo, tales como el desarrollo de nuevas herramientas y tecnologías para la localización de personas bajo los escombros, lo que nos llevó a realizar una investigación al respecto, en la cual se encontraban drones aéreos y terrestres.

Fue así como llegamos al artículo sobre tecno ayuda escrito por Génesis Gatica Porcayo, de “Ciencias MX noticias” titulado “Tecnología para los desastres naturales en el país”, que describe el evento del 19 de septiembre del 2017 en el estado de Morelos, un sismo con epicentro al sureste del municipio de Axochiapan, el cual afectó diferentes zonas del estado y áreas conurbadas. En dicho documento se pone de manifiesto la evidente falta de tecnologías de apoyo posterior al evento, pues si bien se cuenta en el país con sofisticados sistemas tecnológicos para la detección de los eventos sísmológicos ocurridos a lo largo y ancho del territorio nacional con una detallada base de datos en la que se lleva el registro y la estadística de todos los eventos y su intensidad, nos encontramos penosamente carentes de tecnología en la cual apoyar los esfuerzos para el rescate de víctimas, una vez que ya se han producido los desastres.

En el artículo el autor textualmente refiere:

“Fue muy frustrante ver fotografías de 1985 que se confundían con las imágenes tomadas con este reciente sismo: gente cargando piedras, removiendo escombros con picos y palas pero no había ningún tipo de tecnología”, explicó Korina Velázquez.

“Hubo ciertos instrumentos que fueron donados por empresas pero que no se usaron y tampoco existe un reporte concreto que estimara si hubo gente rescatada con la tecnología que sí utilizaron. Estas fueron: tecnología que podía utilizarse para prevenir y alertar, tecnología que debía usarse en los primeros días de emergencia y aquella que sirve para dar seguimiento posterior al evento, tanto en la distribución de la ayuda como para verificar que el apoyo realmente llegara.”

No obstante que instituciones educativas, tanto públicas como privadas, han dedicado parte de sus recursos y esfuerzos para el desarrollo de este tipo de drones, estos proyectos no han podido ver luz y se han reducido únicamente a la creación de prototipos incosteables por el alto precio de sus componentes y muy poco funcionales al momento de llevarlos a probar en campo.

Es por ello que a raíz del sismo del 2017, nos dimos a la tarea de plantearnos de qué manera podríamos aportar nuestra experiencia académica en pro del beneficio de la población

bajo estas trágicas circunstancias, brindando el apoyo tecnológico tan primordial y necesario en los primeros momentos de haber ocurrido los desastres.

Elegimos entonces enfocar nuestro proyecto en el diseño y construcción de un vehículo UGV, ya que se han desarrollado limitadamente en otros países y en nuestro país es nula su presencia, lo que representa para nuestro mercado escasa o nula competencia para su comercialización

Al realizar el benchmarking, sobre diferentes tecnologías que existen de los UGVs, elaboramos un estudio comparativo preliminar de nuestro proyecto en contraste con modelos desarrollados con anterioridad, del que se desprenden diferencias significativas entre los costos y características de dicho modelo en contraposición con el nuestro, finalizando con una amplia ventaja hacia nuestro modelo, siendo dichos datos preliminares los siguientes:

Las aplicaciones robóticas para la ayuda de búsqueda de personas en riesgo ante una tragedia catastrófica, están en constante evolución con una respuesta positiva en cuanto a la gran ayuda que se le brinda al cuerpo de rescate sin poner en riesgo la vida de los brigadistas/rescatistas; evitando exponerlos a situaciones riesgosas, tales como derrumbes o sustancias tóxicas.

Para lograrlo utilizamos el método Double diamond (figura 3), que consiste en cuatro fases distintas, las cuales son: descubrir, definir, desarrollar y entregar; se definen como un número de ideas posibles antes de redefinir y reducir para llegar a la solución final, esto se representa en forma de diamante, pero en el doble diamante se realiza dos veces. En la primera fase para confirmar la definición del problema y en la segunda fase para crear la solución para así descubrir cuales ideas son las mejores, ya que las ideas se crean probando y definiéndolas varias veces; esto es parte importante del proceso del diseño, para así obtener como resultado nuestro vehículo terrestre no tripulado.

Double Diamond DESIGN PROCESS

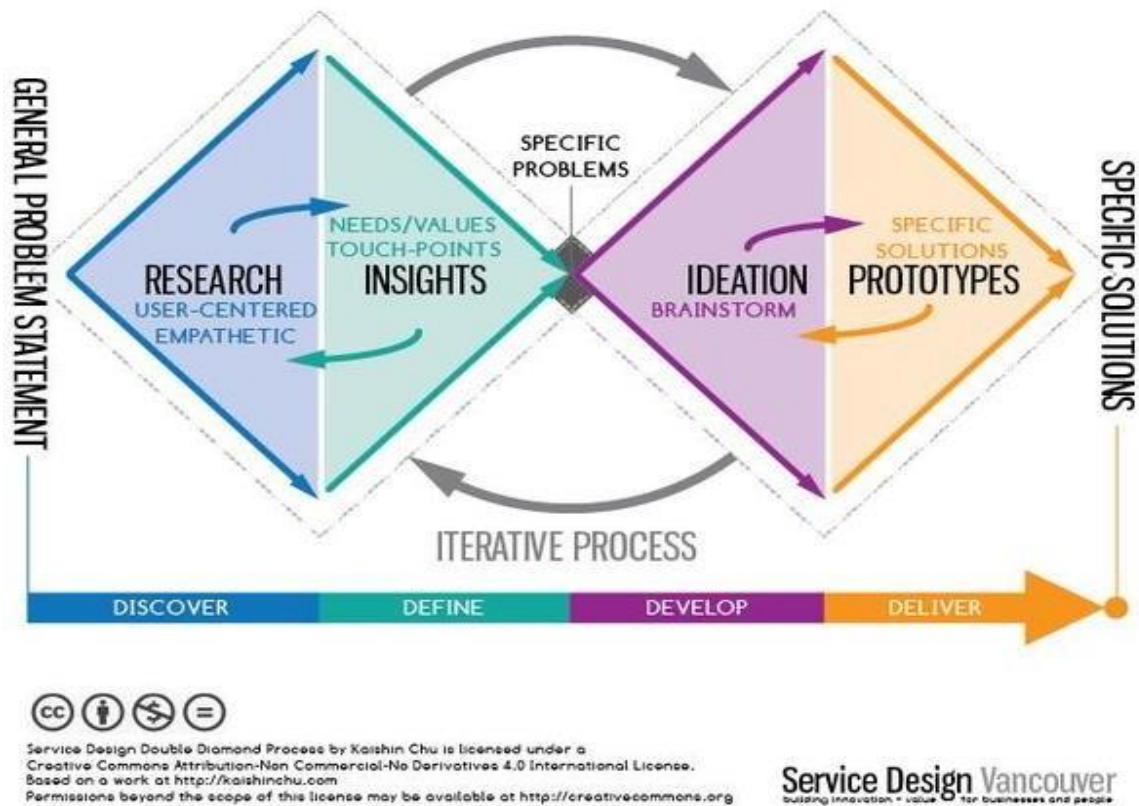
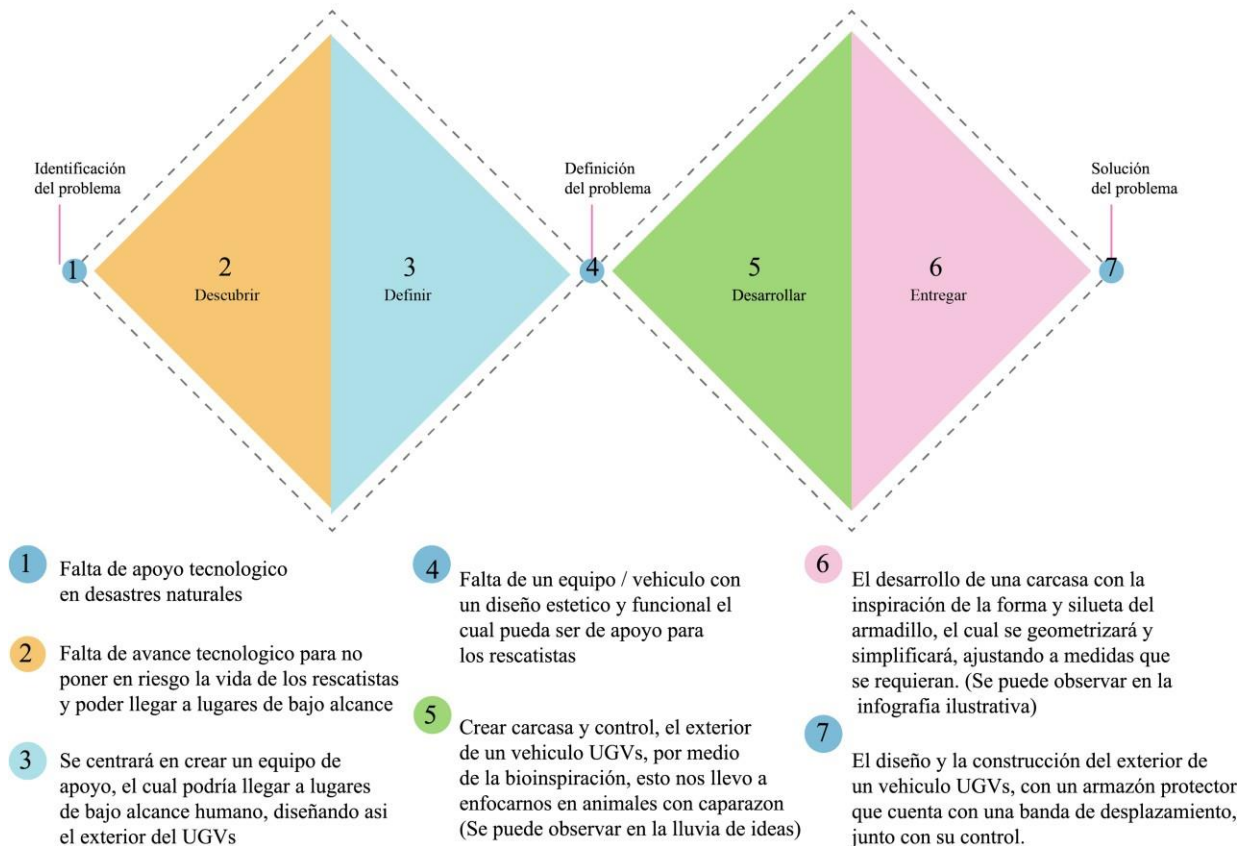


Figura 18.- Según el Design Council del Reino Unido para promocionar el Diseño; Todas las disciplinas del diseño comparten el mismo proceso creativo, al que han titulado El Doble Diamante ‘The Double Diamond’. (ioannoulga, 2018)[13]

9.1.- Proceso de desarrollo mediante el modelo doble diamante

DOUBLE DIAMOND DESIGN PROCESS



10.- Investigación

10.1.- Clasificación de Desastres en México.

Datos relevantes Geofísicos, Meteorológicos y Tecnológicos:
Clasificación de los desastres según la base de datos EM-DAT del centre de Recherche sur l'Épidémiologie des Desastres (CRED), L'École Santé Publique de l'Université Catholique de Louvain, Bélgica.

Grupo	Subgrupo:	Tipo:
Natural	Geofísico	Sismos Actividad volcánica Movimiento de masas de terreno
	Meteorológico	Tormentas Temperaturas extremas
	Hidrológico	Inundaciones Deslizamientos o aludes Acción de los oleajes
	Climatológico	Sequías Incendios forestales
	Biológicos	Epidemias Accidentes de animales
	Extraterrestre	Impactos de meteoros
Tecnológico	Tecnológico	Accidentes industriales Accidentes misceláneos Accidentes de transporte
<p>Fuente: Elaboración propia de datos del Centro de Recherche sur l'Epidémiologie des Desastres (CRED). L'École de Santé Publique de l'Université Catholique de Louvain, Bélgica.</p>		

Figura 19.- Desastres en México de 1900 a 2016, patrones de ocurrencia, población afectada y daños económicos; Por: Roberto Ariel Abeldaño Zuñiga y Ana Maria Gonzalez Villoria

10.2. Regiones Sísmicas en México

Las Zonas sísmicas están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Ciudad de México; las Zonas perisísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y, las Zonas asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán. (Mexicano, 2017)

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo. (Mexicano, 2017)[14]

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. (Mexicano, 2017)

Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. (Mexicano, 2017)

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. (Mexicano, 2017)



Figura 20.- Regiones sísmicas de la RM.) (Mexicano, 2017)

Áreas de mayor riesgo en México: En sí, las zonas de mayor sismicidad se concentran en la costa occidental del país a lo largo de los bordes de varias placas cuyo contacto es conocido como Trinchera. Se ha utilizado de acuerdo con el SAS, la expresión de “brecha sísmica” a la zona geográfica donde no se han producido sismos de 7 o más grados en la escala de Richter por un largo periodo de tiempo (50 años o más) para determinar la Brecha

de Guerrero (cerca de 100 años de acumulación de energía elástica), la Brecha de Jalisco (aproximadamente 70 años) y la Brecha de Chiapas (con más de 300 años) como las áreas de mayor riesgo en el país. (Mexicano, 2017)

En promedio, en México ocurren:

Sismos de magnitud ≥ 7.5 grados en la escala de Richter, 1 cada 10 años

Sismos de magnitud ≥ 6.5 grados en la escala de Richter, 5 cada 4 años

Sismos de magnitud ≥ 4.5 grados en la escala de Richter, 100 cada año (Mexicano, 2017)

Los sismos más destructivos en la historia de la ciudad de México alcanzaron una magnitud de 8.1 y 7.6 el 19 y 20 de septiembre de 1985; recientemente el de 7 de septiembre de 2017 tuvo lugar un sismo de magnitud 8.2 y, el 19 de septiembre del 2017 ocurrió otro de magnitud 7.1, ambos con alcances similares a los anteriores que aunque no han sido los de mayor magnitud, sí los que más pérdidas han causado por el tamaño, la densidad y lo intrincado de la megalópolis afectada. (Mexicano, 2017)

Fecha	M	Estados afectados	Descesos	Damnificados	Viviendas afectadas	Escuelas dañadas	Hospitales y unidades de salud	Daños (millones de Pesos)	Daños (millones de dólares)
19/09/85	8.1	Cd. Mx., Col. Gro., Méx., Mor., y Mich.	6,000	150,000	90,000	SD	50	258,242.67	9,400.49
07/09/17	8.2	Oax., Chis., Ver., y Tab.	99	449,628	112,407	6,149	51	19,257.00	1,058.50
07/09/17	7.1	Cd. Mx., Mor., Pue., Gro., Méx. y Tlax.	369	281,560	182,797	4,321	214	61,880.40	3,264.40

Nota: Las monedas se encuentran en valores constantes del 2017 (OCDE, IPC)

Tabla 3.- Tabla de afectación por sismos ocurridos el 19 de septiembre del 1985, el 7 de septiembre del 2017, y el 19 de septiembre del 2017.

10.3.- La conceptualización del diseño por medio de la biomimesis

El término “**biomimesis**”, según la Real Academia de la Lengua Española deriva del latín *bio*, "vida", y *mimesis*, "imitar", también conocida

como **biomimética** o **biomimetismo**, y se define como “la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración de tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, a través de modelos de sistemas (mecánica) o procesos (química), o elementos que imitan o se inspiran en ella”.

A través de la observación de la naturaleza el hombre ha obtenido la inspiración para lograr desarrollar diversos proyectos en diferentes áreas y disciplinas de estudio, tomando los principios básicos de funcionalidad, estética y mecanismos presentes en infinidad de creaciones de la naturaleza.

El proceso de la Biomímesis aplicado a nuestro diseño consistió en analizar las funciones motrices del armadillo, que tiene una capacidad de desplazamiento singular y eficiente en espacios reducidos e inaccesibles, así como sus características físicas, ya que la naturaleza le ha provisto de un aditamento protector de sus depredadores, resguardando las partes vitales de su organismo. En este orden de ideas, en el diseño que planteamos retomamos estos atributos característicos para construir nuestro producto.

“Siguiendo los principios de la vida, podemos estar seguros de crear productos y procesos que se adaptan bien a la vida en la tierra.” (Iberia., 2018)[15]

10.4.-Bioinspiración del Armadillo Dasipodido

El armadillo es un animal mamífero del orden *Cingulata*, se caracteriza por poseer un caparazón dorsal formado por placas yuxtapuestas, ordenadas en filas transversales, cubiertas por escudos córneos que le sirven como protección de sus depredadores y en algunos géneros le permiten enrollarse en forma de bola, sus cualidades principales son: se introduce fácilmente en lugares estrechos, excavan en la tierra a grandes profundidades en busca de alimento y para la creación de sus madrigueras o refugios; varían ampliamente en tamaño y color, van desde los quince centímetros de longitud hasta metro y medio dependiendo de la especie.

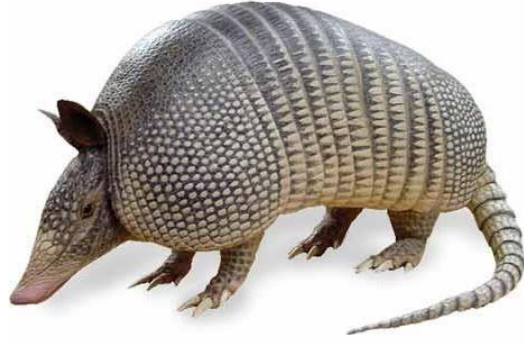


Figura 21.- Armadillo Diasipodido, National Geographic

10.5.-Bioinspiración Robot UGV

10.5.1. Drones terrestres (Análogos).

Análogos: Son aquellos que resultan parecidos o que llevan a cabo funciones semejantes. Como se muestra en las siguientes imágenes donde cada uno de ellos tiende a llevar a cabo la misma tarea, aunque sus características físicas no sean iguales.

Drones Análogos



Figura 22.- Drones terrestres para la localización de víctimas en desastres naturales:

A) Sanddragon-microbot: con ruedas tipo tanque, B) Heiland, C) Ixnamiki Olinki)

10.5.2.- Bioinspiración Robots (Similares)

Similares/Homólogos: Aquellos que son similares tanto en su estructura interna o física, pero no cumplen con las mismas funciones, en este caso dependiendo de las características dentro de nuestro concepto de diseño.



Figura 23. Armadillo Armattan, Dron aéreo inspirado en un armadillo, (ARMATTAN, s.f.)

10.6.- Medidas Estándares Robot UGV

De acuerdo a la revista de Tecnología robótica (Revista de robots) se encuentran estas medidas aún no oficialmente descritas como requisitos o restricciones para la invención de estos robots: UGV 6x6, dimensiones de 77 x 60 x 26 cm. UGV 4x4, dimensiones de 30 x 24 x 10 cm.

10.7.- Medidas Antropométricas de la Mano

Utilizadas para realizar el exterior del control; por lo tanto, es esencial para el desarrollo.

Características de la fuerza máxima absoluta ejercida en cinco diferentes distancias de agarre.

DISTANCIA DE AGARRE	FUERZA DE AGARRE			
	Media	Distancia estandar	Mínima	Máxima
3,49	32,3	6,3	16	44
4,76	45.9	9,0	26	62
6,03	44.1	8,4	2,3	59
7,39	39.0	7,9	20	54
8,57	35.0	6,5	16	46

Tabla 4.- Medición de fuerza de agarre, figura tomada del estudio piloto de medidas antropométricas de la mano y fuerzas de prensión, aplicables al diseño de herramientas manuales de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile

10.7.1.- Materiales

Las características de dicho vehículo pueden variar de acuerdo al tipo de estructura, pueden variar tanto de formas como de tamaño, en conjunto a los componentes que lo acompañan: chasis, motor, ruedas (en este caso sistema de ruedas con orugas “*Wheels-track*”), como el cuerpo del vehículo (“carrocería”).

Para la elaboración de la “carrocería” y gran parte del AR-17 el cual es más viable y costeable es el plástico a comparación de otros vehículos UGVs fabricados con diferentes materiales, es el material más económico y ligero en el mercado, cabe mencionar que una de las ventajas de este material es que existe la posibilidad de diseñar y fabricar todas la piezas desde fabricar el chasis y todos los demás componentes mediante la impresión de tres dimensiones (3D).

Plásticos

En la actualidad, un punto importante en el diseño de los vehículos no tripulados es que estos no representen un costo elevado, por lo que se hace exigible la búsqueda de materiales de buena calidad que abaraten los costos de producción. Esta es una meta que se puede conseguir utilizando materiales más ligeros, como lo son los plásticos, sin sacrificar la buena calidad del producto; es así como elegimos el plástico para la realización de nuestro diseño.

En el exterior, el uso de los plásticos tiene mayores ventajas a las del metal, considerando que la mayoría de los impactos que llegara a tener el vehículo serian a baja velocidad y no sufriría daños significativos, debido a la ligereza de las piezas.

El uso del plástico se ha incrementado gracias a su ligereza, a las mayores posibilidades de diseño, a su resistencia a la oxidación y a su bajo coste. Por el contrario, sus principales problemas son que se degradan con el paso del tiempo si no son recubiertos, y que requieren procesos de preparación del soporte y reparación muy escrupulosos. (401, s.f.)

Plásticos		
Clasificación	Características	Materiales
Termoplásticos	Maleables con el calor, flexibles, resistentes a los golpes, toman cualquier forma y al enfriarse conservan su forma. Temperaturas entre los 50 – 200 °C; reutilizables.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Polietileno (PE) ❖ Polipropileno (PP) ❖ Poliestireno (PS) ❖ Cloruro de polivinilo (PVC) ❖ Metacrilato ❖ Teflón ❖ Nailon o Poliamida (PA)
Termoestables/ Termofijos	Son materiales endurecidos que no vuelven a reblandecerse, tienen poca elasticidad y flexibilidad, es un material no reciclable, temperatura hasta los 300 °C.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Poliuretano ❖ Resinas fenólicas ❖ Melanina
Elastómeros	Se caracterizan por contener gran flexibilidad, no reutilizables y tienden	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Caucho natural ❖ Caucho sintético ❖ Neopreno

	a degradarse con facilidad al calor, temperatura hasta los 150 °C.	
--	--	--

Tabla 5.- Blogg: Tecnología de los Plásticos – Mariano Ojeda; 19 de Septiembre del 2011

Estructura Molecular de los Polímeros

La resistencia de los polímeros se basa de acuerdo a su estructura molecular por la cual se clasifican en dos ramas: Cristalinos y Amorfos, en los Amorfos las cadenas moleculares no tienen orden, son responsables de tener propiedades elásticas; al contrario de los polímeros Amorfos, en los Cristalinos su cadena es ordenada y compacta, dicha estructura rígida es responsable de propiedades mecánicas de resistencia a esfuerzos y cargas, así como a la resistencia de temperaturas altas.

Pero dentro de estas dos estructuras es posible combinar los enlaces, como ejemplo: Si un material termoplástico contiene alta concentración de polímeros con estructura amorfa, dicho material carecerá de resistencia a cargas pero una elasticidad alta. Pero si un Termoplástico dispone de polímeros de alta concentración de estructura cristalina, el material será muy resistente y fuerte, incluso superior a los materiales Termoestables.

Propiedades	Cristalinos	Amorfos
Densidad (para un mismo material)	Aumenta con la cristalinidad	Menor que la del material cristalino
Dureza	Mayor	Menor
Fusión o reblandecimiento	Punto de fusión definido	Se reblandecen en un intervalo de temperaturas
Rigidez	Mayor	Menor

Encogimiento o Contracción	Mayor	Menor
Permeabilidad a gases y disolventes	Menor	Mayor
Temperatura de deformación bajo carga	Mayor	Menor
Resistencia al impacto	Menor	Mayor

Tabla 6.- Blogg: Tecnología de los Plásticos – Mariano Ojeda; 19 de Septiembre del 2011

Inyección de Plásticos para Autopartes

El proceso de inyección de plásticos se centraliza en el crecimiento de la productividad, esto se logra al reducirse los tiempos de ciclo, la optimización de los circuitos de intercambio de calor, la disminución de los espacios físicos requeridos para la operación de las máquinas, la optimización de las interfaces hombre-máquina, la reducción del número de piezas no conformes y la reducción de la materia prima desaprovechada en cada ciclo de inyección. (Equipo editorial de Tecnología del Plástico, 2013)[18]

Materiales para impresión en 3D.

La impresión 3D permite la facilidad de lograr diseños y formas libres, el proceso de creación de objetos tridimensionales depende del uso y los materiales que se requieren para lograr el objetivo que se busca añadiendo materiales capa por capa. Esta herramienta tiende a manejar una extensa variedad de materiales y tipos de impresoras que facilita su uso tanto

para el mercado industrial o su uso doméstico (hobby). La ventaja de utilizar este medio de producción para la realización de nuestro AR17 nos permite cambiar o agregar aspectos del diseño a favor de nuestro vehículo sin procesos de fabricación costosos a comparación de un molde por inyección, por ejemplo; de acuerdo a las necesidades que buscamos en la siguiente tabla manejamos los distintos filamentos que se pueden aplicar para nuestro AR17:

Filamento	Características	Fuerza	Flexibilidad	Temperatura de impresión	Temperatura de la cama	Contracción /Deformación	Aplicaciones
PLA (ácido poliláctico)	Se considera un filamento sin olor, biodegradable por su naturaleza de composición; amplia variedad de colores sin embargo es un material quebradizo.	Alta	Baja	180°C /230°C	20°C a 60°C	Mínima	+Modelos +Juguetes de bajo desgaste +Prototipos +Herramientas manuales
ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno)	Larga vida útil, emiten humos nocivos y es resistente a altas temperaturas.	Alta	Media	210°C / 250°C	80°C a 110°C	Considerable	+Productos domésticos +Piezas ligeras +Cascos Protectores
PT EG (PET, PETT-Tereftalato de polietileno)	Filamento glicolizado lo que hace que sea traslucido, frágil; es fácil de extrudir sin embargo, se raya con facilidad, higroscópico por lo que absorbe la humedad con facilidad.	Alta	Media	220°C / 250°C	50°C a 75°C	Mínima	+Piezas mecánicas +Piezas de impresoras +Piezas protectoras

TPE (elastómeros termoplásticos)	Filamento suave y elástico, conserva su elasticidad a altas temperaturas.	Media	Muy alta	210°C/ 230°C	30°C a 60°C	Mínima	+Piezas de automóviles +Electrodomésticos +Equipos médicos
Nailon	Alta resistencia y duradero, costo elevado, sensible a la humedad.	Alta	Alta	240°C/ 260°C	70°C a 100°C	Considerable	Prototipos funcionales Piezas mecánicas
PC (Policarbonato)	Filamento altamente duradero y traslúcido, resistente al calor y al impacto físico; sensible a la humedad.	Muy alta	Media	270°C/ 310°C	90°C a 110°C	Considerable	+Componentes eléctricos +Piezas mecánicas, de automóviles +Proyectos de iluminación
Biodegradable (BioFila)	Filamento más amigable con el medio ambiente su costo suele ser elevado.	Baja	Nula	190°C/ 255°C	55°C	Considerable	+Objetos con acabados finos. +Productos estéticos.
Fibra de carbono	Material de gran rigidez y relativamente ligero, alto coste.	Muy Alto	Nula	240°C/ 265°C	85°C	Mínima	+Industria Automotriz +Industria electromecánica +Prototipos de uso rudo
Asa (Acilonitrilo estireno acrilato)	Filamento altamente rígido, resistente a tratamientos químicos	Alta	Media	240°C/ 265°C	100°C a 110°C	Mínima	+Industria automotriz

<p>PP (Polipropileno)</p>	<p>Se caracteriza por un filamento flexible y baja adhesión entre capas.</p>	<p>Muy alta</p>	<p>Considerable</p>	<p>170°C/ 210°C</p>	<p>65°C a 100°C</p>	<p>Alta</p>	<p>+Industria medica +Prototipos para +Piezas para mecanismos eléctricos</p>
<p>POM (polioximetileno)</p>	<p>Filamento de uso con alta rigidez, alta resistencia al desgaste</p>	<p>Alta</p>	<p>Considerable</p>	<p>220°C/ 230°C</p>	<p>100°C</p>	<p>Mínima</p>	<p>+Experto en mecanismos de engranaje</p>

Tabla 7.- La guía de filamentos 3D; Texto: “Los mejores filamentos para impresoras 3D de 2020” por Sean Rohringer; febrero 25, 2020

11.- Conceptualización

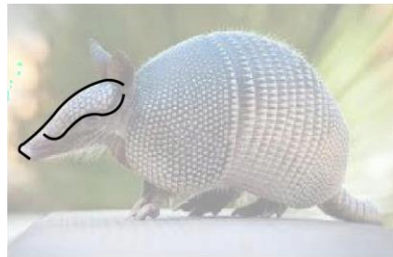
1

Inspiración



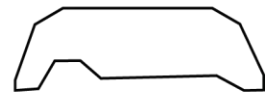
2

Abstracción



3

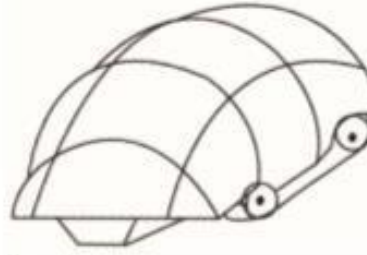
Forma conceptual



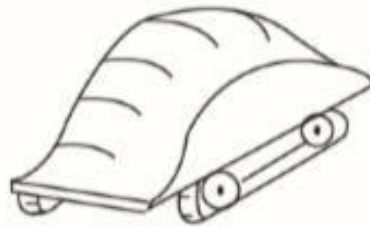
11.1.- Lluvia de Ideas



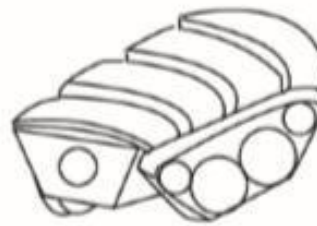
Boceto 01
Armazon, cubierta completa del interior de este



Boceto 02
Armazon en forma de caparazon, cubriendo completamente el interior



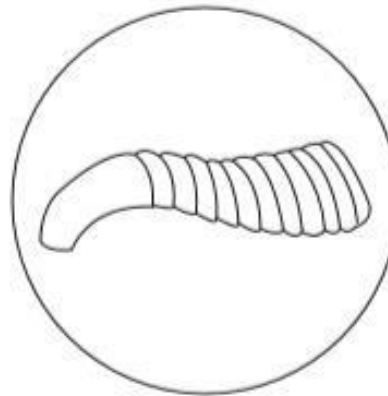
Boceto 03
Armazon, imitando la forma del armadillo



Boceto 04
Armazon en varias capas imitando el cuerpo del armadillo cubriendo solo la parte interior, dejando las llantas a la vista



Boceto 05
Armazon, en tipo red, tomando como imitación el armadillo



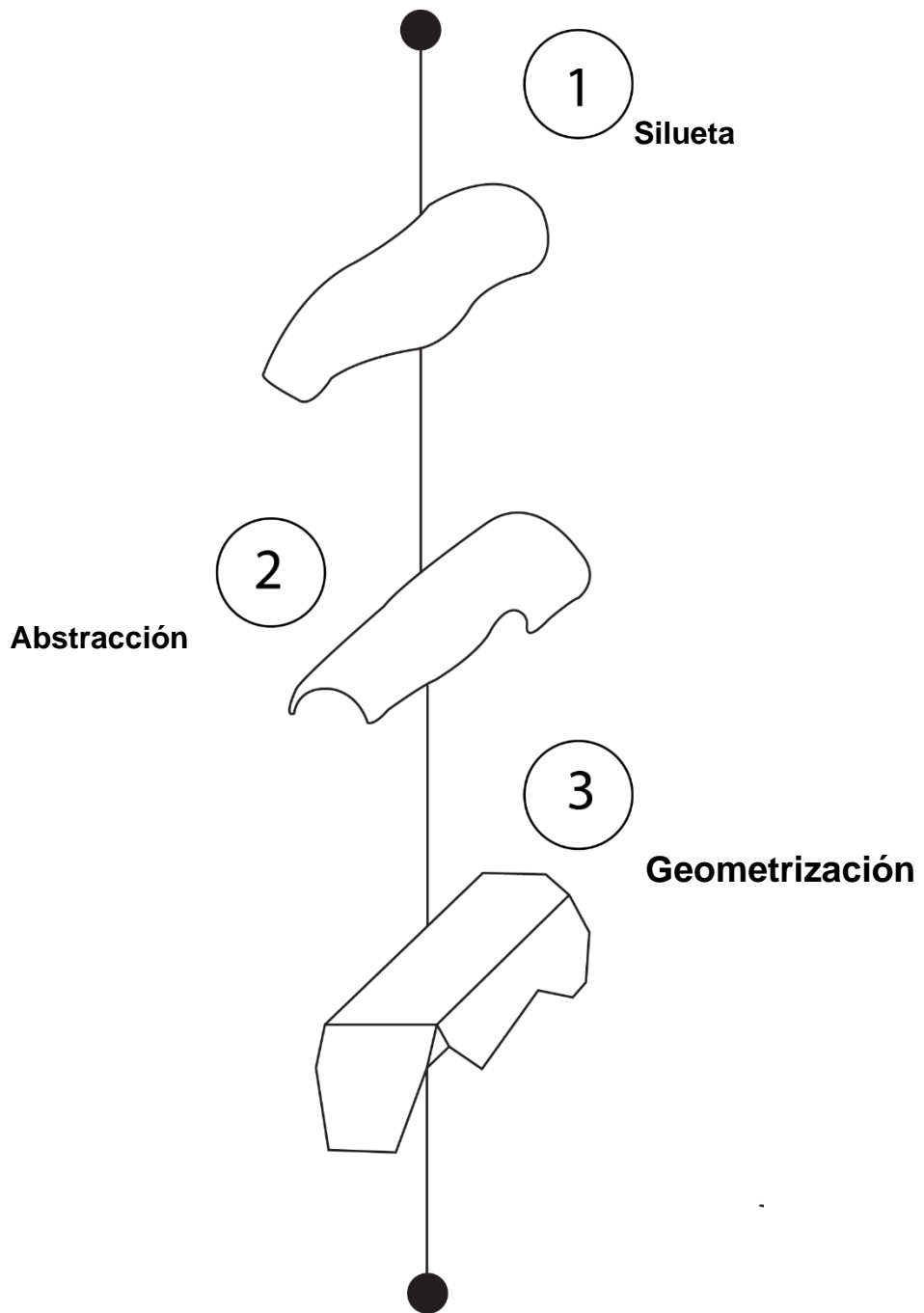
Boceto 07
Idea seleccionada



Boceto 06
Forma del cuerpo del armadillo

Forma lateral del cuerpo del armadillo, (tomamos como referencia para el diseño, la silueta de este)

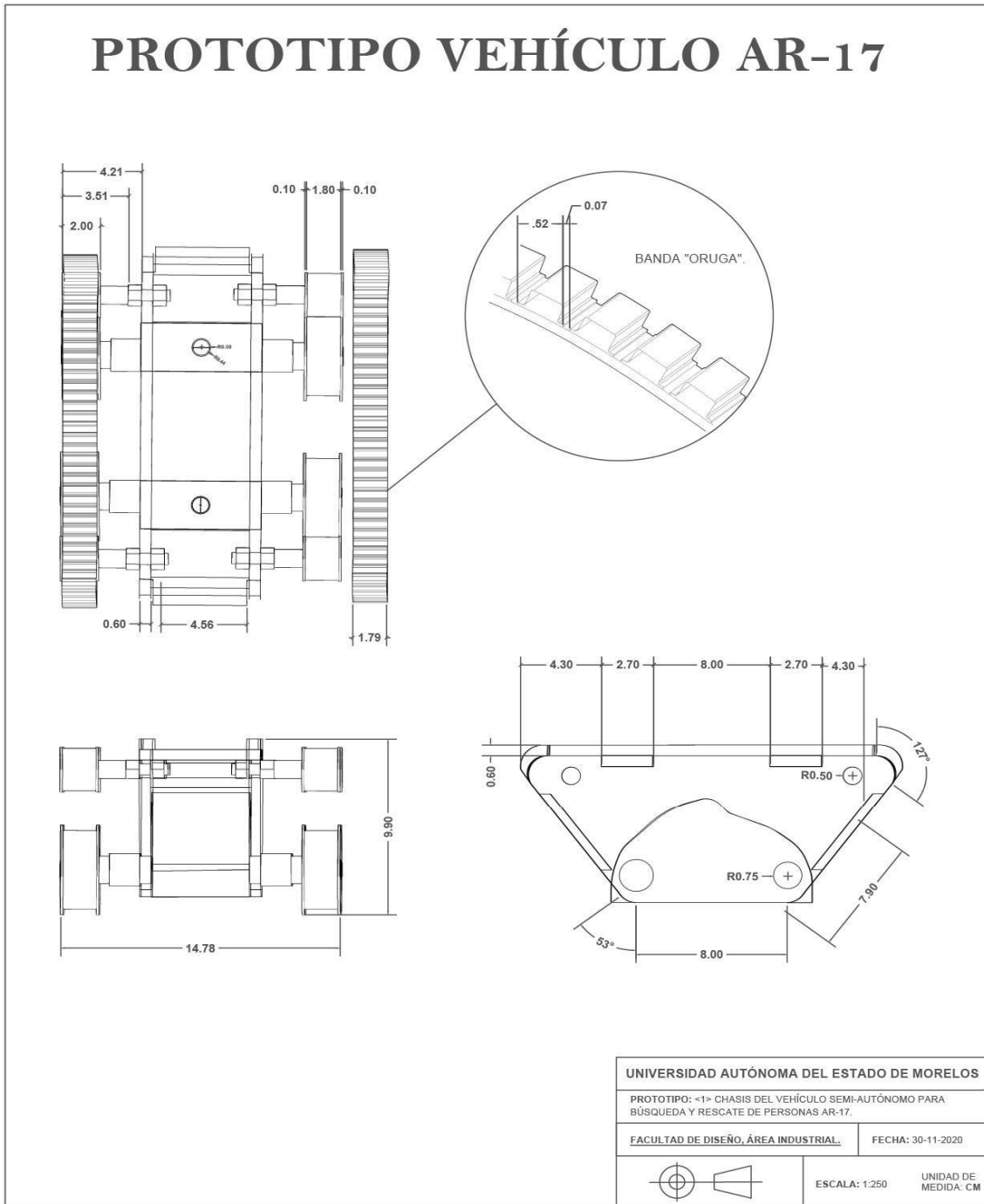
11.2.- Proceso de ideación.



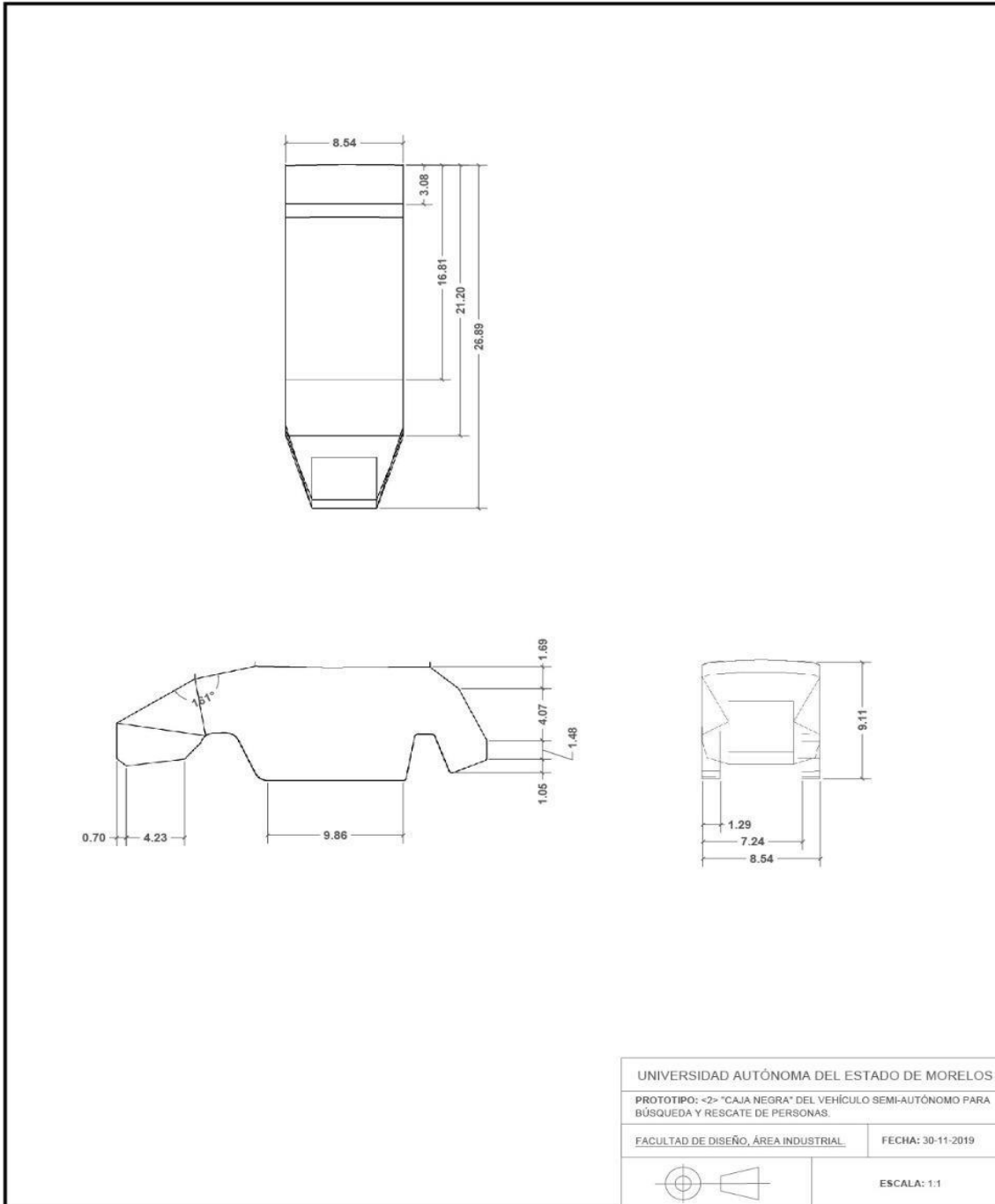
11.3.- Infografía ilustrativa



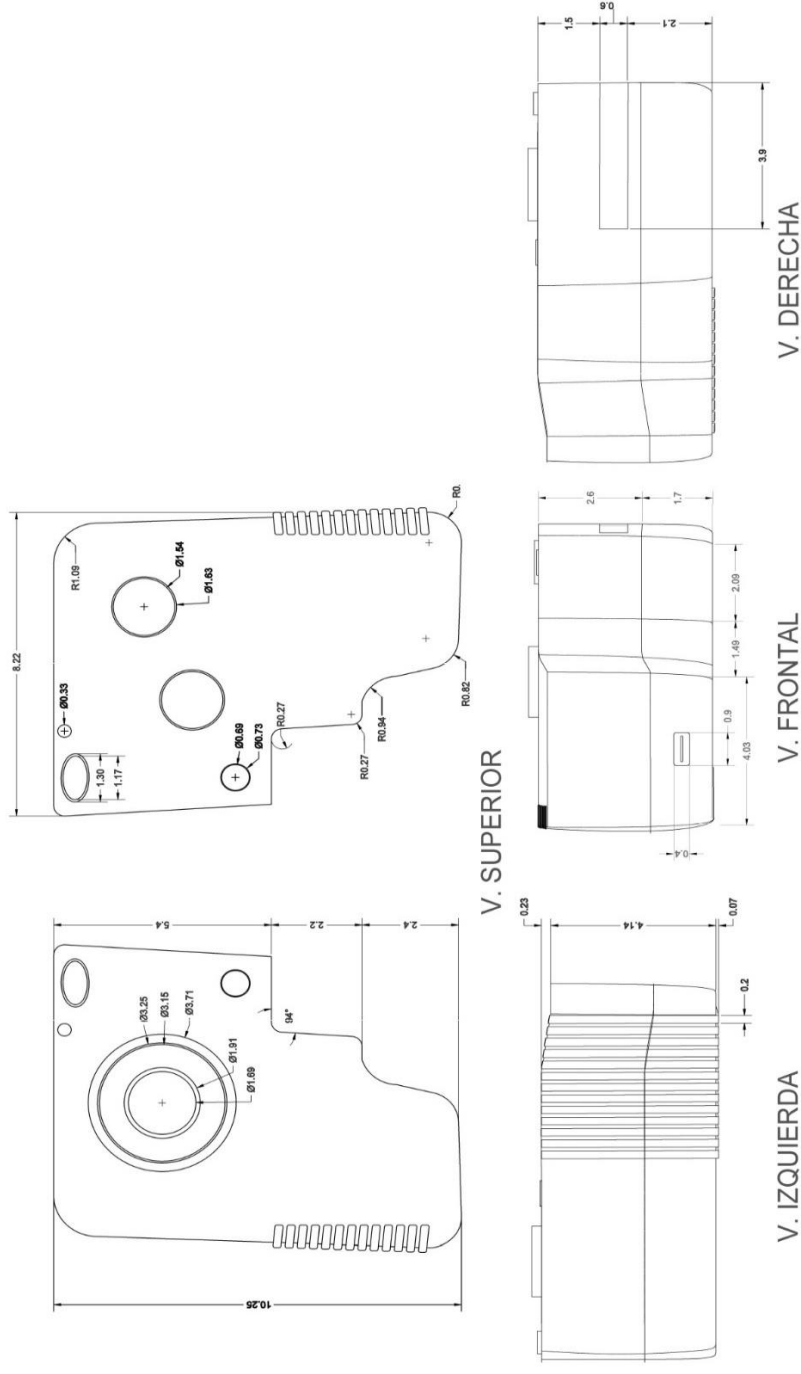
11.4.- Planos generales



11.5.- Planos del armazón

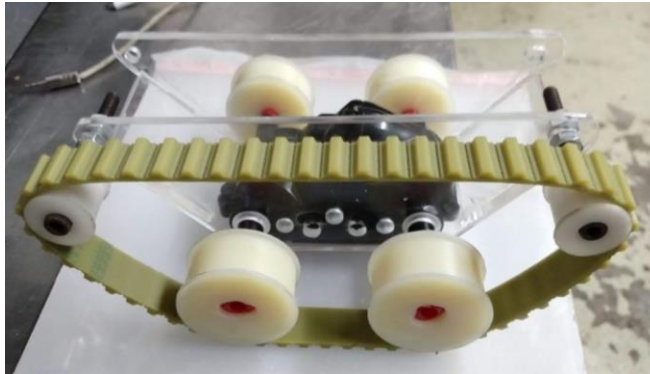
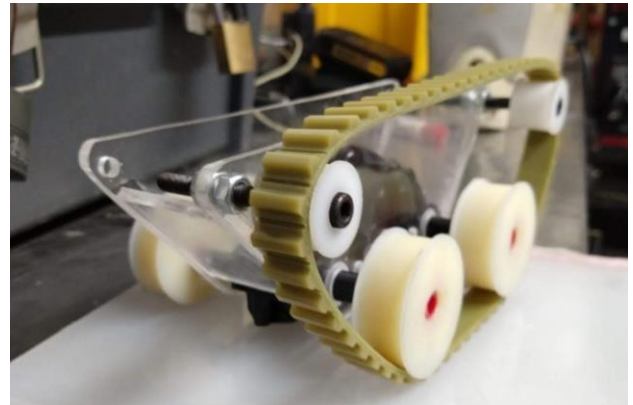
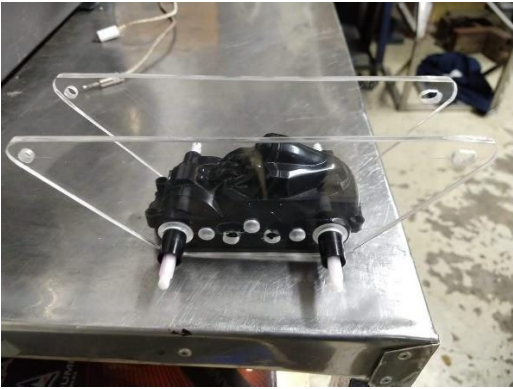


PROPUESTA CONTROL REMOTO PARA EL AR-17



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS	
PROTOTIPO: < 3 > PROPUESTA CONTROL REMOTO INALÁMBRICO, EN DOS PIEZAS.	
FACULTAD DE DISEÑO, ÁREA INDUSTRIAL.	FECHA: 30-11-2020
	UNIDAD DE MEDIDA: CM
ESCALA: 1:100	

11.6.- Fotografías del proceso del chasis AR-17.



11.7.- Render's



(Simulación del AR17, 2021)



(Simulación del AR17, 2021)

13. Requisitos y restricciones

En la actualidad no existen reglas o normas establecidas para los vehículos de búsqueda y rescate, UGVs ya que es poca la oferta y demanda que se tiene, hay más especificaciones de uso, registros y solicitudes para los vehículos aéreos no tripulados ya que el mercado es más grande para estos.

Lo anterior, pone de manifiesto que es necesario crear normas para el uso de los UGVs. Basándonos en los manuales que se utilizan para el rescate que emplean los Topos (brigada de rescate topos Tlatelolco, A.C.) Protección Civil y otras asociaciones, se proponen los siguientes lineamientos:



No se podrá usar para transportar, botiquín de primeros auxilios, mercancías peligrosas y/o sustancias prohibidas por la Ley, ni para emplear o transportar armas o explosivos. El rescatista o usuario será el encargado de su operación, al igual que su uso. El rescatista o usuario es el responsable de respetar las normas. Los UGVs ya sean privados o comerciales deberán contar con su póliza de seguro de responsabilidad civil por daños a terceras personas. Los UGVs de tamaño pequeño no necesitan permiso de uso. Se deberá tener un registro de los UGVs, para tener un conteo y saber la demanda de estos, y así evitar futuros daños.




13.1. Segmentación del Mercado

Sexo: Indistinto, persona moral.


13.2.- Asociaciones Civiles en México.

Existen diferentes asociaciones en México que podrían hacer uso de un robot de búsqueda y rescate como apoyo en diferentes desastres, por lo que es importante saber cuáles son las que existen, dado que ligado a empresas que apoyan a las AC, junto con CENAPRED (quien proporciona los recursos), son nuestro mercado meta al igual que nuestros usuarios, como los son los rescatistas y brigadistas, por lo cual se añade información que será de utilidad.

Asociaciones Civiles en México	
<p data-bbox="358 321 667 352" style="text-align: center;">Topos de Tlaltelolco A.C.</p> 	<p data-bbox="768 321 1304 741">Asociación civil sin fines de lucro equipo de respuesta inmediata el cual se integra por voluntarios capacitados para la asistencia y apoyo. Capaz de mantener en estado de preparación constante para pliegue internacional rápido y conducir operaciones USAR (<i>Urban Search and Rescue</i>) internacionales y en nuestro país.</p>
<p data-bbox="358 1115 545 1146" style="text-align: center;">Cruz Roja A.C.</p> 	<p data-bbox="768 1115 1304 1314">La Cruz Roja es una institución de asistencia social sin fines de lucro, que se enfoca en servir y apoyar a los voluntarios en situaciones de desastres naturales.</p>

<p>TecnoAyuda 19's A.C.</p> 	<p>Es una organización civil, compuesta por instituciones académicas, estudiantes, empresarios, gobiernos y profesionistas de todo el país, que son encabezadas por Civismo Digital Mx.</p>
<p>Bomberos de México.</p> 	<p>Institución de servicio a la ciudadanía, indispensable para la protección de la vida de los ciudadanos, prevención, combate y extinción de incendios, servicios de emergencias médicas pre-hospitalarias y rescate. En coordinación con los Organismos Públicos o Privados.</p>
<p>Protección Civil</p> 	<p>Se encarga de Integrar, coordinar y supervisar en situaciones de desastres naturales, para poder ofrecer prevención, auxilio y recuperación ante los que se presenten, beneficiando a personas afectadas, sus bienes y el entorno, a través de programas y acciones.</p>

13.3. Dependencias

Dependencias	
<p>CENAPRED</p> 	<p>Centro Nacional de Prevención de Desastres, quien se encarga de salvaguardar la vida, los bienes e infraestructura de la población mexicana. Así como otorgar los recursos necesarios a las asociaciones o dependencias que se encarguen de desastres naturales.</p>

13.4. Zonas de Restricción

Área de seguridad:

- Zona Caliente: De mayor riesgo; En esta área se deberá mantener única y exclusivamente el personal necesario, capacitado y con el equipo adecuado para atender la emergencia.
- Zona Tibia: Se encuentran todos los grupos y personas de apoyo tales como brigadas, personal de seguridad y material de reserva.
- Zona Fría: Se ubica todo el personal ajeno a las brigadas como son: curiosos, empleados, reporteros. (Taller-Simulacro)[21].

14.- Análisis de Soluciones

El problema con el diseño de los vehículos de búsqueda y rescate UGVs, es algo que ha existido desde hace tiempo, la carencia de este y su funcionalidad en conjunto, como lo es también el involucrar la vida de los rescatistas durante el proceso, lo cual fue una de las principales causas de este problema, así como es la necesidad que tiene el país cuando existen desastres naturales y no se cuenta con la tecnología necesaria para el apoyo en el rescate.

Lo que fue un motivo para desarrollar nuestro producto, mediante esta investigación, aunado con la metodología *double diamond* que se eligió para lograr tener el diseño de este, para así crear un producto, el cual fue basado en la bioinspiración, en el que específicamente nos basamos en la forma de la cara del armadillo.

De acuerdo a los objetivos planteados se logró desarrollar la investigación, habiendo analizado el problema, pudimos obtener una solución para este, la cual es el armazón y el diseño exterior del control, dado que, como se ha mencionado, durante esta investigación es una necesidad que se tenía, por lo que nos enfocamos en diseñar un producto funcional, estético, innovador, auténtico aunado a la funcionalidad, buscando que sea un producto accesible. Resolviendo la falta de diseño en estos productos, así evitando poner en riesgo la vida de los brigadistas.

15. Soluciones

Esta propuesta de solución tiene como logros obtenidos el diseño del armazón de un vehículo de búsqueda y rescate, desarrollado por medio de la bioinspiración, y el rediseño del control con el que se maneja.

El prototipo del armazón, elaborado con termoplásticos mediante el método de inyección, protege la parte electrónica en el interior, donde se encuentran los circuitos que dirigen el vehículo. Con este diseño y materiales se logrará obtener la ligereza para un mejor desplazamiento.

16. Conclusiones

Entre los beneficios de estas nuevas herramientas y tecnologías está la de acceder a lugares de difícil acceso o peligrosos en lapsos de tiempo cortos, evitando riesgos a los rescatistas, ya que elimina la presencia humana, siendo un complemento ideal en situaciones de rescate, es una herramienta de inspección y prevención debido a su rango de visión remota. Dentro de esta investigación en el punto 2.2 ha servido para analizar todos los tipos de robot de rescate de acuerdo al entorno según su movimiento (Terrestre, Aéreo y Marino) percatándonos que actualmente los robots terrestres son los que menos capacidad tienen para llevar a cabo con éxito sus tareas; lo que de acuerdo a la mayoría de accidentes y tragedias que han ocurrido en tierra.

Desde nuestro punto de vista, existe un futuro en la utilización de estos aparatos y, aunque los UAV mejoran cada vez su desempeño, específicamente en el área de rescate en casos de accidentes o desastres naturales, no son capaces de ejecutar las tareas bajo escombros de una estructura como en este caso lo será UGROV.

Apostamos por el uso de esta tecnología como medio logístico sustitutivo o alternativo a los existentes grupos humanos de rescate, proporcionándoles una herramienta útil y de vital ayuda.

Lo que se pretendió fue en crear una versión que tuviera un diseño agradable a la vista y que le permitiera seguir cumpliendo con la función con la que fue pensado a pesar de no profundizar en el desarrollo del sistema de programación y su dinámica de locomoción.

El diseño estético y la funcionalidad se unen con precisión.

Podemos concluir con esta frase:

“La ingeniería no alcanza la perfección si la estética no es perfecta” Ettore Bugatti (diseñador y fabricante.)

Referencia de figuras

Figura 1. Modalidad de transporte, “Search and rescue robotics”, Springer Handbook of Robotics, B. Siciliano and O. Khatib, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 1151-1173, 2008.

Figura 2. Artículo: Sistema de Locomoción de Robots Terrestres, “Locomotion systems for ground mobile robots in unstructured environments”, Mechanical Sciences, Copernicus Publications, vol. 3, pp. 49-62, 2012.

Figura 3. Proceso de Diseño de acuerdo al Double Diamond, Fuente Internet: Abeldb; Abel de Benito, junio 2015.

Figura 4. Abeldaño Zúñiga RA, González Villoria AM. Desastres en México de 1990 a 2016: patrones de ocurrencia, población afectada y daños económicos. Rev Panam Salud Publica; 2018; 42: e55. [https:// doi.org/10.26633/RPSP.2018.55](https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.55), pp. 3.

Figura 5. Regiones sísmicas en México, Sismología Geológica de México; Diseño Por: El Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, Marzo del 2017.

Figura 6. Prevención de Desastres, Centro Nacional De Prevención De Desastres; Guía para la reducción del Riesgo sísmico (RRS), octubre 2019.

Figura 7. Armadillo Diasipodido, Fuente: Internet página oficial National Geographic;
<https://www.nationalgeographic.com/animals/mammals/group/armadillos/>.

Figura 8. Sanddragon-microbot; Informatica Fuente: <https://informatica-i332.webnode.es/news/robotica/>, Mayo del 214, Heiland, Ixnamiki Olinki, Termita.

Figura 9. Manual de medidas antropométricas, mayo 2014, Editorial Saltra.

Figura 10. Manual de medidas antropométricas, mayo 2014, Editorial Saltra.

Glosario.

1. **Acelerómetro:**
Detector de la fuerza impuesta sobre una masa cuando se produce aceleración.
2. **AGV:**
Se utilizan para el transporte de materiales. A menudo son automatizados.
3. **Benchmarking**
Es un proceso continuo por el cual se toma como referencia los productos, servicios o procesos de trabajo de las empresas líderes, para compararlos con los de tu propia empresa y posteriormente realizar mejoras e implementarlas.
4. **Biomímesis**
Es una ciencia y método de diseño que aprende de las mejores soluciones de la naturaleza
5. **Multirrotores:**
Es un helicóptero con más de dos rotores
6. **UGVS:**
Vehículos terrestres no tripulados (UGV, por sus siglas en inglés).
7. **UGROV:**
Es el robot explorador seleccionado, para tomarlo como base del proyecto.
8. **UAV:**
Vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés)
9. **UUV:**
Vehículos submarinos no tripulados (UUV, por sus siglas en inglés)
10. **USV:**
Vehículos superficiales no tripulados (USV, por sus siglas en inglés).
11. **USAR:**

Urban search and rescue, es un término general para un grupo de habilidades de rescate especializadas que se integran en un equipo con recursos que incluyen capacidad de búsqueda, evaluación médica y evaluación estructural.

12. VANTs

Vehículos Aéreos No Tripulados

13. GADGETS

Dispositivos que tienen un propósito y una función específica y práctica

14. AC.

Asociaciones civiles.

19.- Bibliografía

[1] Abelardo Zúñiga, Roberto Ariel, Mayo 2018. Desastres en Mexico de 1900 a 2016._
<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/49077?locale-attribute=es>

[2] Inasarg, Antecedentes._
<https://www.insarag.org/insarag-sp/antecedentes>

[3] Onu, 23 Noviembre 2015. La reducción de riesgos de desastres naturales en América Latina

[4] Defensa.com, 30 enero 2018. Vehículos submarinos no tripulados._
<https://www.defensa.com/reportajes/vehiculos-submarinos-no-tripulados-nuevo-dominio-mar>

[5] Ingeoexpert, 25 mayo, 2019. Tipos de Drones y métodos de control
<https://ingeoexpert.com/blog/2018/05/25/tipos-de-drones/>

[6] Ojeda-Bustamante, W.; González-Sánchez, Alberto; A. Mauricio-Pérez; Flores-Velázquez, Jorge, 11 Noviembre 2014. Aplicación en vehículos no tripulados de sistemas híbridos de potencia basados en pilas de combustible

[https://www.researchgate.net/publication/268386227 Aplicacion en vehiculos no tripulados de sistemas hibridos de potencia basados en pilas de combustible](https://www.researchgate.net/publication/268386227)

[7] Embetion, 15 enero 2016, UGV, aplicaciones y funciones para uso profesional.
<https://www.embention.com/es/news/ugv-aplicaciones-funciones-profesionales/>

[8] Hisour, 2016, Vehículo terrestre no tripulado._
<https://www.hisour.com/es/unmanned-ground-vehicle-43142/>

[9] Intelligencia Dynamics, 2012 Aplicaciones y usos.
http://www.iuavs.com/pages/aplicaciones_y_usos

[10] Donweb Agencia de noticias tecnológicas, 2014 14 usos de los drones.
<http://agencia.donweb.com/los-14-usos-de-drones-que-seguro-no-conocias/>

[11] Aerial insights, ¿Cuántos tipos de drones existen en el mercado?
<https://www.aerial-insights.co/blog/tipos-de-drones/>

[12] Bruzzzone L.; Quaglia G. Julio 2012 locomotion systems for ground mobile robots in unstructured environments.
<https://core.ac.uk/download/pdf/11428377.pdf>

[13] Architectural and urban design education research, 27 Marzo 2018. Double diamond.
<https://ioannouolga.blog/2018/03/27/double-diamond/>

[14] Mexicano, Servicio Geológico 22 Marzo 2017, Sismología de México._
<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>

[15] Biomimicry Iberia. 22 marzo 2017 Biomímesis.
<https://biomimicryiberia.com/biomimesis/>

[16] Autocasion, 7 octubre 2016. Materiales utilizados en las carrocerías de los automóviles._
<https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/materiales-utilizados-en-la-carroceria-del-automovil>

[17] Ruta 401, Plásticos utilizados en el automóvil.
<https://blog.reparacion-vehiculos.es/articulo-tecnico-plasticos-utilizados-en-el-automovil>

[18] Tecnología del plástico, abril 2013. Inyección: En el camino hacia los automóviles plásticos
<http://www.plastico.com/temas/Inyeccion,-En-el-camino-hacia-los-automoviles-plasticos+3092036>

[19] Ensinger, Plásticos con buenas propiedades mecánicas._
<https://www.ensingerplastics.com/es-es/semielaborados/seleccion-de-materiales-plasticos/propiedades-mecanicas>

[20] Impresoras 3d, 1 enero. 5 de los mejores materiales técnicos para impresión 3D_
<https://www.impresoras3d.com/top-5-de-los-mejores-materiales-tecnicos-para-impresion-3d/#ixzz66dhoIGWp>

[21] Taller simulacro, Imss, Brigadas Hospitalarias._
http://cvoed.imss.gob.mx/COED/home/normativos/DPM/capacitacion/curso_taller_evacuacion/7.%20TIPOS%20DE%20BRIGADAS.pdf

Cuernavaca, Morelos, 06 de diciembre de 2022.

DRA. LOURDES ADRIANA GUIZAR OJEDA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y EXPEDICIÓN DE DOCUMENTOS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
P R E S E N T E

Por medio de la presente le comunicamos que hemos leído el Proyecto por etapas titulado DISEÑO DEL
PROTOTIPO AR17 UGV, VEHÍCULO SEMI AUTÓNOMO NO TRIPULADO, UNA
HERRAMIENTA DE BUSQUEDA Y RESCATE que para obtener el título de Licenciado en Diseño
presenta el alumno:

Andrea Berenice Tapia Torres

No. Matrícula: 20144011570

Saraí Josahandi Blancas Arce

No. Matrícula:20144007099

Adriana Pérez Nava

No. Matrícula:20134012636

Consideramos que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sustentado en el examen profesional,
por lo que nos permitimos informarle que nuestro voto es:

NOMBRE	DICTAMEN	FIRMA
Mónica Elizabeth Luna Meza PRESIDENTE	APROBATORIO	
Gabriela de la Hoz Abdo SECRETARIO	APROBATORIO	
Cristina Itzumi Adame Saharrea PRIMER VOCAL	APROBATORIO	
Lorena Noyola Piña	APROBATORIO	

FACULTAD DE
DISEÑO

SEGUNDO VOCAL		
Liliana Hernández Molinar	APROBATORIO	
TERCER VOCAL		

Sin más por el momento, quedamos de usted para cualquier aclaración.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

GABRIELA DE LA HOZ ABDO | Fecha:2022-12-06 23:23:08 | Firmante
eeeYIC150s6xf3MajGmCS+Yb5q3XVj7zSOYTZnafh349kgh3DCxsJMaKkVbcrYJquluRdOupvbtWQ0efxAQ+BIALpri6X7tqEINtCjHR/V3gkIHdHjQYBamKWHx/WwT/aw0GF3RbN06zyMX/nuuvkVSEcmExG2VmDbXy5QOpzX0E6oozSTPXM/rzL9n11sQvjCpebWdZa4WwhUhGfTe70eo/bx+zdmDJlHkKOGwfbTnz692j0xqW6dEA7BCkMqkEC8HxjDjpQneKcnVxyLHTGTQNERK3BLMB9bB6QSL8iQ008FXSBpW1ASDROTSgnUGS/WL0yIZLrJ8STQ==

LILIANA HERNANDEZ MOLINAR | Fecha:2022-12-07 10:14:42 | Firmante
N/g88enFzGC7Oru+u3AOrYgqVW4Ro5tt7uLUxoaxwdUAdl6P8Kj1ms1oTQGVrG57U6jZORIG2Av7U7B3CTet+eah46DCYGGAmzf3egq2EevxztZ+6Lwm3P/Nyp7mE+eHlHosnYyNo5hUdP434PTggQITRvpcybKqxlX3vsG939PnibWd8+6j763CEihK/HTpOMXJ50S6+r0wfvYTLxNhsSGZTyq2CZ4MeRvcpHZsXWznXRTY59th/5MwlHfodaVNCk+siYMU7+liua0VqKXEeuMx3Fz3iClickv2JHNLHcbORihTkvxzoQK4iD3s2G8aqaytnKcm0TWrvdcdf+uQ==

LORENA NOYOLA PIÑA | Fecha:2022-12-07 10:52:41 | Firmante
ml1vVosegij6y26uf4yqCnKqOXz3+uPwIlg9T8PenuMLjijisA0AqloG3eGx4IOa+e4R9BXOGUMS9RdsAifPazT54LkOXOPLesvXeRO2vuGBa70C/ffMgzJ/hEQYq1/VAW4ddpzZHmlbUMeXvfwbfWYb3eYrWZZzSmd+xdxAFaXH9Vg7Mm8eGvJrdeERE00SQO1EMhjn5LHh3jnXldAsaVtBrSmNZX/Uskm9sZMcy5uzRjvAgoEiZ8svV6aEF5fTPK3TtgcCHpDgWZ/ezk1i/zhTbePpeAgipXUtbYuwNSK07ALmKjIV5eNYq3Ld4bfGzeGRHxc7L9Pr1Q==

MONICA ELIZABETH LUNA MEZA | Fecha:2022-12-08 12:56:18 | Firmante
KO6qIV5ukCANBYaPbjnuk6T94mGk+2HL5LTa8JmeAv7j8Gt3HTNolk4p7zFjyy2T2qDBLwjsNwvyXST3rPPrsaEhJL42cgUFA4/PSTvvAp3cWUwotmPJ6k/GP0enZZ9jIVBws7oY3Q4xRmWjyc8MGO4TNDyLDePHzCfoNte9JFNUMmlWsdnri7L7a2L43CLT3yheI7B4mqR9ITLzQ7OUVKym35ZevnXit7ZgiWcPavpSXVGY18zWPTh6rDyBcuhIH/NseZQjY+elcVtiQqkaB7qc1YxaWIKgXP2id0wUf0EF9ThiB1EbdVzZZ/znNUBgGx6jXqA==

CRISTINA ITZUMI ADAME SAHARRA | Fecha:2022-12-12 12:41:14 | Firmante
hPaLfmhW/bV7zZpuV8xeEeP/VATg/XR311LDPdVashG8j4ALCF9k0MxKjSalPr7Jem6zqcTIV/qw0T2HCOJE2amPF6yo1S18Five7fYqHbsPfdFuElm9F8GoEnL7jyD94Mltz7A9ycSGC6tXkxEmToo/rZu/NN9FSq2Fa6vPRFPxBp1Buf4Zf70zocK9QMdb6bX5QbdsPUFe2sKmtVXeXr5EKJ3Y5K53uFhxJJfARfzxyqIZz+Ckz2g8eT9rSpp9RRn9Gj7uEtiQ8S3kAJKDTtoCOKLxv13knbC2G7auG4zqL+NWrmKSIDE2RIT1dMGeLQdSyiplLD7Jg==



Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

3VIMQ0bXd

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/tCIIMHslThujyQ7TMewZ2RMXLcUwuQGa>



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023