



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



INSTITUTO  
DE DISEÑO Y  
FABRICACIÓN

# ESTADO DEL ARTE EN ROBOTICA SUBMARINA

2009-2010  
Máster en Diseño y  
Fabricación Integrada  
Asistidos por  
Computador  
CAD/CAM/CIM

---

*TESINA DE MASTER UNIVERSIDAD  
POLITECNICA DE VALENCIA*

**DIEGO VALDÉS RUIZ**

**DIRECTOR DE TESINA:**

**JOSEP TORNERO MONSERRAT**

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	6
1.  ROBÓTICA EN LA INVESTIGACIÓN SUBMARINA.....	7
1.1  Tipos de Vehículos Submarinos de Investigación. ....	7
1.2  Los AUV. ....	9
1.3  Resumen Cronológico del Desarrollo de los AUV en la Historia. ....	9
1.4  La Actualidad de los AUVs. ....	11
2  CARACTERISTICAS DE LOS AUV. ....	11
2.1  Autonomía:.....	12
2.2  Navegación:.....	12
2.3  Sensores: .....	13
2.4  Comunicaciones: .....	13
3  LOS AUVs Y SUS MISIONES.....	13
3.1  Investigación Científica: .....	14
3.2  Comercial:.....	15
3.3  Militar:.....	16
4  REFERENCIAS EXISTENTES DE AUV.....	16
4.1  Referencias Internacionales. ....	17
4.2  Referencias de prototipos Españoles.....	18
4.3  Referencias de algunos AUV Comerciales.....	19
5  BASES DE DATOS DE UV's.....	21
5.1  Análisis de las Bases de Datos Públicas.....	21
5.1.1  EurOcean_UV .....	21
5.1.2  AUVAC .....	26
5.2  Reflexiones Sobre las Bases de Datos. ....	33
5.3  Clasificación de UV'S Conforme a Bases de Datos Existentes.....	33
5.3.1  Tipo de Vehículo.....	33
5.3.2  Misión.....	34
5.3.3  Forma .....	34
5.3.4  Profundidad.....	37
5.3.5  Material.....	37

5.3.6	Tamaño.....	37
5.3.7	Velocidad.....	38
5.4	SELECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO.....	38
5.5	Tabulación de la Información.....	38
5.6	Análisis y Resultados del Estudio.....	41
6	CONCLUSIONES.....	59
7	BIBLIOGRAFIA.....	60
8	LISTADO DE GRAFICAS.....	61
9	ANEXOS.....	62

## INTRODUCCIÓN.

Este proyecto de tesina, nace de la necesidad de desarrollar un vehículo submarino de investigación por parte del Instituto de Diseño y Fabricación de la UPV.

Esta investigación será la base del proyecto a dicha necesidad. En el presente documento se desarrollaran varios temas, por medio de los cuales conoceremos que tipo de tecnología existe en la Robótica Submarina, ya que se describirá la investigación realizada acerca de los Vehículos Submarinos de Investigación (UV's por sus siglas en inglés Underwater Vehicles), aquí profundizaremos y conoceremos cuáles son las características principales de estos vehículos, se comenzara por conocer un poco de la historia de esta tecnología, donde inicia y a donde se dirige. Una vez introducidos en el tema hablaremos de las características principales que conforman estos productos, sus aplicaciones y usos en los que se emplean.

Comprendiendo y analizando las investigaciones y prototipos desarrollados por Universidades, Institutos u Organizaciones en el ámbito de la Robótica en Investigaciones Submarinas, sabremos cuales son las características principales que se emplean para el desarrollo de los mismos.

De esta forma conociendo la información antes mencionada y explorando los datos obtenidos, podremos realizar un análisis al comparar las características de una muestra tomada de las bases de datos existentes.

El desarrollo de este proyecto se ha estructurado de la siguiente forma:

En el primer capítulo "La Robótica en la Investigación Submarina" se dará a conocer la tecnología submarina y realizar una visión histórica de los vehículos submarinos hasta llegar a las investigaciones actuales.

Como segundo capítulo tenemos "Características de los AUV" aquí se hablara de los puntos básicos que debe cumplir un AUV ya que son vehículos con gran versatilidad y autonomía.

En el tercer capítulo "Los UV y sus Misiones" se hará sobre las aplicaciones y finalidades para las que son empleados y creados estos vehículos.

Para el cuarto capítulo "Referencias Existentes de AUV" se darán a conocer los prototipos existentes a nivel nacional y mundial.

En el quinto capítulo “Bases de datos publicas de UV’s” se hará una descripción de bases de datos encontradas, que contienen información de Vehículos Submarinos (UV’s) y su forma de trabajar, así como una reflexión acerca de las mismas y el análisis de la forma en la que clasifican a los UV.

En el sexto capítulo “Selección de Datos para el Estudio” se caracteriza cada uno de los vehículos, con el cual se realizo el análisis de la información por medio de graficas para obtener resultados, así se hicieron las observaciones y sugerencias oportunas.

Para finalizar, en el séptimo capítulo “Conclusiones” se mostraran a modo de sugerencia las características y aspectos a tomar en cuenta para el diseño y la fabricación de un UV, todo esto derivado a partir de la exploración de datos y del resultado del los análisis.

## OBJETIVOS

Los objetivos generales de esta investigación, son los de conocer las características, clasificaciones, finalidades, etc. más importantes de los Vehículos Submarinos, de esta forma podremos analizarlos y establecer criterios de diseño y fabricación, estos se podrán tomar en cuenta como sugerencia para el desarrollo de UV.

Se podría decir que los objetivos específicos de este proyecto son el conocer:

- La tecnología en Robótica Submarina.
- Los Tipos de vehículos.
- Las aplicaciones y alcances de esta tecnología.
- Las características de estos vehículos.
- Analizar datos característicos sobre vehículos submarinos existentes.
- Sugerir las características generales para un UV.

No compete a este proyecto determinar con exactitud el tipo de instrumentación o requerimientos técnicos a aplicar, si no el proponer a forma de sugerencia, cuáles son las características o requerimientos adecuados para supuestas necesidades, así como también comentar cuales y porque son los más empleados actualmente.

Todo esto basándonos en UV's existentes para comprender de manera más directa y obtener resultados factibles.

## 1. ROBÓTICA EN LA INVESTIGACIÓN SUBMARINA.

La investigación en Robótica Submarina no es una idea nueva, se ha venido desarrollando gracias a la motivación y a las necesidades de los investigadores. Los trabajos en esta área se han orientado tanto a estudios científicos, como al desarrollo de sistemas versátiles, capaces de realizar una gran variedad de tareas subacuáticas.

### 1.1 Tipos de Vehículos Submarinos de Investigación.

Podemos encontrar varias nomenclaturas para estos vehículos, a continuación mencionaremos su definición y cuáles son las diferencias entre ellos:

- **UV - Underwater Vehicle**

Por sus siglas en inglés, este término se utiliza en general para nombrar y englobar todos los tipos de Vehículos Submarinos sin importar sus características y aplicaciones.

- **ROV - Remote Operated Underwater Vehicle**

Es un vehículo operado vía remota es decir, un robot submarino enlazado. Son comunes en industrias de aguas profundas como en la extracción de hidrocarburo. Muchas veces son llamados “Remotely Operated Underwater Vehicle” para distinguirlos de un “remoto control vehicle” que estos son operados en tierra o aire. No requieren de tripulantes pero si un operador, que vía remota dirige el sumergible, son enlazados a los barcos por medio de un “cordón umbilical” que es como se le conoce al cable por el cual se conecta con el operador.



Ejemplo de ROV

- **AUV - Autonomous Underwater Vehicle**

En su nivel más fundamental, son vehículos controlados por un ordenador que operan en el debajo del agua. Son considerados autónomos porque no tienen conexión física con el operador que tal vez se encuentra a bordo de un barco o en la costa. Son vehículos auto-guiados y auto-propulsados. No necesitan de información durante las misiones para lograr sus tareas.



Ejemplo de AUV

- **UUV - Unmanned Underwater Vehicle**

La única diferencia a un AUV, es que requieren cierto nivel de comunicación durante el desempeño de las tareas para lograr su misión ya sea por medio de un cable (cordón umbilical) o por medio de una señal transmitida al vehículo.



Ejemplo de UUV.

En esta investigación nos enfocaremos más hacia los AUV, ya que son vehículos muy versátiles y abarcan de mejor manera los intereses de este proyecto.



## 1.2 Los AUV.

Un AUV **Autonomous Underwater Vehicles** por sus siglas en inglés, es un robot que desempeña tareas debajo del agua. Esto significa que no son tripulados, si no que son controlados por un ordenador instalado en el dispositivo o también a bordo de un vehículo de apoyo, estos son accionados por baterías o celdas de combustible y pueden operar al rededor de los 6000 m. de profundidad. Los avances en sistemas de propulsión y fuentes de energía le dan a estos robots mayor duración en cuanto a distancias y tiempos de operación.

La tecnología de los AUV ha estado presente desde hace algunas décadas, pero es ahora cuando empiezan a ser una opción comercial viable. Últimamente, se ha mostrado mucho interés de la industria petrolera y de gas, ya que al emplear este tipo de tecnologías, se libran de muchos problemas, costos y riesgos que conllevan las actividades de inspección y muestreo subacuáticas.

Los AUV pueden proveer de información a varios sectores como lo pueden ser industrias petroleras como ya lo mencionábamos, a industrias de telecomunicaciones marinas, instituciones académicas o grupos gubernamentales o privados.

Algunas de las aplicaciones básicas que podríamos mencionar y las cuales se profundizaran con este documento son: Búsqueda, Exploración, Mapeo, Monitoreo e Inspección.

## 1.3 Resumen Cronológico del Desarrollo de los AUV en la Historia.

Es necesario entender lo que ha sucedido en las últimas décadas sobre el desarrollo de los AUVs. Es por esto que haremos un breve resumen sobre el desarrollo de esta tecnología a lo largo de los años. [1]

**Antes de 1970-** aplicaciones espaciales de los AUV.

-Investigaciones iniciales sobre la utilidad de los sistemas AUV.

El desarrollo comienza en la década de los 60's. unos cuantos AUVs son construidos, enfocándolos en aplicaciones muy específicas como lo era la recopilación de información. No existen muchas publicaciones en la que describan los esfuerzos realizados.

**1970-1980-** Exploración de el potencial de los AUVs

-Desarrollo de Tecnología; se construyen bancos de pruebas. Durante la década de los 70's numerosos bancos de prueba son desarrollados.

-La universidad de Washington APL desarrolla el UARS y el SPURV para recolectar información de las regiones Árticas.

La universidad de New Hampshire (Marine Systems Engineering Lab) ahora Instituto de

Sistemas Autónomos Submarinos desarrolla el EAVE que era un AUV de estructura abierta, con participación de la Naval de los EUA en San Diego.

A su vez otras instituciones y universidades desarrollan sus prototipos, esperando poder definir los alcances que se podrían llegar a tener, esta era una etapa de experimentación en esta tecnología. Se tuvieron grandes logros y fracasos. La visión de la Comunidad de Desarrollo excedía la tecnología disponible en esos tiempos, sin embargo se tuvieron avances significativos en el desarrollo de los AUV.

**1980-1990** Experimentación con prototipos.

-Los avances en la tecnología refuerzan los desarrollos.

-Conceptos de Prueba, se fabrican prototipos de desarrollo/ prueba/ uso.

- Se realiza el primer simposio internacional de Tecnología Sumergible sin enlazar.

En los 80's se tuvieron grandes avances en tecnología fuera del tema de AUV, sin embargo ayudo a implementar ordenadores con controles complejos de dirección en plataformas autónomas. También los avances en sistemas de software hicieron posible el desarrollo y la implementación de estos sistemas a los desarrolladores de los AUV, era claro que muchos problemas de desarrollo se harían presentes, pero deberían ser solucionados si se quería que los AUV llegaran a ser sistemas operacionales.

**1990-2000** Objetivo dirigido a la tecnología. Desarrollo

-Muchos AUV son desarrollados internacionalmente.

Durante esta década el crecimiento de los AUV pasó de conceptos de prueba a la primera generación de vehículos disponibles a realizar y completar tareas definidas. Una gran numero de organizaciones alrededor del mundo, se comprometen a enfocar el desarrollo en varias tareas operacionales. Usuarios potenciales ayudan a definir sistemas necesarios a las misiones para lograr los objetivos de los programas de recopilación de información. En esta década también se identifican paradigmas para la utilización de los AUV como la AOSN (Autonomous Oceanographic Sampling System) que provisiono los recursos necesarios para mover la tecnología a mercados de comercialización.

**2000-2010** Crecimiento de mercados comerciales.

-Los primeros productos realmente comerciales se hacen disponibles.

En el comienzo de esta década se observo el uso de la tecnología de los AUV para un gran número de tareas comerciales. Se ponen en marcha programas para construir, operar y hacer dinero usando AUVs. Los mercados se han definido y se han asesorado en su viabilidad. Esta fue la década en la que se vio como ha pasado la tecnología de las aéreas académicas y de investigación de medioambiente a aéreas comerciales de la industria del océano. Aun existen problemas técnicos que resolver y aun se tiene que comprobar la viabilidad económica, se tienen que probar en el régimen operacional para que la tecnología continúe sus avances y para que la industria avale su potencial.

#### **1.4 La Actualidad de los AUVs.**

Como se vio en el resumen cronológico, el número de grupos de investigación o empresas del sector se han incrementado significativamente, desde entonces el número no ha dejado de subir, de hecho cada vez se encuentran modelos comerciales y empresas del sector. [2]

En la actualidad la tecnología en los AUV ha llegado a puntos muy importantes ya que ahora es cuando empiezan a ser más conocidos y están llegando a ser una opción comercial más rentable. Últimamente, se ha mostrado mucho interés de la industria petrolera y de gas, ya que al emplear este tipo de tecnologías, se libran de muchos problemas, costos y riesgos que conllevan las actividades de inspección y muestreo subacuáticas. Esto ha llevado a que las empresas privadas, así como los equipos de las organizaciones mundiales principales, han hecho esfuerzos conjuntos para hacer AUVs como parte operativa de la industria del petróleo y del gas, de esta forma se aumentara la comercialización y demanda de este tipo de tecnologías.

También han surgido fundaciones organizadoras de concursos para el desarrollo de robótica submarina, como lo es la AUVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International) que en el 2009, entrego alrededor de \$100,000 USD en premios a lo largo del año, cerca de 200 equipos, representados por más de 2000 estudiantes de todo el mundo, participan con el diseño integral de UV's. Con esto podemos decir que veremos muchas oportunidades para el desarrollo de la tecnología de AUV en los próximos años. [3]

En el área de la investigación submarina, se ha visto el potencial de los sistemas AUV y ya es claramente reconocido por la mayoría de los investigadores. Existen un gran número de exitosos vehículos diseñados para estos fines, que han hecho un impacto positivo en la comunidad investigadora de la cual se espera mucho. Siendo esto una señal de que los AUV tendrán un gran papel en los futuros proyectos de estudios subacuáticos.

## **2 CARACTERISTICAS DE LOS AUV.**

Con el paso del tiempo la tecnología en estas aplicaciones ha avanzado considerablemente, muchos problemas han surgido, algunos ya se han ido resolviendo otros están en desarrollo de soluciones y se supone que otros problemas saldrán.

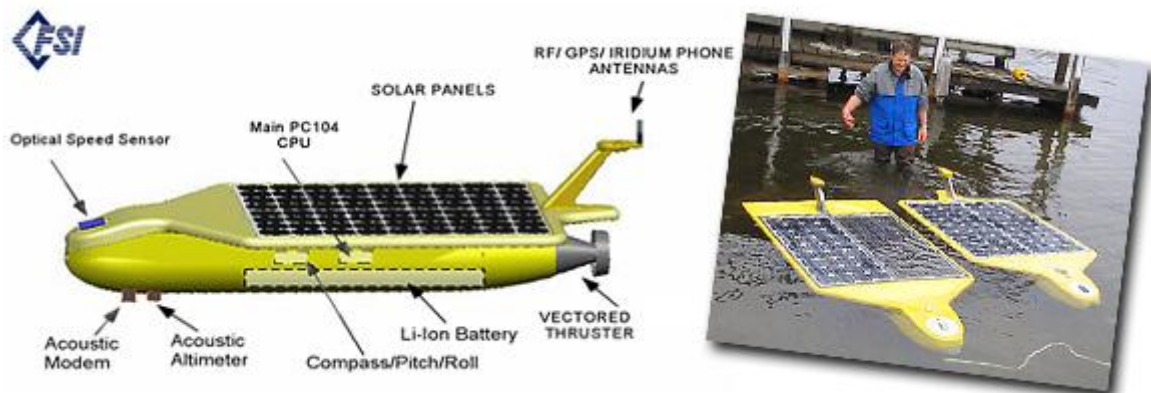
Es difícil enlistar todas las características tecnológicas que conllevan los AUV pero se pueden nombrar algunas de las básicas, con las que debe de contar. [1]

- Autonomía
- Navegación
- Sensores
- Comunicaciones

## 2.1 Autonomía:

Es uno de los puntos más importantes ya que limita de manera notable a los sistemas, el problema de la escasez de autonomía es algo con lo que se ha lidiado no solo en estos ámbitos si no en general, sigue siendo el que más investigación conlleva y que por supuesto sigue en constante investigación. Los problemas más notables son la durabilidad, como también las dimensiones, ya que se requiere mayor aguante de las baterías y menor tamaño, siendo esto, una tarea de los avances tecnológicos, el reducir las dimensiones de las baterías para obtener mayores duraciones de energía.

En el desarrollo de un AUV de bajo coste podemos pensar en baterías de Níquel, Litio o Zinc, siendo éste último el más caro de todos los sistemas y también el más versátil. Los avances tecnológicos nos traen nuevas soluciones como el aluminio o células de oxígeno, el único sistema que aguanta bajas temperaturas, también podemos considerar el desarrollo que se ha realizado en energías renovables, como la energía solar, como se muestra en la siguiente imagen un prototipo realizado por **AUSI** (Autonomous Undersea Systems Institute) que utiliza celdas solares para recargar las baterías desde la superficie. [4]



AUV SOLAR

## 2.2 Navegación:

Desde los principios los AUV se han operado por medio de una prácticamente ciega. Es por esto que se han desarrollado sistemas acústicos que dan una grandísima ventaja para evitar posibles golpes o choques contra el fondo o simplemente obstáculos a superar de forma totalmente precisa esta habilidad es llamada "situational awareness", y también que sean de coste accesible.

Ahora se han implantado sistemas de navegación inercial combinados con sonar que ofrecen un sistema de navegación mucho más precisos y rápido que los sistemas acústicos, pero a cambio de una gran precisión también hemos de prever un aumento de coste. A parte de los sistemas de navegación inercial existe desde hace relativamente poco tiempo la navegación basada en GPS que ha incrementado realmente la posibilidad de posicionar los AUV así como el control de su trayectoria, aunque este sistema exige la presencia del vehículo en superficie para refrescar datos y actualizar el algoritmo de navegación programado periódicamente ó también como la han hecho varios desarrolladores la combinación de sensores acústicos con el control de trayectoria por GPS.

### 2.3 Sensores:

Los sensores diseñados para el uso a nivel de tierra, o simplemente de uso general, raramente pueden ser integrados directamente en un AUV ya que no han sido diseñados para su utilización tanto a nivel como bajo el agua, soportando la presión, temperatura y humedades existentes.

Por esta razón empresas de diseño de sensores o bien de integrados, han hecho un especial esfuerzo en adaptar los sensores a las **especificaciones exigidas** por los AUV como pueden ser:

- Versatilidad
- Rapidez
- Bajo consumo
- Reducción del tamaño
- Alto rendimiento

Actualmente el mercado electrónico ofrece sistemas completos de bajo coste en los que se juntan la gran capacidad de operación del sensor junto con una alta resolución en un largo rango (lo que tecnológicamente se conoce como LENS “Longer and Longer Ranges”), características indispensables para este tipo de análisis. Con lo que podemos incluir un sistema realmente potente y eficaz de medida en un AUV de bajo coste.

### 2.4 Comunicaciones:

La comunicación basada en ondas electromagnéticas en el momento que sumergimos el AUV queda de totalmente eliminada, con lo que se han de investigar otros métodos de comunicación estación base – AUV, en medio acuático, la comunicación acústica es probablemente la más eficaz y viable, algunos programas e investigaciones han evaluado otras como las basadas en laser a baja frecuencia que son más limpias y robustas frente a ruido o perturbaciones externas.

Actualmente podemos encontrar sistemas acústicos que ofrecen una comunicación basada en radiofrecuencia con un error relativo bajo. En los últimos 10 años se ha llegado hasta rangos de Km/s (kilomuestras por segundo) a pocos Kbps, a pesar de que este aspecto de los AUVs sigue en constante mejora e investigación. [5]

## 3 LOS AUVs Y SUS MISIONES.

A lo largo de la investigación realizada se ha observado la gran cantidad de aplicaciones que tienen los AUV, considerando esto como una misión, es decir, lo que se pretende hacer y para quién lo va hacer. Es el motivo de su existencia, da sentido y orientación a las actividades del vehículo submarino; es lo que se pretende realizar para lograr la satisfacción de los investigadores o clientes potenciales.

A partir de esto se ha decidido realizar una agrupación de tipos de misiones debido a su gran similitud, de esta manera podremos diferenciarlas en términos más generales, en esta clasificación tomaremos en cuenta los 3 grandes grupos que a continuación se mencionaran.

Como primer grupo podemos mencionar un significativo número de investigadores motivados a desarrollar AUVs, una tarea un tanto complicada si tenemos en cuenta el gran esfuerzo que

requiere su fabricación y desarrollo hasta dejarlo de forma operativa a este ámbito lo llamamos **Investigación Científica**.

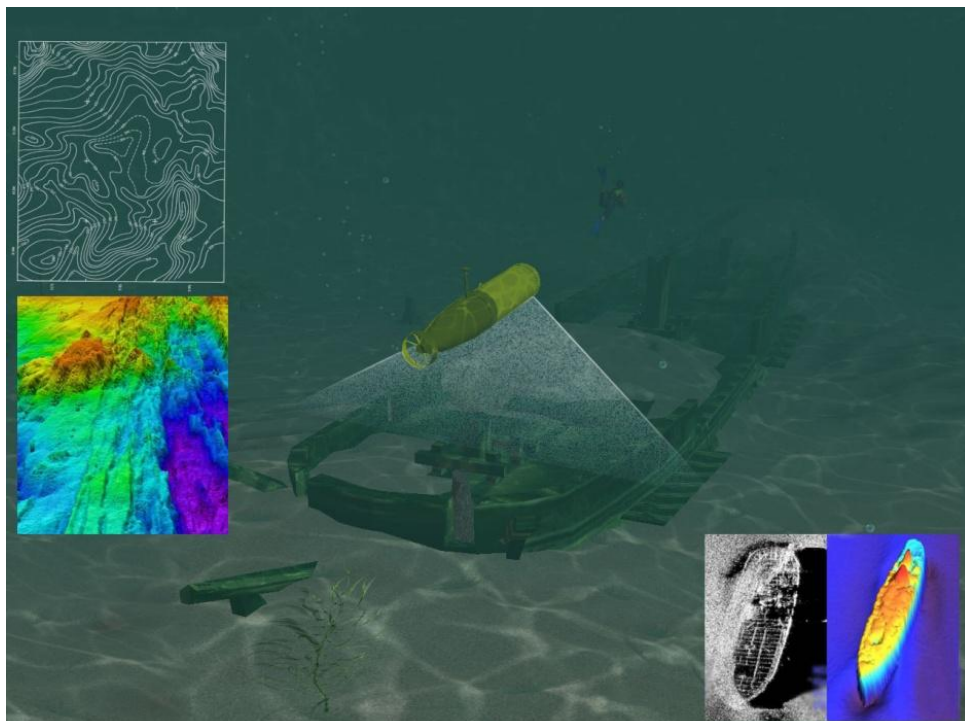
Como segundo grupo encontramos el que se centra en el ámbito **Comercial**, tecnologías especializadas en sistemas AUV, son organizaciones, laboratorios o empresas, que desarrollan sus propios diseños destinándolos a un nicho de mercado el cual ha ido incrementando a lo largo del tiempo.

El tercer grupo es el del ámbito **Militar** en el cual solo se encuentran los países pioneros, los cuales cuentan con subvenciones de gobierno para desarrollar y trabajar en estas tecnologías.

En el siguiente listado conoceremos a detalle cada uno de los grupos y mencionaremos las aplicaciones más relevantes en los AUV.

### 3.1 Investigación Científica:

- Muestreo de aguas y sedimentos
- Muestreo de especies marinas.
- Evaluación ambiental de sitios de descarte de desechos críticos ambientales
- Descubrir fondos submarinos
- Mapeo de precisión del fondo oceánico
- Fotografía submarina y video grabación.
- Monitoreo medioambiental
- Mapeo de glaseares
- Muestreo de icebergs

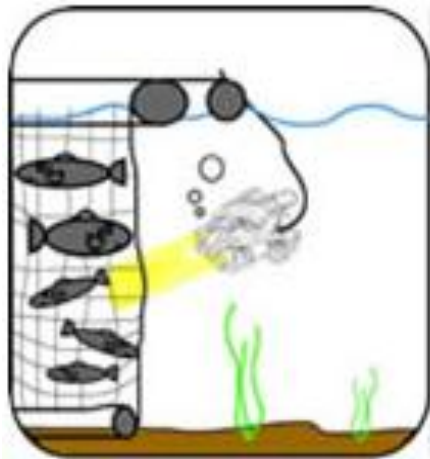


Ejemplo de Mapeo de precisión del fondo oceánico



### 3.2 Comercial:

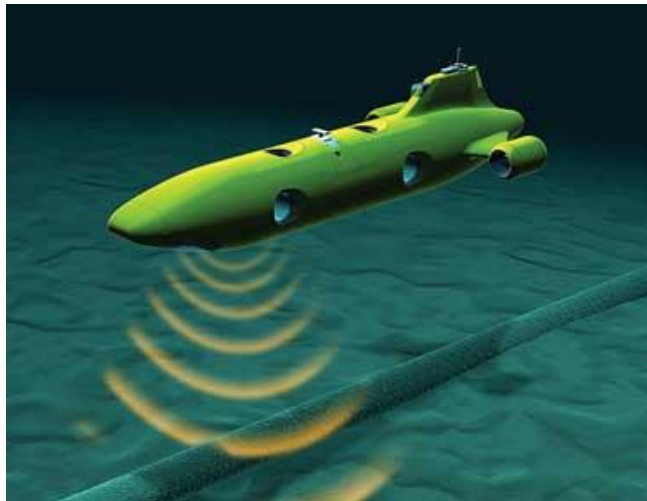
- Inspecciones de tuberías y cables submarinos (Eléctricos y de comunicaciones).
- Mapeo de precisión del fondo marino para evaluaciones hidrográficas y planeación de cables.
- Submarinos y tuberías sumergidas.
- Soporte logístico para instalaciones de cable, tubería y construcción submarina.
- Preparación fílmica de documentales para cine y televisión.
- Inspección de estructuras sumergidas.
- Reparación de estructuras sumergidas.
- Inspección de redes de pesca.
- Para saber si el ancla está bien agarrada.
- Localizar la cueva ideal para la pesca.
- Saber cómo desencallar.
- Ver el estado de la hélice.
- Operaciones de pesca.



Inspección de redes de pesca.



Preparación fílmica de documentales para cine y televisión



Inspección de tuberías y cables submarinos

### 3.3 Militar:

- Preparación y ejecución de actividades de rescate y salvamento
- Actividades de seguridad y protección de instalaciones costeras y submarinas.
- Rastreo de minas
- Rastreo de naves
- Mapeo de campos de escombros



GAVIA DEFENCE-Rastreo de Minas.

## 4 REFERENCIAS EXISTENTES DE AUV.

Existe una gran cantidad de investigadores y desarrolladores de esta tecnología a nivel mundial y nacional, lo cual ha generado amplia información, esta nos ayudara a comprender de manera global estos sistemas.

En el siguiente mapa podemos ver la localización de Centros y Organizaciones dedicadas a este tema, así como el número de estos por país.



## MAPA DE CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN ROBÓTICA SUBMARINA



### 4.1 Referencias Internacionales.

Tabla de Institutos, Universidades y Organizaciones que desarrollan tecnologías submarinas (AUV)  
 VER ANEXO 1 - International Projects of Underwater Robotics.

#### LISTADO DE INTITUTOS Y UNIVERSIDADES QUE DESARROLLAN AUV [6]

<p><b>Australia</b></p> <p><u>Australian Nat. Uni.</u>  <u>CSIRO</u>  <u>DSTO</u>  <u>Uni. of Sydney</u>  <u>Uni. of Western Australia</u></p>	<p><b>Iceland</b></p> <p><u>Hafmynd Ltd.</u></p>	<p><b>U.K.</b></p> <p><u>Aberdeen Uni.</u>  <u>Cranfield Uni.</u>  <u>Heriot-Watt Uni.</u>  <u>Uni. of Plymouth</u>  <u>Southampton Oceanogr. Centre</u>  <u>Uni. of Southampton</u></p>
<p><b>Canada</b></p> <p><u>Hylands UVs</u>  <u>ISER</u>  <u>Uni. of Newfoundland</u>  <u>NRC of Canada</u>  <u>Uni. du Québec</u>  <u>Simon Fraser Uni.</u></p>	<p><b>Italy</b></p> <p><u>CNR-IAN</u></p>	<p><b>U.S.A.</b></p> <p><u>AUSI</u>  <u>Bluefin</u>  <u>C&amp;C Technologies</u>  <u>Cornell Uni.</u>  <u>Duke Uni.</u>  <u>Uni. of Florida</u>  <u>Florida Atlantic Uni.</u>  <u>Florida Institute of Tech. (FIT)</u>  <u>Harbor Branch Oceanogr. Inst.</u>  <u>Uni. of Hawaii</u>  <u>Hydroid</u>  <u>KIPR</u>  <u>Uni. of Louisiana</u>  <u>MIT</u>  <u>Monterey Bay Aquarium RI</u>  <u>Naval Oceanogr. Office</u>  <u>Naval Postgrad. Sc.</u>  <u>Princeton Uni.</u>  <u>Sias/Patterson</u>  <u>Uni. of South Florida</u>  <u>Stanford Uni.</u>  <u>Texas AMU Uni.</u>  <u>Uni. of Washington</u>  <u>Virginia Tech</u>  <u>Woods Hole Oceanogr. Inst.</u></p>
<p><b>Denmark</b></p> <p><u>TU of Denmark</u>  <u>MARIDAN</u></p>	<p><b>Japan</b></p> <p><u>JAMSTEC</u>  <u>KDD</u>  <u>Tokai Uni.</u>  <u>Uni. of Tokyo</u></p>	
<p><b>France</b></p> <p><u>Cybernetics</u>  <u>ECA</u>  <u>IFREMER</u></p>	<p><b>Norway</b></p> <p><u>NUI</u></p>	
<p><b>Germany</b></p> <p><u>Alfred-Wegner Inst.</u>  <u>STN Atlas Elektronik</u></p>	<p><b>Portugal</b></p> <p><u>DSOR</u>  <u>Uni. of Porto</u></p>	
	<p><b>Russia</b></p> <p><u>Russian Acad. of Sci.</u></p>	
	<p><b>Sweden</b></p> <p><u>Uppsala Uni.</u></p>	

## 4.2 Referencias de prototipos Españoles.

PAÍS	CENTRO DE INVESTIGACION	INVESTIGADORES	PROYECTO	WEB
ESPAÑA	Universidad de Girona Girona, Cataluña Computer Vision and Robotics Group	Rafael García, Pere Ridaó	VICOROV	<a href="http://vicorob.udg.edu/">http://vicorob.udg.edu/</a>
	Universidad Politécnica de Cataluña OBSEA	Enric Plaza Cervera	OBSEA	<a href="http://www.upc.edu/cdsarti/OBSEA/info/features/feat_eng.html#structure">http://www.upc.edu/cdsarti/OBSEA/info/features/feat_eng.html#structure</a>
	CSIC	Jaume Piera, Manuel Armada	ANERIS	<a href="http://www2.iiia.csic.es/Projects/aneris/">http://www2.iiia.csic.es/Projects/aneris/</a>
	Universidad Illes Balears Systems, Robotics and Vision Group	Gabriel Oliver, Antoni Burguera	RAO	<a href="http://dmi.uib.es/research/SRV/rsc_en.htm">http://dmi.uib.es/research/SRV/rsc_en.htm</a>
	Universidad de Girona, UPC, Universidad Barcelona		AIRSUB	<a href="http://eia.udg.es/~pere/airsub/descargas/presentaciones/Martech05Presentaci%C3%B3n">http://eia.udg.es/~pere/airsub/descargas/presentaciones/Martech05Presentaci%C3%B3n</a>
	UPM-DISAM Madrid Ocean Engineering Society	Roque Saltarén	Ocean Engineering Society	<a href="http://www.disam.upm.es/~iee_oes/">http://www.disam.upm.es/~iee_oes/</a>
	UNIVERSIDAD DE CADIZ Grupo Oceanografía Física	Bruno Mejías, Miguel	Datawell	<a href="http://www.uca.es/grupos-inv/RNM205/equipamiento">http://www.uca.es/grupos-inv/RNM205/equipamiento</a>

De la tabla mostrada anteriormente podemos resaltar el proyecto:

### AIRSUB

Aplicaciones Industriales de Robots Submarinos. Dicho proyecto se desarrolla íntegramente en España, con las ayudas del Ministerio de Educación y Ciencia con la participación de las Universidades UPC (Universitat Politècnica de Catalunya), U de G (Universitat de Girona) y UIB (Universitat de les Illes Balears).

Aunque el proyecto es común, los prototipos diseñados por las universidades tienen una finalidad claramente distinta. [7]

### 4.3 Referencias de algunos AUV Comerciales.

A continuación se hace referencia a algunos AUV comerciales con mayor éxito, de los que se destacarán algunas de sus principales características.

#### BLEEPER SPORT [8]

Explorador subacuático, caracterizado por sus reducidas dimensiones y su gran versatilidad, que posibilita la inspección de entornos subacuáticos hasta 100 metros de profundidad.



El enlace con la superficie se realiza mediante un umbilical, trabaja a un bajo voltaje permitiendo un uso seguro de adultos y niños.

Su facilidad de transporte y su precio lo hacen adecuado para un amplio espectro de aplicaciones de exploración y control.

#### CARACTERISTICAS GENERALES

Profundidad nominal	50 m, 35 m operativa
Velocidad máxima	0,70 m/s
Potencia máxima	500w
Motorización 3D	avance/retroceso, derecha/izquierda, arriba/abajo
Alimentación	Máxima 32 VCC, 2 baterías x 12V 44Ah
Tracción umbilical	200 Kg
Chasis	Aluminio anodizado carcasa exterior de polímero técnico
Cable umbilical	50 , flotabilidad neutra
Temperatura de trabajo	-20º a 50º

Es fabricado por PRAESSENTIS que es una empresa tecnológica que Diseña, Produce y Comercializa ROV (Remote Operated Vehicle) en forma de robots submarinos, y otros equipos y sistemas de tele-presencia submarina. Los equipos y sistemas aquí desarrollados combinan diferentes grados de interactividad buscando siempre aumentar la facilidad de uso y disminuir la complejidad, adaptándose a las necesidades del usuario.

Praesentis combina el potencial técnico, un enfoque creativo y el espíritu emprendedor de un grupo de profesionales que asumieron el reto de fundar una empresa tecnológica 100% nacional.

## GAVIA [9]

Este AUV lo desarrolla la empresa Islandesa Hafmynd, el cual se presenta comercialmente en tres modelos:

**GAVIA OFFSHORE:** para aplicaciones comerciales.



**GAVIA SCIENTIFIC:** para aplicaciones científicas



**GAVIA DEFENCE:** para aplicaciones militares.



Una característica importante sobre este producto es su modularidad, parten de un modelo base y se le puede equipar adecuándose a las necesidades del cliente.



Profundidad nominal	1000 m
Dimensiones	1.8 m × 0.2 m × 0.3 m
Material:	Aluminio
Motorización 3D	avance/retroceso, derecha/izquierda, arriba/abajo
Peso	49 kg
País	Islandia
WEB	<a href="http://www.gavia.is/">http://www.gavia.is/</a>

## 5 BASES DE DATOS DE UV's.

Existen dos bases de datos en la web los cuales son públicos y no es necesario contar con una cuenta para acceder a ellos, contienen una buena cantidad de UV's, a continuación haremos una descripción de cuales son y cómo funcionan.

### 5.1 Análisis de las Bases de Datos Públicas.

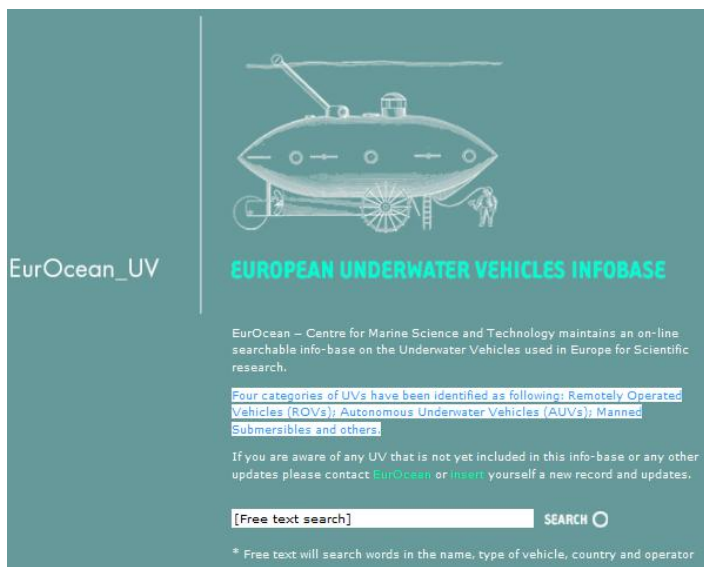
A continuación se describen por medio de imágenes y ejemplos el funcionamiento de las dos bases de datos encontradas, analizando ambas podremos sacar provecho explorarlas más ampliamente.

#### 5.1.1 EurOcean\_UV

En primer lugar se encuentra un a base de datos llamada EurOcean\_UV (EUROPEAN UNDERWATER VEHICLES INFOBASE), esta base de datos cuenta con los Vehículos Submarinos para investigación científica usados en **Europa**, trabaja de una manera muy sencilla y su interface es poco complicada.

La dirección web es: <http://www.uvinfobase.eurocean.org/index.jsp> al acceder a la pagina nos menciona que se han identificado cuatro categorías de Vehículos submarinos: Remotely Operated Vehicles (**ROVs**); Autonomous Underwater Vehicles (**AUVs**); **Manned Submersibles** y **Otros**.

También nos muestra una barra para colocar texto libre, el cual buscara en el NOMBRE; EL TIPO DE VEHICULO; PAIS Y OPERADOR.

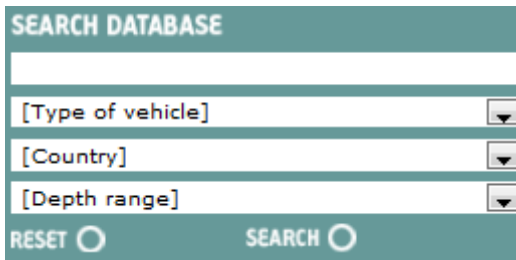


En el caso de que no se posea información de ningún tipo para nuestra búsqueda, simplemente pinchamos en **Search** dejando la barra de texto vacía, esto nos enviara a otra página.

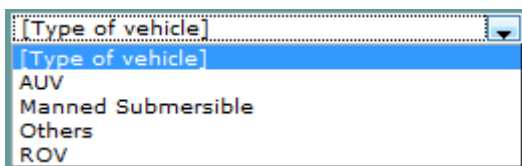
En esta página a la cual nos envía, nos despliega dos cosas:

**A)** La primera, cuatro barras de búsqueda: la primera para colocar texto libre, (las siguientes tres despliegan cada una un listado de opciones disponibles), la segunda el tipo de vehículo, la tercera el país y la cuarta la profundidad a la que trabaja

En la primer barra al igual que en la página principal nos permite introducir texto libre el cual buscare en los datos ya mencionados.

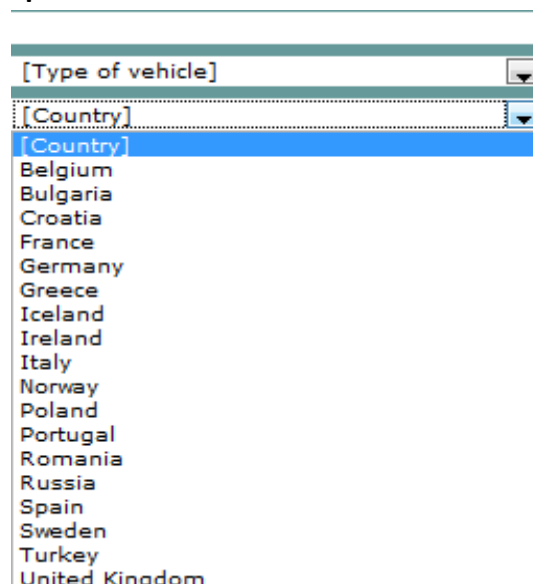


En la barra de “Tipo de vehículo” nos despliega las siguientes opciones de las que podemos seleccionar:



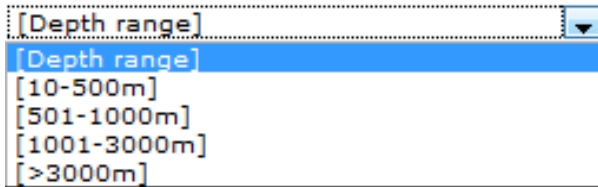
Contiene un listado de **cuatro** tipos de vehículos establecidos por los creadores de la base de datos esto significa que no es una clasificación global.

En la barra de “País” nos despliega un listado de los países de los cuales se posee información sobre vehículos submarinos en la base de datos, hay que tomar en cuenta que **solo son países Europeos**.



Contiene una lista de **18 países**.

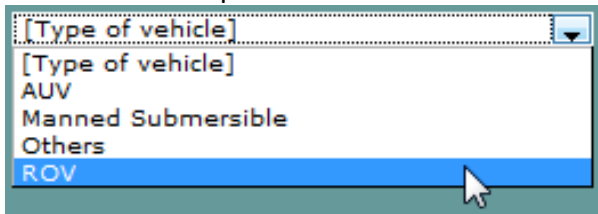
En la cuarta y última barra de búsqueda llamada “rango de profundidad” nos muestra una lista de **cuatro rangos** establecidos por los creadores de la base, en los que trabajan los vehículos submarinos contenidos en la base de datos.



Esta barra de búsqueda trabaja de distintas maneras:

Se puede introducir, desde un dato para obtener resultados, ejemplo:

En la barra de “tipo de vehículo” seleccionamos ROV como se muestra a continuación



Y después pinchamos en el botón de



, esto nos abrirá un listado de todos los

**ROV** contenidos en la base de datos.

Name	Type of vehicle	Country	Depth
Aglantha	ROV	Norway	2000
Bathysaurus	ROV	Norway	6000
Benthos	ROV	Greece	304
Cherokee	ROV	Germany	1000
Deep Ocean Eng. Phantom S2	ROV	Portugal	500
DIABLO II	ROV	Bulgaria	500
Falcon	ROV	Italy	500
Falcon1256	ROV	United Kingdom	350
H300	ROV	Ireland	300
Holland 1	ROV	Ireland	3000
Hyball	ROV	Poland	300
Iais	ROV	United Kingdom	6500
Kiel 6000	ROV	Germany	6000
Luso	ROV	Portugal	6000
Mauve	ROV	Belgium	300
Max Rover	ROV	Greece	2000
Minerva	ROV	Norway	700
Mitos	ROV	Greece	2000
Phantom 500	ROV	Belgium	150
Phantom S4	ROV	Sweden	300

Observamos que el listado contiene 42 vehículos submarinos que cuentan con esta característica. Esto es colocando un solo tipo de dato en cualquiera de las opciones permitidas.

La otra forma en la que se puede trabajar es colocando dos o más datos en las diferentes opciones que nos da el buscador, de esta forma restringiríamos mas nuestra búsqueda a un numero mucho menor de resultados.

## Ejemplo:

Llenamos las barras de búsqueda con las siguientes opciones y pinchamos en el botón de búsqueda:

SEARCH DATABASE

[Empty search bar]

ROV

Germany

[>3000m]

RESET SEARCH

Esto nos da como resultado el siguiente listado.

European Underwater Vehicles Infobase

EurOcean\_UV

SEARCH DATABASE

ROV

Germany

[>3000m]

RESET SEARCH

Your search has returned 2 vessels. [View Tables PDF](#)

Name	Type of vehicle	Country	Depth
Kiel 6000	ROV	Germany	6000
Quest 5	ROV	Germany	4000

< BACK TO FRONTPAGE

Que contiene dos únicas opciones a nuestra búsqueda las cuales responden a vehículos ROV en el país de Alemania y que trabajen a una profundidad mayor a los 3000 m.

**B)** Como se mencionaba al principio, en esta página (después de la principal) también nos muestra otra información importante, en seguida de las barras de búsqueda despliega una tabla de la base de datos completa conteniendo 77 vehículos submarinos, la tabla contiene cuatro columnas las cuales son:

Name	Type of vehicle	Country	Depth
------	-----------------	---------	-------

Aquí podremos observar estos datos de cada uno de los UV de la base de datos.

Al momento de que tenemos los listados de los vehículos ya sea por nuestra búsqueda o simplemente en la tabla general que se nos muestra, podemos seleccionar cualquiera arrastrando el ratón hasta la opción deseada.

Name	Type of vehicle	Country	Depth
ABYSS	AUV	Germany	8000
Aglan	ROV	Norway	2000
Argus	Manned Submersible	Russia	600
ASTERx	AUV	France	3000
Autosub	AUV	United Kingdom	1600
Autosub6000	AUV	United Kingdom	6000
AUV-ISR	AUV	Portugal	100



Una vez pinchada la opción deseada, nos abrirá una página en la cual podremos ver en el lado izquierdo, una imagen del UV (si se dispone) y a la derecha todos los detalles del vehículo en un listado como se muestra a continuación:

**EurOcean\_UV**  
**EUROPEAN UNDERWATER VEHICLES INFOBASE**

EurOcean – Centre for Marine Science and Technology maintains an on-line searchable info-base on the Underwater Vehicles used in Europe for Scientific research.

[Update this vehicle](#)

[< BACK TO SEARCH](#)

**VEHICLE DETAILS**

**UV Information and Contact**

Name	ABYSS
Url	<a href="https://www.ifm-geomar.de/index.php?id=3905&amp;L=1">https://www.ifm-geomar.de/index.php?id=3905&amp;L=1</a>
Owner	IFM-GEOMAR
Operator	IFM-GEOMAR
Contact person	Colin Devey
Phone	49 (0)431 600-2257
Email	<a href="mailto:cdevey@ifm-geomar.de">cdevey@ifm-geomar.de</a>
Type of vehicle	AUV
Model	Remus 6000
Country	Germany
Mission Type	Undefined
Manufacturer	Hydriod, LLC
Year Built	2008

**General Specifications**

Length (m)	3.84
Gross weight (in air) (kg)	870
Max operating depth (m)	6,000

**Speed Duration and Range of Operation**

Cruising speed (m/s)	5
----------------------	---

[Print detailed PDF](#)

En la mayoría de las tablas de detalle de los vehículos se cuenta con un link al URL y otro al e-mail de los fabricantes o institución que lo desarrollan.

En la tabla podemos encontrar los siguientes datos:

- Nombre
- URL
- Dueño
- Operador
- Contacto
- Teléfono
- E-mail
- Tipo de vehículo
- Modelo
- País
- Tipo de misión
- Fabricante
- Año de construcción
- Longitud
- Peso
- Profundidad
- Velocidad

Nota: No todos los Vehículos cuentan con la información completa.

Como datos relevantes podemos mencionar la clasificación de tipo de vehículo, y la de profundidad ya que estas son dos buenas opciones para realizar una búsqueda o determinar un rasgo característico del Vehículo Submarino.

### 5.1.2 AUVAC

La segunda base de datos pertenece a AUVAC Autonomous Underwater Vehicle Application Center, que es un programa del Autonomous Undersea Systems Institute. Cabe mencionar que esta página solo posee una base de datos de AUVs sin tener ningún otro tipo de vehículo submarino.

Contiene datos sobre 146 AUVs de 53 fabricantes de este tipo de tecnología.

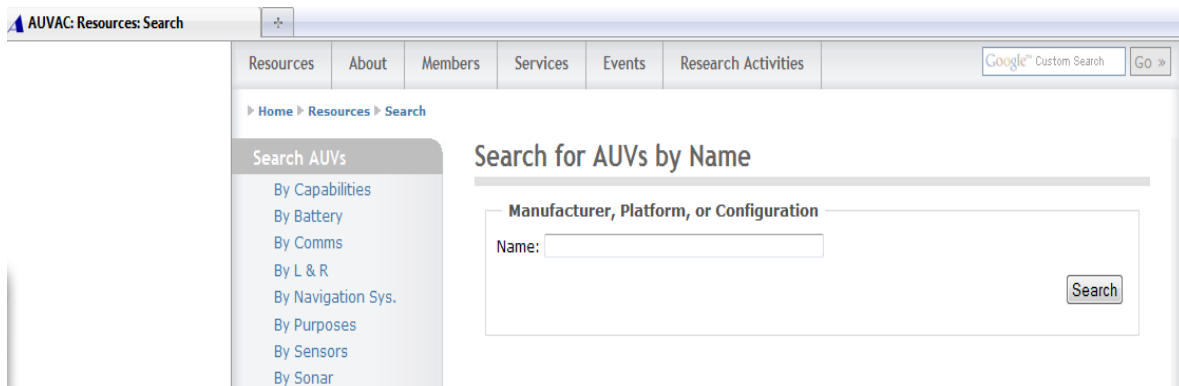
A continuación describiremos como funciona.

Al acceder a <http://auvac.org/resources/search/> encontramos dos cosas, las cuales son:

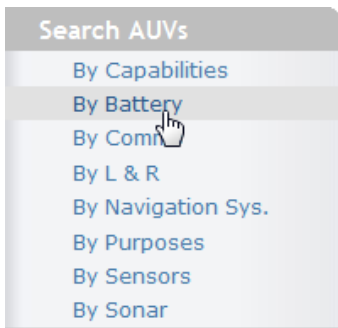
A la izquierda una columna de opciones de búsqueda bajo el título de “Search AUVs” la cual tiene una lista de 8 criterios de clasificación para realizar la búsqueda. Las opciones para realizar la búsqueda son:

- por Capacidades Físicas.
- por tipo de Batería.
- por tipo de Sistema de Comunicación.
- por Método de Lanzamiento & Recuperación.
- por Sistema de Navegación.
- por tipo de Sensores.
- por tipo de Sonar.

A la izquierda columna de características, a la derecha barra de texto libre



Cada una de las opciones antes mencionadas al momento de elegir las nos despliega una página en la cual contiene información de esa opción, es decir si elegimos una búsqueda por “tipo de batería” pinchamos en la opción...



Nos abre una página con la siguiente información:

## Search for AUVs by Battery

**By Chemistry Type**

Alkaline  
 Lithium Ion  
 Silver-Zinc

Aluminum-Hydrogen Peroxide  
 Lithium Ion Polymer

Seleccionamos el tipo de batería deseada que utilice el AUV (en este caso como ejemplo seleccionamos batería alcalina) y pinchamos en "Search Chemistry Types" Esto nos dará un listado de la siguiente forma:

### Search Results

#### Criteria

AUVs having Alkaline batteries.

#### Matching AUV Configurations

##### Slocum Electric Glider

1km configuration



##### Slocum Electric Glider

Coastal configuration



##### Autosub-1

Original configuration



##### Seahorse

Seahorse I configuration



##### Seahorse

Seahorse II configuration



[« Search Again](#)

Como podemos observar nos menciona el criterio el cual elegimos seguido de la lista de resultados que tienen correspondencia y a la derecha nos muestra una imagen del AUV.

De este listado podemos elegir cualquiera de los AUV mostrados pinchando en cualquiera de estos. (Seleccionamos uno para observar las características generales del AUV ejemplo: Slocum Electric Glider que es el primero de la lista) y nos abrirá lo que se muestra en la imagen siguiente:

The screenshot shows the AUVAC website interface. At the top, there is a navigation bar with the AUVAC logo and the text 'Autonomous Undersea Vehicle Applications Center'. Below this is a horizontal menu with options like 'Home', 'About', 'Contact', and 'Sitemap'. A search bar with 'Google Custom Search' is also present. The main content area is titled 'AUV System Fact Sheet' and features a sidebar with 'AUV Technologies' and 'Resources' categories. The central content displays details for the 'Slocum Electric Glider', including its manufacturer 'Teledyne Webb Research Corporation' and various technical specifications. To the right of the text is a gallery of images showing the glider in different configurations and environments.

**AUV System Fact Sheet**

**Slocum Electric Glider**  
1km configuration

**Manufactured By:** [Teledyne Webb Research Corporation](#)  
• [Manufacturer's Spec Sheet](#)

**Platform:** [Slocum Electric Glider](#)  
**Body Type:** Torpedo + wings  
**Size (L×W×H):** 1.79 m × 1.01 m × 0.49 m  
**Body Size (L×W×H):** 1.5 m × 0.21 m × 0.21 m  
**Hull Material:** Aluminium  
**Weight:** 52 kg  
**Maximum Depth:** 1000 m  
**Dynamic Buoyancy:** Yes  
**Self-Righting:** Yes  
**Obstacle Avoidance:** No  
**Endurance (nominal load):** 720 hours

**Primary Missions**

Como podemos ver nos despliega una página en la cual encontramos un listado de datos sobre el AUV elegido y al lado derecho una serie de imágenes.

En el listado de información mostrado observamos una serie de links en azul, en todos estos podemos pinchar para acceder a la información correspondiente del criterio seleccionado

This inset screenshot shows a smaller version of the 'AUV System Fact Sheet' for the Slocum Electric Glider, highlighting the manufacturer information and the link to the 'Manufacturer's Spec Sheet'.

**AUV System Fact Sheet**

**Slocum Electric Glider**  
1km configuration

**Manufactured By:** [Teledyne Webb Research Corporation](#)  
• [Manufacturer's Spec Sheet](#)

En los de el Fabricante nos abrirá una página con una descripción de este, en algunos casos es muy detallada y en otras un tanto breve como podemos ver en la siguiente imagen;

The image shows a screenshot of the Teledyne Webb Research Corporation website. The main heading is "Organization Details". Below it, the company name "Teledyne Webb Research Corporation" is displayed with the tagline "Teledyne Webb". To the right is the WRC logo, which consists of the letters "WRC" in a large, bold, green font above the text "Webb Research Corporation" in a smaller black font. Below the company name, the website URL is given as "http://www.webbresearch.com/".

The "Organization's Description" section contains a paragraph: "Based on a long record of innovative success in ocean engineering, Webb Research personnel work cooperatively with clients to solve oceanographic problems and bring reliable data home to their laboratories. The 3000th Webb APEX float shipped in early 2008. Two thirds of the floats deployed for the worldwide Argo program, the largest oceanographic experiment ever undertaken, are APEXES. Early 2008 also brought shipment of the 100th autonomous Slocum glider. Slocums are also world travelers and include the first thermal glider, launched in December 2007, to harvest heat from the ocean as its energy source. In addition, Webb sound sources another data collection for many ocean science programs."

The "Organization Hierarchy" section lists several entities: Teledyne Technologies, Inc.; Teledyne Benthos; Benthos; Detsonics Inc; Teledyne RD Instruments; Odom Hydrographic Systems; and Teledyne Webb Research Corporation.

The "AUV Configurations" section lists: 1km Slocum Electric Glider; Coastal Slocum Electric Glider; and Standard Slocum Thermal Glider.

The "Platforms" section lists: Slocum Electric Glider and Slocum Thermal Glider.

The "Vehicle Software" section lists: Gliderdos.

The "Publications Which Refer To This Organization" section lists several references, including "Scott Glenn Glider History, 2008", "Clayton Jonca, Doug Webb Slocum Gliders - Advancing Oceanography, 2007", "Rudnick, Davis, Erikson, Frantantoni, Perry Underwater Gliders for Ocean Research, 2004", and "K. Nowladomako, C. Jonca, D. Webb Design of a Mobile and Bottom Resting Autonomous Underwater Gliding Vehicle, 2004".

On the right side of the page, there is a "News for This Organization" section with a scroll bar. It lists several news items with dates: 06/09/2010 - Teledyne Autonomous Underwater Vehicles Assist Efforts in the Gulf of Mexico; 03/29/2010 - Teledyne Webb Research Delivers 6,000th Float; 02/17/2010 - Remotely Piloted Underwater Glider Crosses the Atlantic; 01/12/2010 - VES is the First Stop on Rutgers Glider National Tour; 01/15/2010 - Robot gliders take to the sea; and 12/07/2009 - Glider Completes Historic.

En los detalles del fabricante podemos encontrar bastante información útil como podría ser su página WEB, su E-mail, publicaciones, etc.

En los links correspondientes a alguna característica del AUV nos enviará a otros vehículos que cuentan con la misma característica, es decir si seleccionamos el link mostrado en la imagen - Body Type (forma) que es Torpedo + wings

**Slocum Electric Glider**  
 1km configuration

**Manufactured By: Teledyne Webb Research Co**  
 • [Manufacturer's Spec Sheet](#)

**Platform: Slocum Electric Glider**  
**Body Type: [Torpedo + wings](#)**  
**Size (LxWxH): 1.79 m × 1.01 m × 0.49 m**  
**Body Size (LxWxH): 1.5 m × 0.21 m × 0.21 m**








Nos enviara a un listado de AUVs que cuentan con esas especificaciones de forma en la base de datos contenida, como se muestra en la siguiente imagen:

**Search Results**

---

**Criteria**  
 AUVs matching the following criteria:  
 • **Body Type is Torpedo + wings**

**Matching AUV Configurations**

<b>Slocum Electric Glider</b> 1km configuration	
<b>Slocum Electric Glider</b> Coastal configuration	
<b>ALBAC</b> Original configuration	
<b>SANPA (SAUV)</b> Prototype configuration	
<b>SAUV II</b> Standard configuration	
<b>Spray</b> Standard configuration	
<b>Slocum Thermal Glider</b> Standard configuration	

[« Search Again](#)

Como podemos observar en esta base de datos contamos con una gran cantidad de hipervínculos los cuales nos dan la posibilidad de conocer una gran cantidad de información, pero a su vez podemos mencionar que es un tanto complicado ya que no se cuenta con un orden determinado y algunas veces podríamos encontrarnos perdidos en la búsqueda.



- por Sistema de Navegación.

#### Search for AUVs by Navigation System

By Navigation System Type

<input type="checkbox"/> AHRS	<input type="checkbox"/> Compass
<input type="checkbox"/> DVL	<input type="checkbox"/> GPS
<input type="checkbox"/> IMU	<input type="checkbox"/> LBL
<input type="checkbox"/> Pitch & Roll	<input type="checkbox"/> USBL

- por Propósito / Misión.

#### Search for AUVs by Purpose

By Vehicle Purpose

<input type="checkbox"/> Anti-Submarine Warfare	<input type="checkbox"/> Beach Surveying
<input type="checkbox"/> Cable Deployment	<input type="checkbox"/> Cable Route Survey
<input type="checkbox"/> Coastal Mapping	<input type="checkbox"/> Environmental Monitoring
<input type="checkbox"/> Explosive Ordnance Disposal	<input type="checkbox"/> Force Protection
<input type="checkbox"/> Freshwater Mapping	<input type="checkbox"/> Geophysical Survey
<input type="checkbox"/> Harbor and Port Security	<input type="checkbox"/> Hull inspection
<input type="checkbox"/> Hydrographic Survey	<input type="checkbox"/> Inspection, Maintenance, and Repair
<input type="checkbox"/> Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance	<input type="checkbox"/> Marine Sciences Survey
<input type="checkbox"/> Mineral field survey	<input type="checkbox"/> Mine Countermeasures
<input type="checkbox"/> Oil and Gas Survey	<input type="checkbox"/> Oceanographic survey
<input type="checkbox"/> Rapid Environmental Assessment	<input type="checkbox"/> Pipeline Route Survey
<input type="checkbox"/> Seabed Mapping	<input type="checkbox"/> Scientific Research
<input type="checkbox"/> Search, Classify, Map	<input type="checkbox"/> Search and Recovery
<input type="checkbox"/> Vehicle Research	<input type="checkbox"/> Sensor Development

- por tipo de Sensores.

#### Search for AUVs by Sensor

By Sensed Property

<input type="checkbox"/> Backscatter 420nm	<input type="checkbox"/> Backscatter 442nm
<input type="checkbox"/> Backscatter 470nm	<input type="checkbox"/> Backscatter 510nm
<input type="checkbox"/> Backscatter 530nm	<input type="checkbox"/> Backscatter 532nm
<input type="checkbox"/> Backscatter 590nm	<input type="checkbox"/> Backscatter 650nm
<input type="checkbox"/> Backscatter 700nm	<input type="checkbox"/> CDOM
<input type="checkbox"/> Chlorophyll a	<input type="checkbox"/> Conductivity
<input type="checkbox"/> Downwelling Irradiance (PAR)	<input type="checkbox"/> Forward Scatter 670nm
<input type="checkbox"/> Magnetic field	<input type="checkbox"/> Nitrate
<input type="checkbox"/> ORP	<input type="checkbox"/> Oxygen
<input type="checkbox"/> pH	<input type="checkbox"/> Phycocyanin
<input type="checkbox"/> Phycoerythrin	<input type="checkbox"/> Pressure
<input type="checkbox"/> Rhodamine WT	<input type="checkbox"/> Salinity
<input type="checkbox"/> Sound velocity	<input type="checkbox"/> Still Images
<input type="checkbox"/> Temperature	<input type="checkbox"/> Turbidity
<input type="checkbox"/> Video	

- por tipo de Sonar.

#### Search for AUVs by Sonar

By Sonar Type

<input type="checkbox"/> ADCP	<input type="checkbox"/> ADV
<input type="checkbox"/> Echo sounding	<input type="checkbox"/> Forward-looking
<input type="checkbox"/> Imaging	<input type="checkbox"/> Multibeam
<input type="checkbox"/> Profiling	<input type="checkbox"/> Side scan
<input type="checkbox"/> Sub-bottom	<input type="checkbox"/> Synthetic aperture



## 5.2 Reflexiones Sobre las Bases de Datos.

Al analizar las bases de datos nos dimos cuenta de varios aspectos los cuales mencionaremos,

- Observamos que la base de datos 1 abarca solo el continente Europeo y la otra abarca más continentes, sin embargo, no toma en cuenta muchos de los vehículos de la base de datos europea.
- La base de datos 2 es mucho más organizada y sencilla de acceder, aun que también cabe destacar que no contiene tanta información como la base de datos 1.
- La base de datos 2 contiene demasiadas clasificaciones, las cuales te llevan a un mal entendimiento de los contenidos.
- Como datos relevantes de la base de datos EurOcean\_UV podemos mencionar la clasificación de tipo de vehículo, y la de profundidad ya que estas son dos buenas opciones para realizar una búsqueda o determinar un rasgo característico del Vehículo Submarino.  
Puntos a tomar en cuenta:
  - Tipo de Vehículo Submarino.
  - Profundidad.
- En la base de datos de AUVAC es interesante destacar las distintas clasificaciones y podríamos decir que las más importantes y funcionales son:
  - Forma
  - Material
  - Velocidad
  - Tipo de misión

## 5.3 Clasificación de UV'S Conforme a Bases de Datos Existentes.

Como se observo en las bases de datos encontradas y conforme a la investigación realizada existen varias formas de clasificación para los UV, esto se tuvo en cuenta para organizar la toma de la muestra de referencias existentes, ya que con esto podremos realizar una clasificación de cada uno de ellos y así poder cruzar los datos.

### 5.3.1 Tipo de Vehículo

Como ya se menciona anteriormente, existen tres tipos de UV según sus características funcionales.

- **ROV** Remote Operated Underwater Vehicle.
- **AUV** Autonomous Underwater Vehicle.
- **UUV** Unmanned Underwater Vehicle.

### 5.3.2 Misión

Como ya se menciona es posible hacer una distinción, la cual crea los tres grandes grupos de misiones ya antes definidas como **Investigación científica, Comercial o Militar**.

En países como Rusia, Estados Unidos, Francia o Japón son los pioneros en la investigación y desarrollo de este tipo de vehículos, ya que la mayor parte de las veces existen serias limitaciones en este ámbito, es requerida una plataforma de navegación, un lugar de pruebas e incluso vehículos para el posible rescate en caso de emergencia, como puede ser desde una embarcación más o menos preparada para este fin hasta un helicóptero totalmente preparado.

- **Investigación**
- **Comercial**
- **Militar**

### 5.3.3 Forma

Otra de las clasificaciones identificadas fue la de Forma ya que existen varios tipos de estas y es necesario conocerlas para determinar aspectos importantes, como lo puede ser su velocidad por la fluodinámica o bien su material de fabricación.

- **Torpedo**



- **Torpedo con alas**



- **Estructura abierta**



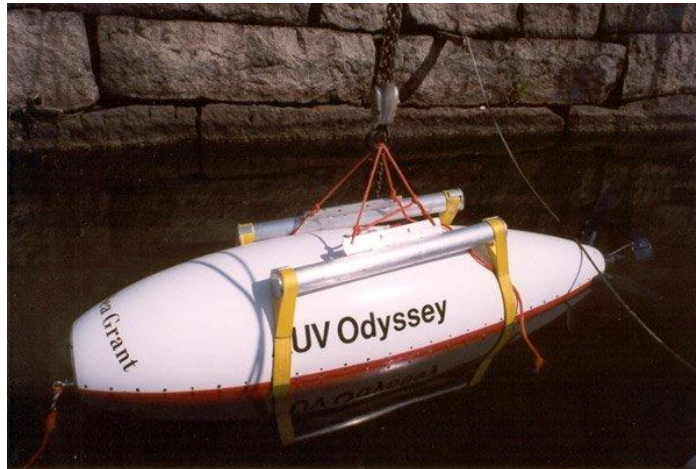
- **Biomimético:** en inglés, biomimicry  
**Definición:** Ciencia que estudia las mejores ideas de la naturaleza, imitando sus diseños y procesos para resolver problemas humanos.



- **Rectangular**



- Ovalado



- Lagrima



- Ala Delta



#### 5.3.4 Profundidad

Otra de las características de los UV, es a la profundidad a la que pueden descender, de esta forma se puede especificar el tipo de agua en la que trabaja, el tipo de misión que desarrolla, así como el tipo de tecnología que debe de utilizar para tener el mejor rendimiento a dicha profundidad.

- 50-100 m.
- 100-500 m.
- 500-1000 m
- 1000-6000 m.

#### 5.3.5 Material

Esta característica es muy importante ya que influye en varios aspectos como el diseño, la forma, en la fabricación, etc. Algunos de los materiales encontrados en la muestra tomada son:

- Aluminio.
- Fibra de vidrio.
- Fibra de carbono.
- ABS.

#### 5.3.6 Tamaño

Este es un dato que viene determinado por la instrumentación que contiene el UV, como bien podemos intuir puesto que es la tendencia de la tecnología es que cada vez se reduce el tamaño debido a que los instrumentos son cada vez más pequeños.

General mente se obtiene en  $m^3$  ya que el UV se supone inscrito en un paralelepípedo obteniendo datos como largo, alto y ancho.



Ejemplo de un AUV de grandes dimensiones.





Ejemplo de AUV de dimensiones reducidas.

### 5.3.7 Velocidad

Aquí encontramos otra característica que depende de otras variantes, como puede ser el tipo de propulsión, forma y tamaño. Suponemos que esto hace que sea un dato con el cual podremos darnos cuenta si influye o es determinante en el tipo de misión.

## 5.4 SELECCIÓN DE DATOS PARA EL ESTUDIO.

En este capítulo realizamos una toma de la muestra de las bases de datos, esto se hace para tener referencias de prototipos existentes y de esta forma las clasificaremos con los

En este capítulo se encuentra la muestra tomada de UV's de las bases de datos, también una tabla con las características de cada uno de los vehículos, con la cual se realizó el análisis de la información por medio de graficas para obtener resultados, así podremos hacer las observaciones y sugerencias oportunas.

VER ANEXO 2 - **Muestra Tomada de las Bases de Datos.**

## 5.5 Tabulación de la Información.

Después de haber tomado la muestra de 40 diferentes prototipos, se tomaron en cuenta los tipos de clasificación utilizados en las bases de datos encontradas y se decidió incluir los siguientes datos para la su estudio:

- Nombre
- Forma
- Profundidad
- Velocidad
- Tipo de Vehículo
- Misión
- Material
- Tamaño
- Año de fabricación.

Nombre	Forma	Prof.	Vel. Máx. m/s	Tipo	Misiones	Material	T. m <sup>3</sup>	Año
ALBAC	Torpedo con alas	300	1.03	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.57	1992
Alistar 3000	Lágrima	3000	1.03	AUV	Comercial	Aluminio	12.18	2000
Alister REA	Torpedo	300	4.12	AUV	Militar	Aluminio	2.35	2007
Aqua Box II	Ovalada	50	1.00	AUV	Investigación	Fibra de vidrio	0.86	2006
Aqua Explorer 2	Torpedo	2000	2.80	AUV	Comercial	Fibra de vidrio	3.51	2006
Aqua Jelly	Biomimetizado	20	0.30	AUV	Comercial	Aluminio	0.02	2008
Aqua Penguin	Biomimetizado	50	2.70	AUV	Comercial	Fibra de vidrio	0.10	2009
Autosub 6000	Torpedo	6000	2.00	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	4.46	2007
Autosub1600	Torpedo	1600	2.00	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	5.67	1996
AUV-Gilder	Estructura abierta	4000	0.98	AUV	Investigación	Aluminio	1.78	2007
Bionik Manta	Biomimetizado	100	2.78	AUV	Comercial	Aluminio	2.63	2007
Bleeper Sport	Ovalada	50	0.70	ROV	Comercial	ABS	0.04	2008
Bluefin-12	Torpedo	200	2.57	AUV	Militar	Aluminio	3.76	2005
Bluefin-9	Torpedo	200	2.06	AUV	Investigación	Aluminio	0.10	2003
Charybdis	Platillo	20	0.70	AUV	Investigación	ABS	0.91	1999
Fetch 2	Lágrima	150	6.50	UUV	Militar	Fibra de vidrio	0.16	2006
Gavia	Torpedo	1000	3.00	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.11	2009
H300 MKII	Estructura abierta	300	0.51	ROV	Comercial	Aluminio	0.25	2007
Hammerhead	Torpedo	100	2.50	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.27	1996
Infante	Rectangular	500	2.50	AUV	Investigación	Fibra de vidrio	5.13	2009
LAUV	Torpedo	50	2.50	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.03	2006
Liberade	Ala Delta	100	0.80	AUV	Militar	Fibra de carbono	0.71	2004
Mako	Estructura abierta	50	2.10	AUV	Investigación	Aluminio	0.17	2004

Manta	Ovalada	800	5.14	AUV	Militar	Fibra de carbono	22.93	2000
Maya	Torpedo	200	2.30	AUV	Múltiples misiones	Aluminio	0.09	2006
Morpheus	Rectangular	200	2.57	AUV	Múltiples Misiones	Fibra de carbono	0.09	2002
Odyssey I	Lágrima	6000	2.00	AUV	Investigación	Fibra de carbono	0.75	1992
Ranger	Torpedo	50	2.30	UUV	Militar	ABS	0.01	2004
REMUS 100	Torpedo	100	2.60	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.06	2009
SAUV II	Torpedo con alas	500	1.54	AUV	Múltiples Misiones	Fibra de vidrio	1.27	2005
Sea Squirt	Torpedo	200	1.54	AUV	Investigación	ABS	0.07	1988
Seaglider	Lágrima	1000	3.20	UUV	Múltiples Misiones	Fibra de vidrio	1.32	2009
SeaOatter MK II	Ovalada	600	2.30	AUV	Investigación	Fibra de vidrio	1.62	2008
Serafina	Torpedo	20	1.00	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.01	2008
SPRAY	Torpedo con alas	1500	0.26	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.08	2008
SOX 1	Doble Torpedo	500	3.00	UUV	Investigación	Aluminio	0.34	2008
Taipan 2	Torpedo	100	1.80	AUV	Múltiples Misiones	Aluminio	0.07	2003
Tuna-Sand	Estructura abierta	1500	1.29	AUV	Investigación	Fibra de carbono	1.10	2005
Virginia Tech	Torpedo	100	2.30	AUV	Investigación	Aluminio	0.01	2007

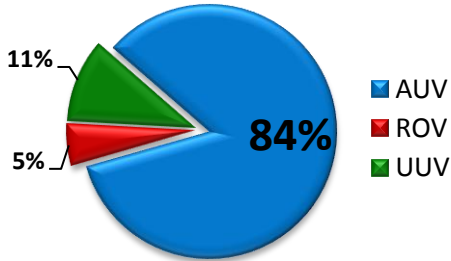


## 5.6 Análisis y Resultados del Estudio.

Después de haber vaciado la información de la muestra tomada, como se muestra en la tabla anterior pasamos a la realización de graficas, cruzando las características de esta forma analizaremos los datos y realizaremos observaciones a dichas graficas.

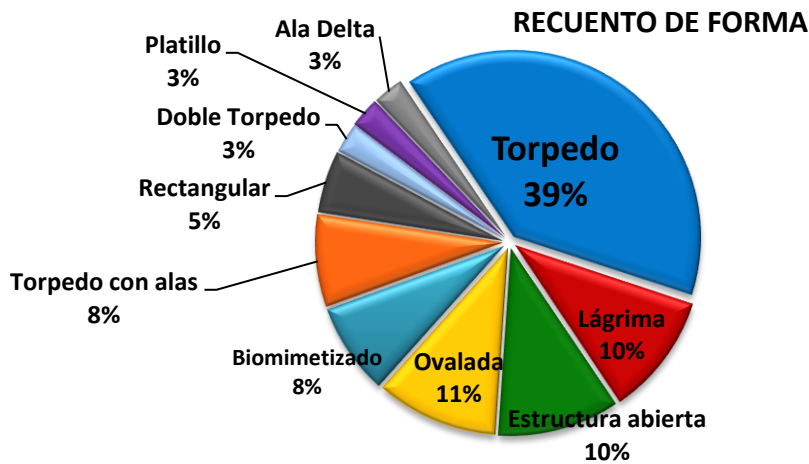
Se realizaran varios tipos de graficas, algunas de forma estadísticas para saber los totales o porcentajes a cada dato tomado en cuenta, el otro tipo de grafica será en las que cursaran 2 características o datos, así observaremos los resultados o tendencias arrojados referentes a la información expuesta.

**RECuento POR TIPO DE VEHICULO**



GRAFICA 1 - RECuento POR TIPO DE VEHICULO

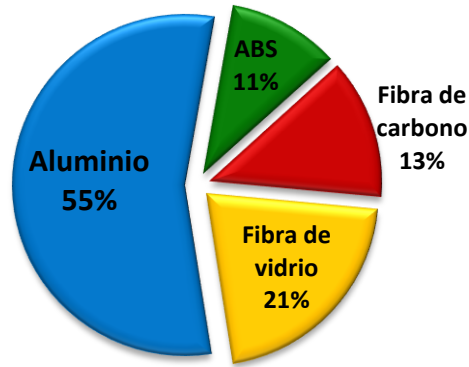
Con esta primer grafica (1), observamos que el 84% pertenece al tipo AUV, podemos decir que esto es porque las investigaciones van más centradas a estos vehículos, debido a su versatilidad, y características más amplias, es por esto que hemos centrado la investigación a AUV.



GRAFICA 2 - RECuento DE FORMA

Como dato obtenido a la realización de la grafica (2), tenemos que las formas más frecuentes son la de torpedo y los similares en forma como lo son lagrima y ovalada, también conforme a la investigación realizada, determinamos que ya sea por su fabricación, modularidad, fluodinámica y fácil manejo, es una forma muy recomendable para aplicar en el diseño de un UV.

### RECuento POR MATERIAL

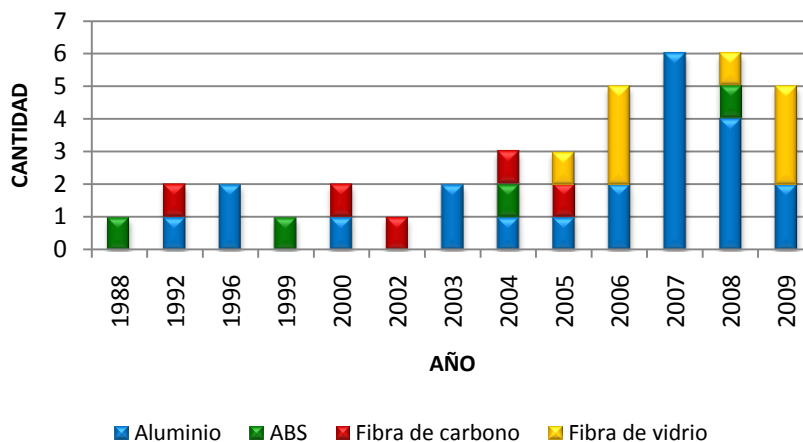


GRAFICA 3 - RECuento POR MATERIAL

Lo que se ve en esta grafica (3) es que si bien, los nuevos materiales han adquirido una gran importancia en la fabricación de UV's, el aluminio sigue siendo predominante por sus características de ligereza, resistencia, etc.

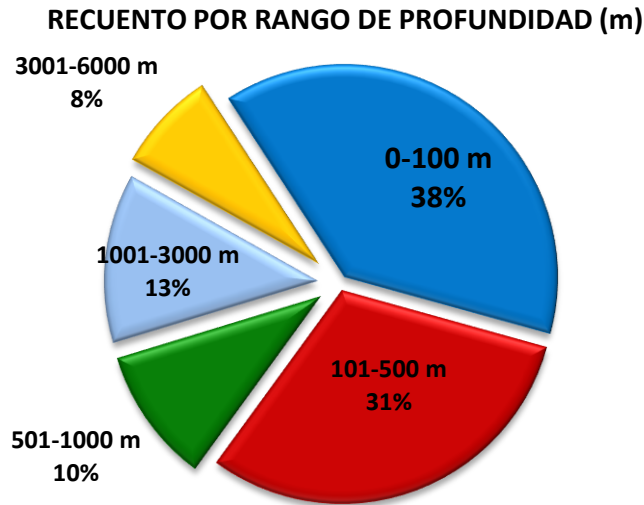
Es importante conocer el uso de estos materiales en el tiempo para poder observar su tendencia, es por esto que se realizo la siguiente grafica.

### USO DE MATERIALES POR AÑO



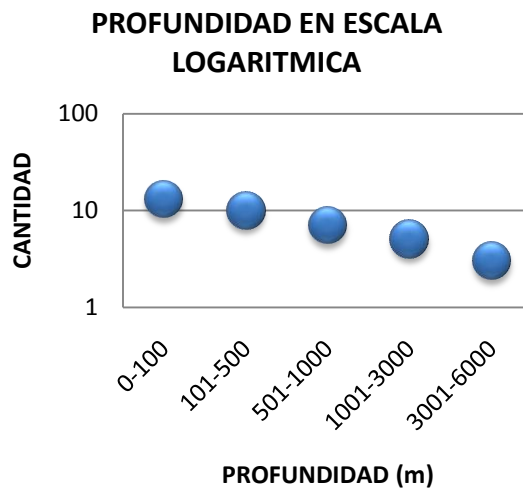
GRAFICA 4 - USO DE MATERIALES POR AÑO

(Grafica 4) Observamos que fibra de vidrio y la fibra de carbono, están alcanzando los niveles en uso del aluminio, con lo cual suponemos que son los materiales del futuro, esto seguirá en esta dirección a medida que se obtengan mejores características y propiedades para suplantar al aluminio. Resaltar que el metal y el no metal pueden tener una influencia distinta, en cuanto al nivel de afección en sensores o equipos de comunicación.



GRAFICA 5 - RECuento POR RANGO DE PROFUNDIDAD

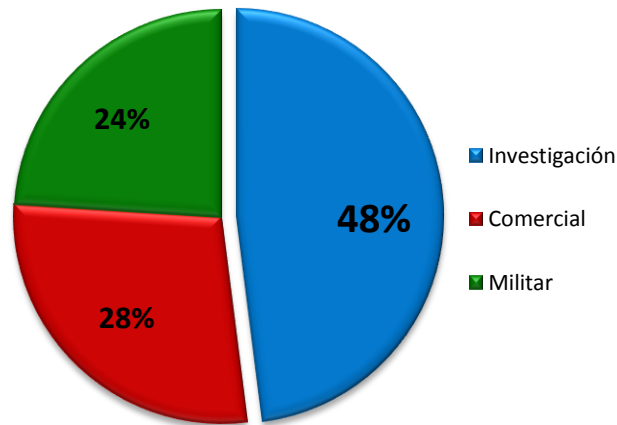
En esta grafica (5) de recuento se realizo en rangos de profundidad, de esta manera obtenemos que, el interés en pocas profundidades es mayor ya que existen muchos UV que trabajan a pocas profundidades y pocos en grandes profundidades. Suponemos que esto no es lineal si no que va distribuido de manera uniforme por rangos.



GRAFICA 6 - PROFUNDIDAD EN ESCALA LOGARITMICA.

Por lo anterior realizamos esta grafica (6), y confirmamos que existe una escala logarítmica.

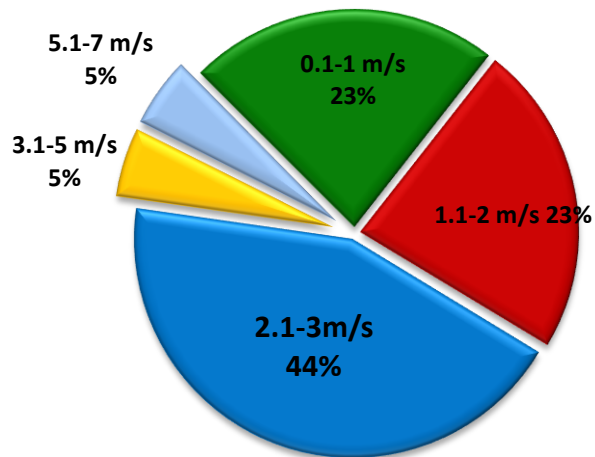
### RECuento POR MISIONES



GRAFICA 7 - RECuento POR MISIONES

A vista de esta grafica (7) tenemos que, más de un 60 % de UV están destinados a la investigación ya que como se menciona en el documento existe un mayor auge actual, aun que no es despreciable los otros porcentajes dedicados a el comercio y ámbito militar.

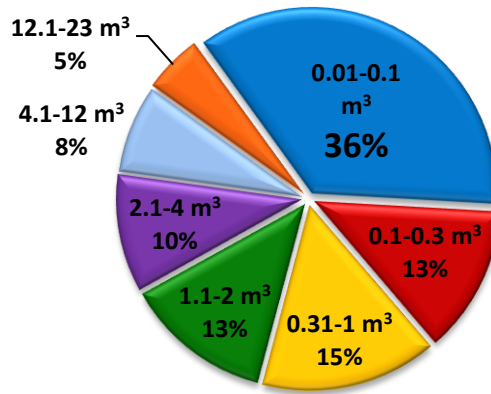
### RECuento POR RANGO DE VELOCIDAD (m/s)



GRAFICA 8 - RECuento POR RANGO DE VELOCIDAD

En esta grafica (8) de recuento de velocidades, observamos que la más frecuente es de entre los 2 y 3 m/s ya que es una velocidad intermedia, si juntamos 44% mas el 23% tenemos que 2/3 partes están en el rango 1 a 3 m/s, siendo esta las velocidades mas aplicadas.

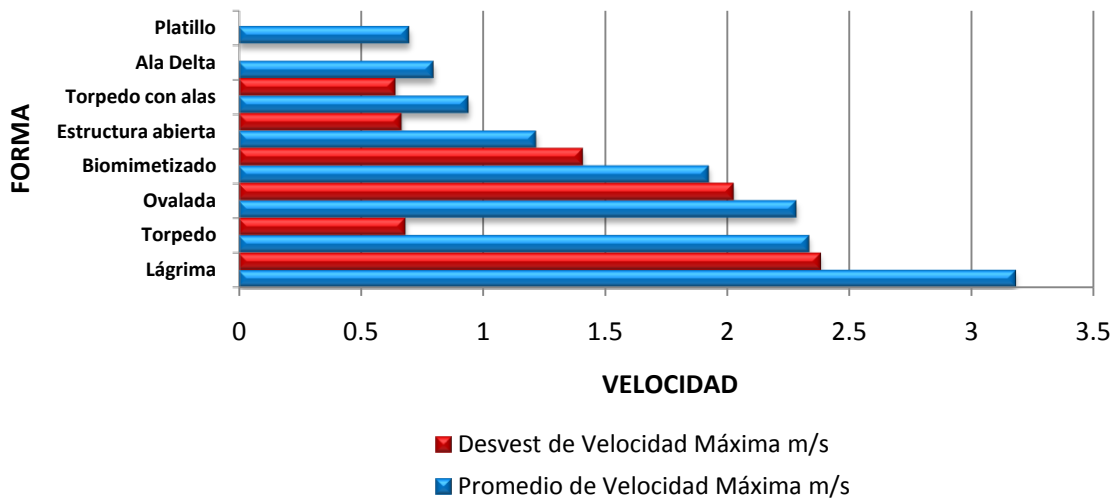
### RECuento DE TAMAÑO (m<sup>3</sup>)



GRAFICA 9 - RECuento DE TAMAÑO

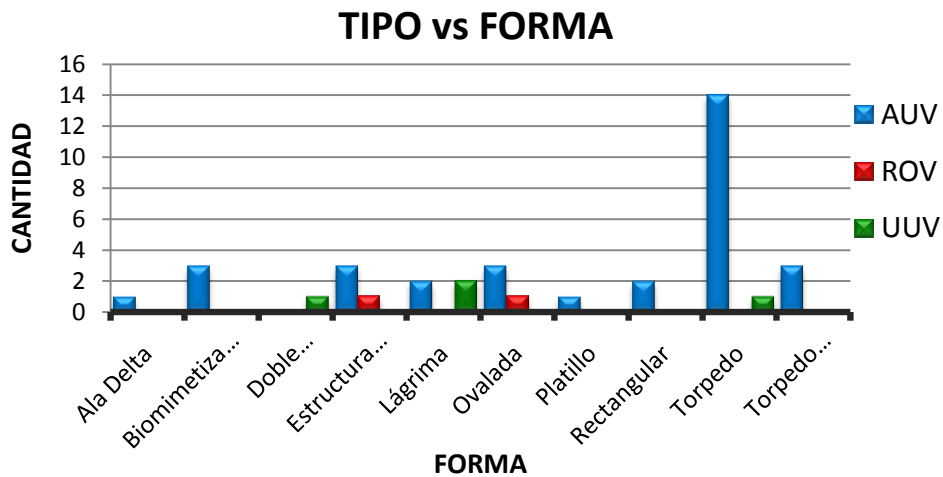
Se puede determinar al observar esta grafica (9), que existe un mayor número de prototipos pequeños ya que de 0.01 m<sup>3</sup> a 1 m<sup>3</sup> pertenecen a más del 60% de las muestras tomadas, esto tiene su paralelismo con la grafica (7), ya que en su mayoría son para investigación y en esto no se requieren grandes volúmenes. Es lógico decir que a medida que se ha evolucionado en la tecnología los sensores e instrumentaciones son cada vez más pequeños esto facilita la reducción de dimensiones en los prototipos.

### VELOCIDAD vs FORMA



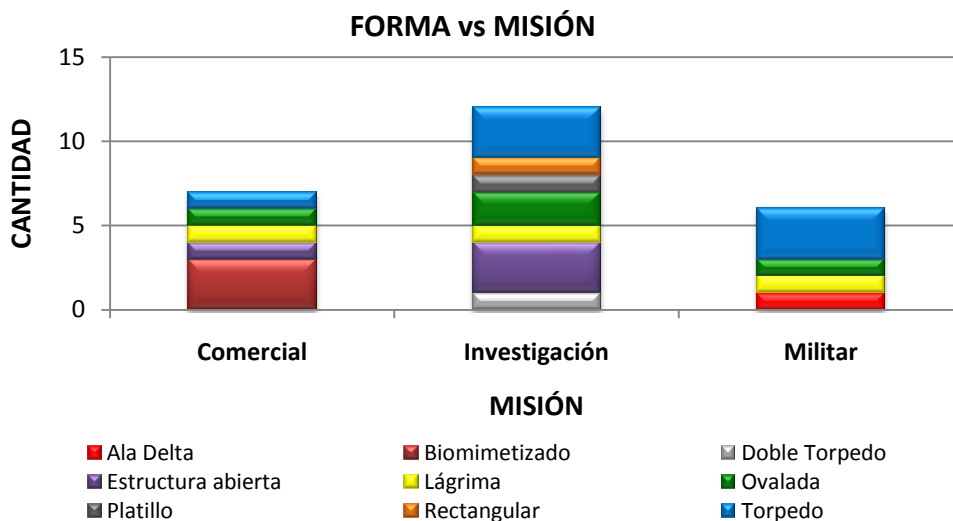
GRAFICA 10 - VELOCIDAD vs FORMA

En la grafica (10) anterior, contrastamos la velocidad contra las formas y es así como podemos determinar que lagrima, torpedo, ovalada son las que alcanzan mayores velocidades, a su vez platillo, estructura abierta, ala delta son los que ofrecen menores velocidades, esto nos hace pensar que es gracias a su debido a su fluodinámica.



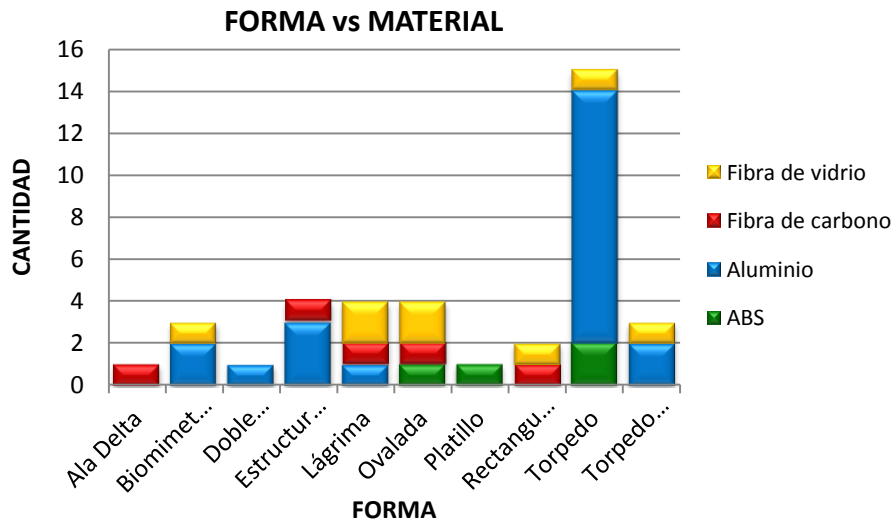
GRAFICA 11 - TIPO vs FORMA

El contraponer estos dos datos de UV's en esta grafica (11) observamos una vez más dos datos obtenidos en las graficas 1 y 2, que el torpedo y el AUV son los más comunes, podemos indicar varias observaciones, que los AUV son torpedos, así como los UUV son variaciones de torpedo ya que tienen bastante similitud.



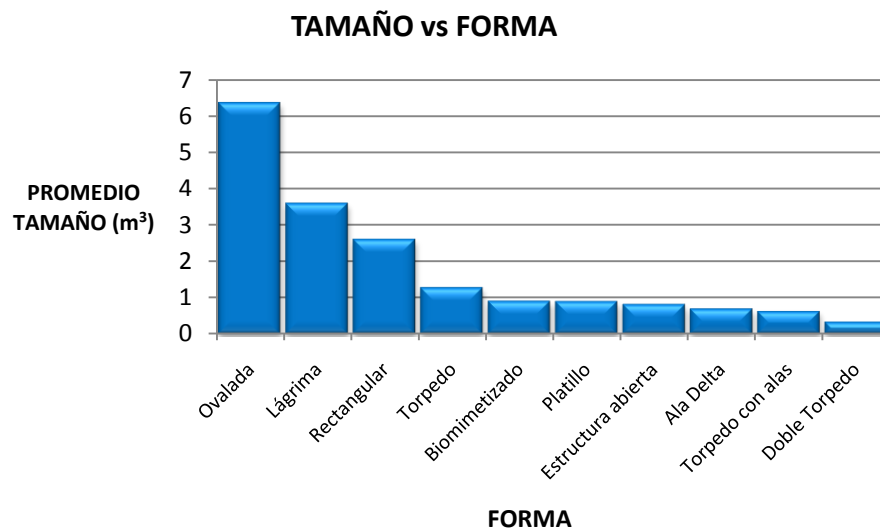
GRAFICA 12 - FORMA vs MISIÓN

En esta otra grafica (12) tenemos que, la forma torpedo se hace presente en todo tipo de misiones, así afirmamos una vez más su gran versatilidad, es la más frecuente en ámbitos militares y de investigación, al igual que la estructura abierta que es la que trabaja a grandes profundidades, como lo veremos en la grafica (15), mientras que en el área comercial observamos que muchos de ellos tienen aspectos lúdicos o más llamativos al cliente.



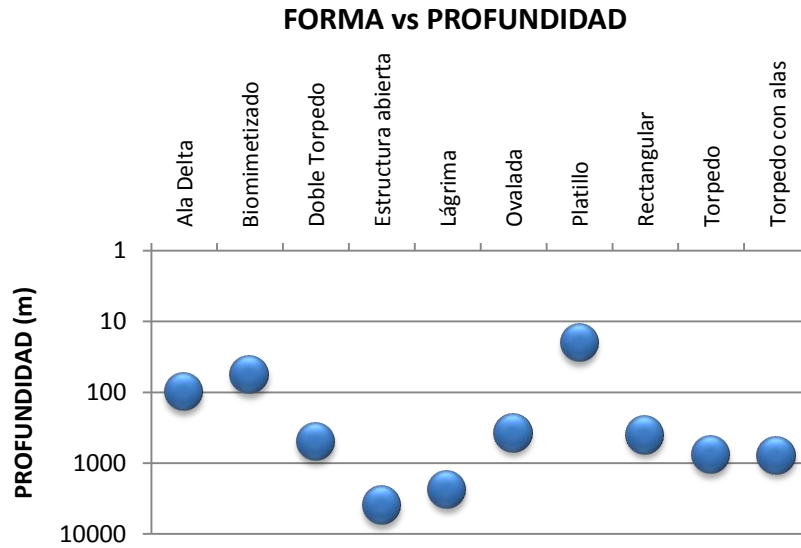
GRAFICA 13 - FORMA vs MATERIAL

Se aprecia en la grafica (13), que el aluminio como material se hace presente en casi todas las formas existentes de la muestra, de la misma manera tenemos que en la forma de torpedo es notablemente el más usado, también se detecta que las dos tipos de fibras son más frecuentes en formas distintas a un cilindro, como lo es lagrima, ovalado, etc. ya que se adaptan mejor tomando en cuenta el proceso de fabricación, con lo cual concluimos que el material a usar para la fabricación depende de la forma.



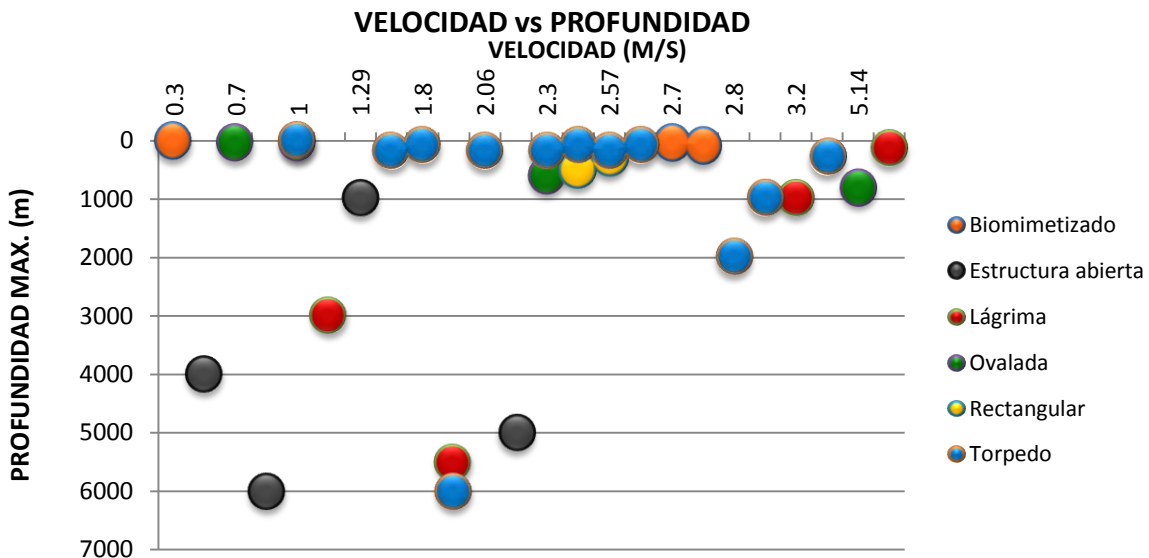
GRAFICA 14 - TAMAÑO vs FORMA

Aquí, grafica (14), se destaca que las formas ovaladas o tipo lágrima se asocian a grandes volúmenes y teniendo que torpedo en volúmenes intermedios.



GRAFICA 15 – FORMA vs PROFUNDIDAD

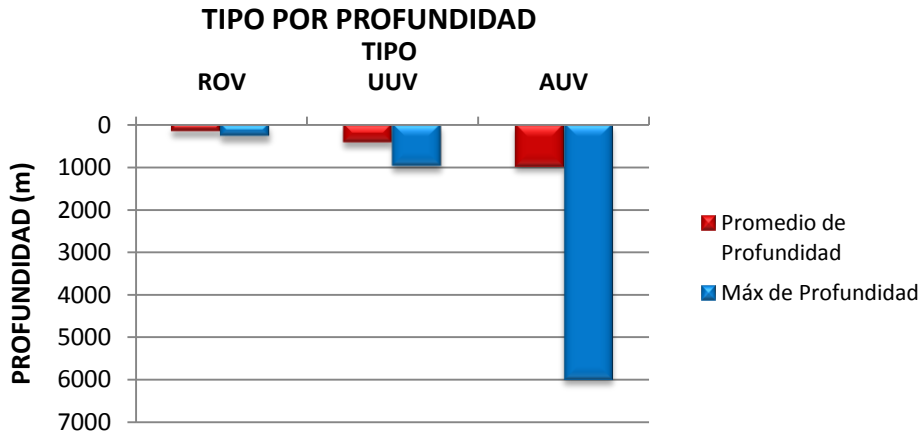
A la vista de esta grafica (15) da la impresión que Biomimetizado y Platillo trabajan a pocas profundidades, así como también podemos mencionar que el tipo lagrima y estructura abierta son los que trabajan o pueden alcanzar mayores profundidades.



GRAFICA 16 - VELOCIDAD vs PROFUNDIDAD

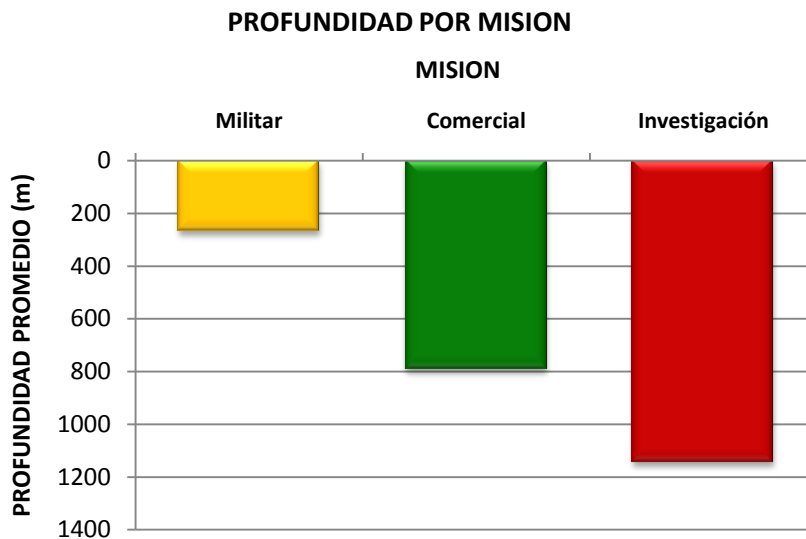
Observando la grafica (16), podemos mencionar que los UV que trabajan a mayores profundidades tienen velocidades intermedias y en su mayoría son estructura abierta, o en forma de lágrima, mientras que en profundidades pequeñas, la velocidad varía constantemente es decir no se caracteriza por cierto valor.





GRAFICA 17 - TIPO POR PROFUNDIDAD

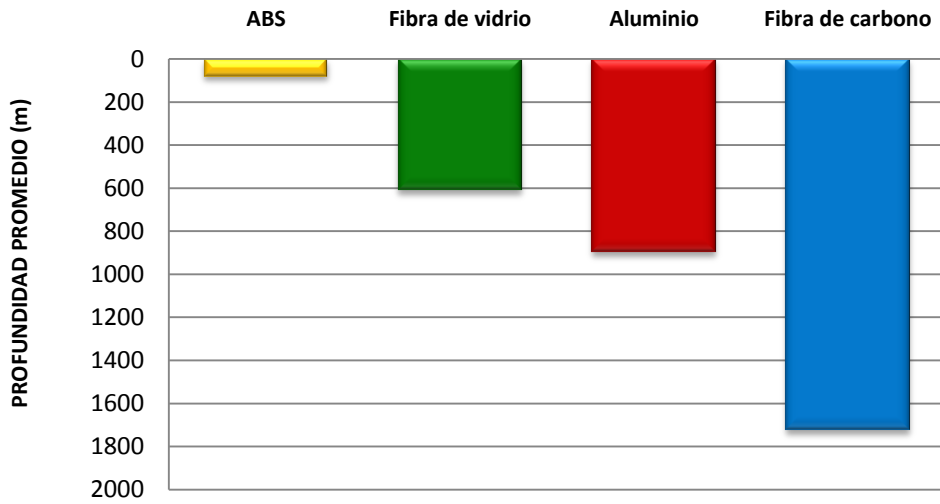
Los datos que nos revela la grafica (17), es que los AUV son los que alcanzan mayor profundidad y resaltando algo que era de imaginarse, los ROV como son enlazados son los que trabajan a menores profundidades ya que esto limita su maniobrabilidad y alcance.



GRAFICA 18 - PROFUNDIDAD POR MISION

Al analizar la profundidad que se maneja en cada tipo de misión como observamos en esta grafica (18), podemos decir que las profundidades en misiones de investigación tienen mayor amplitud ya que existe información requerida en los diferentes rangos de profundidad, es decir datos que se obtienen desde el nivel del mar hasta profundidades muy grandes, seguido de las misiones de tipo comercial, son profundidades muy variables ya que se maneja desde el nivel del mar, como puede ser la inspección de una red de pesca, hasta grandes profundidades como inspecciones de cableados submarinos o perforaciones petroleras. Y por último en el área Militar, podemos decir que se trabaja a pocas profundidades, ya que la mayoría de las actividades afectan áreas a nivel del mar como lo son las de vigilancia costera, rastreo de naves, etc.

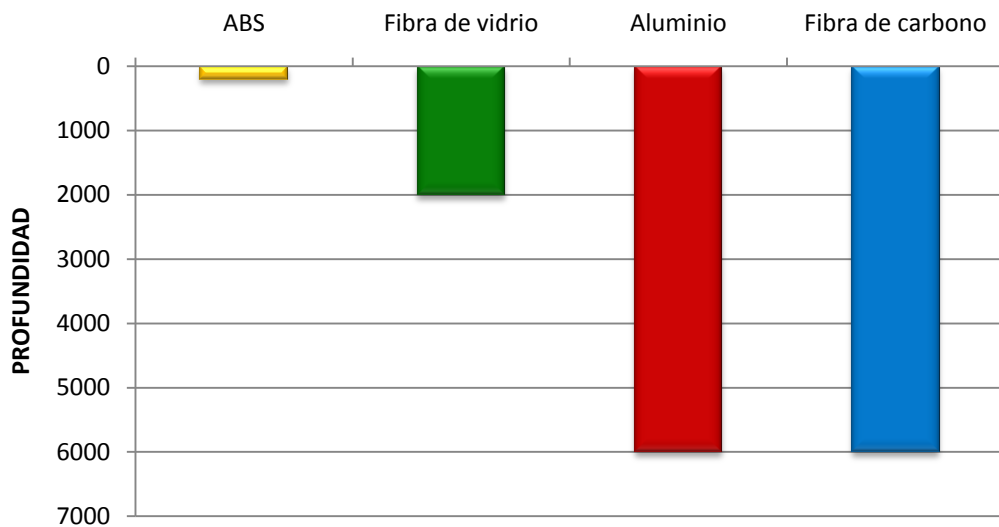
### PROMEDIO DE PROFUNDIDAD POR MATERIAL



GRAFICA 19 - PROMEDIO DE PROFUNDIDAD POR MATERIAL

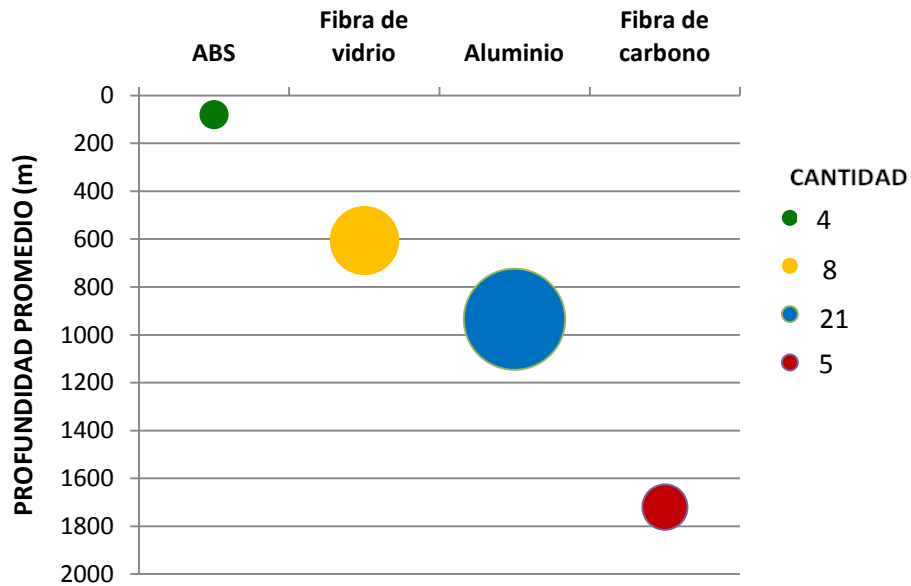
A continuación se realizaron tres graficas (19), (20) y (21) referentes a el material usado en los diferentes rangos de profundidad promedio, profundidad máxima y cantidad de UV por material.

### PROFUNDIDAD MAXIMA (m)



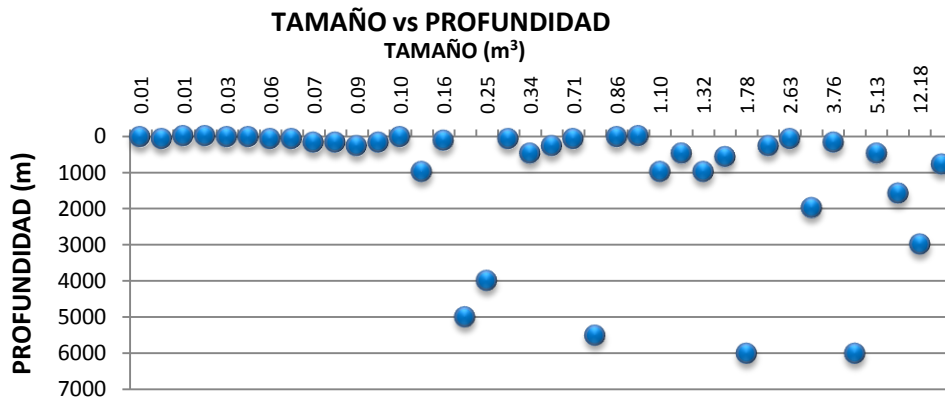
GRAFICA 20 - PROFUNDIDAD MAXIMA

## MATERIAL vs PROFUNDIDAD



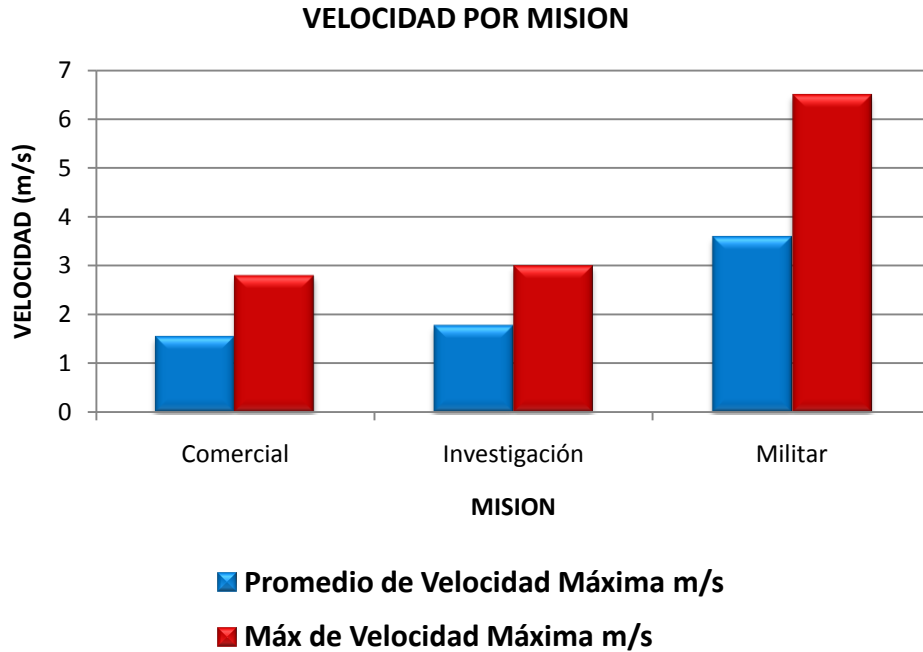
GRAFICA 21 - MATERIAL vs PROFUNDIDAD

Como ya se menciona, en esta grafica (21) y las otras anteriores tenemos que el más frecuente es el aluminio trabajando a profundidades intermedias, el plástico y fibra de vidrio desempeñando tareas poca profundidad, teniendo 4 en ABS y 8 en Fibra de vidrio, mientras que la fibra de carbono a trabaja a grandes profundidades y teniendo 5 UV's.



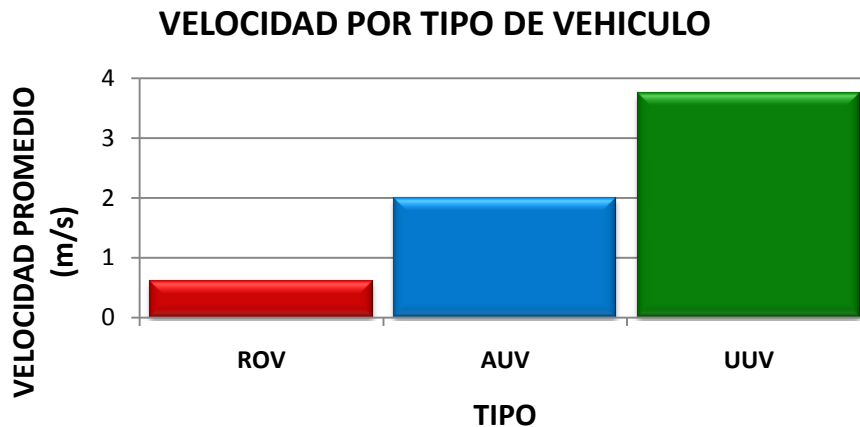
GRAFICA 22 - TAMAÑO vs PROFUNDIDAD

En esta otra grafica (22) de profundidad contrastada con el tamaño del UV, podemos decir que a pocas profundidades se desarrollan un gran número de prototipos pequeños, que se caracterizan por tener bajo coste de fabricación, no requieren una de mucha estanqueidad y pueden realizar una gran variedad de tareas y también debemos resaltar que para aguas profundas las dimensiones aumentan, por varios factores como lo pueden ser la cantidad de instrumentación dentro del UV o espesores mayores para mejorar la resistencia a la presión.



GRAFICA 23 - VELOCIDAD POR MISION

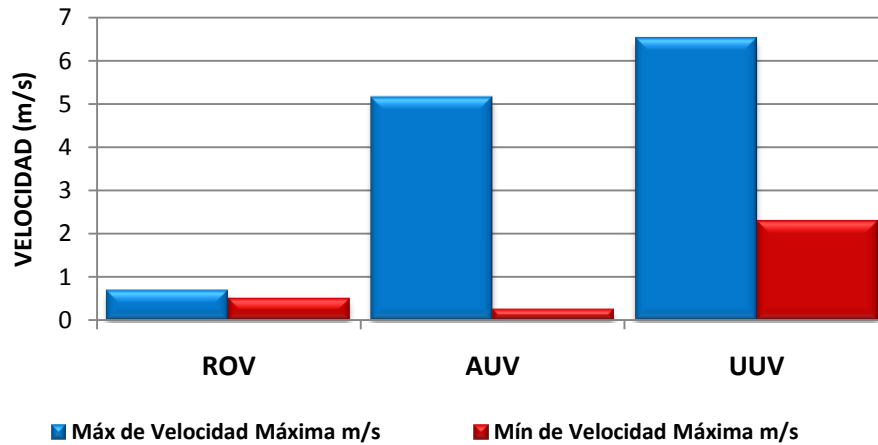
Aquí (grafica 22) observamos las velocidades en los tipos de misión, podemos definir que en las misiones de investigación y comerciales la velocidad es muy parecida, ya que realizan tareas en las que se requiere una velocidad estándar, por otra parte tenemos que en las misiones militares se requieren mayores velocidades ya que muchas veces se necesitan intervenciones más rápidas, como se puede necesitar en las misiones de rescate y búsqueda, detección de minas o vigilancia costera.



GRAFICA 24 - VELOCIDAD POR TIPO DE VEHICULO

Al igual que en la grafica (17) en esta grafica (24), el ROV es el que desarrolla menores velocidades debido a la limitación del cable umbilical.

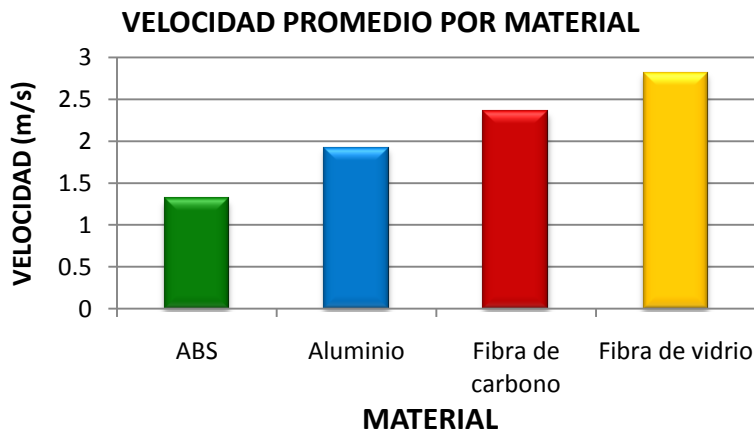
### VELOCIDAD MAX. - MIN. POR TIPO DE VEHICULO



GRAFICA 25 - VELOCIDAD MAX. - MIN. POR TIPO DE VEHICULO

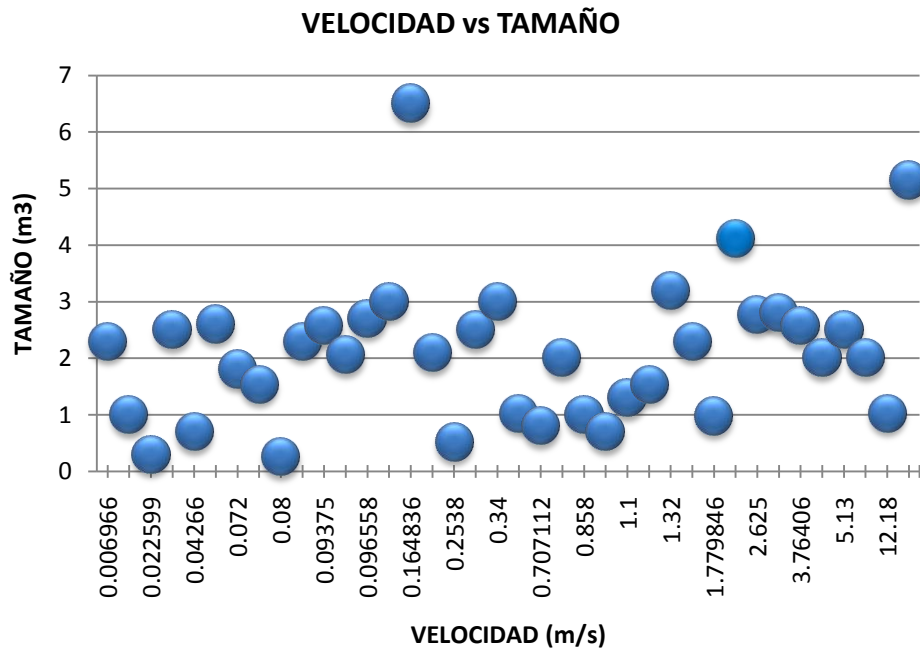
La información que nos arroja esta grafica (25) era algo esperado, después de ver la grafica (24) ya que al igual que la profundidad comparada con el tipo de vehículo la velocidad se ve afectada por el cordón umbilical ya que esto le genera limitaciones en cuanto a generar mayores velocidades.

Mientras que los AUV y los UUV tienen una velocidad promedio de entre los 2 y 3.5 m/s siendo estos mucho más rápidos por sus grados de libertad.



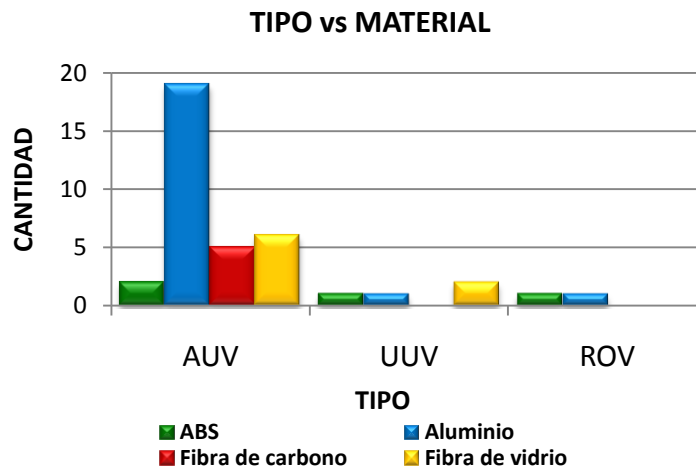
GRAFICA 26 - VELOCIDAD PROMEDIO POR MATERIAL

Es claro como lo muestra esta grafica (26), que a menor profundidad mayor velocidad, esto lo decimos ya que la fibra de vidrio trabaja a menores profundidades pero alcanza las mayores velocidades.



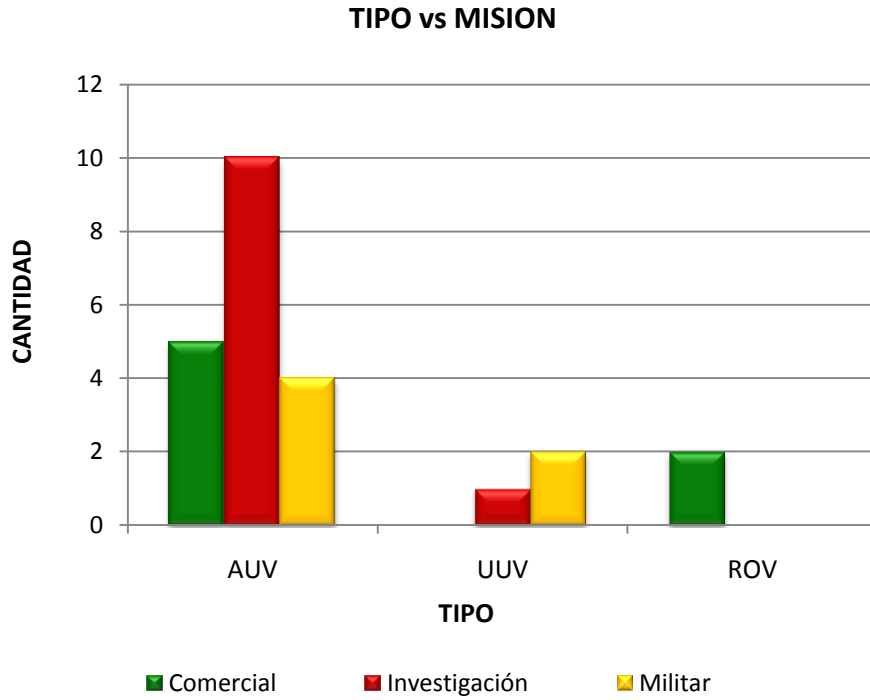
GRAFICA 27 - VELOCIDAD vs TAMAÑO

En la grafica (27) no se observa ninguna relación entre velocidad y tamaño, hay una distribución y parámetros similares en todos los rangos de profundidades. Podemos resaltar una leve tendencia a mayor tamaño con mayor velocidad. A pesar del aumento de tamaño la velocidad no cambia drásticamente.



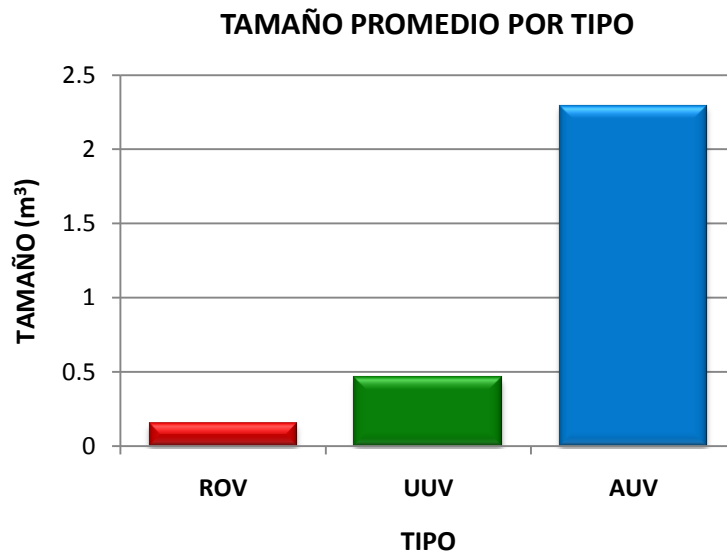
GRAFICA 28 - TIPO vs MATERIAL

En esta gráfica (28) tenemos que el material por tipo al igual que en otras graficas el aluminio es el que más se usa y siendo de tipo AUV.



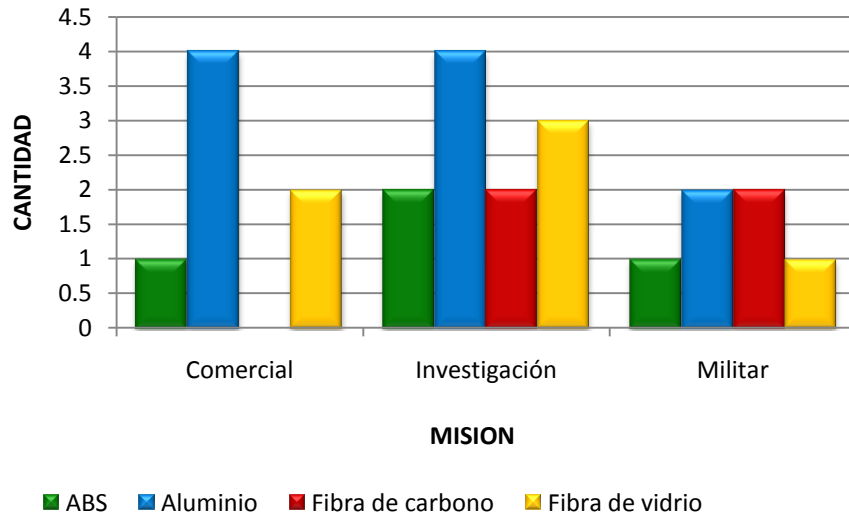
GRAFICA 29 - TIPO vs MISION

Al igual que en la grafica anterior, en esta contrastamos el tipo de UV con la misión que desarrolla, ya que en AUV existe una predominación, tenemos que se realizan los tres tipos de misiones.



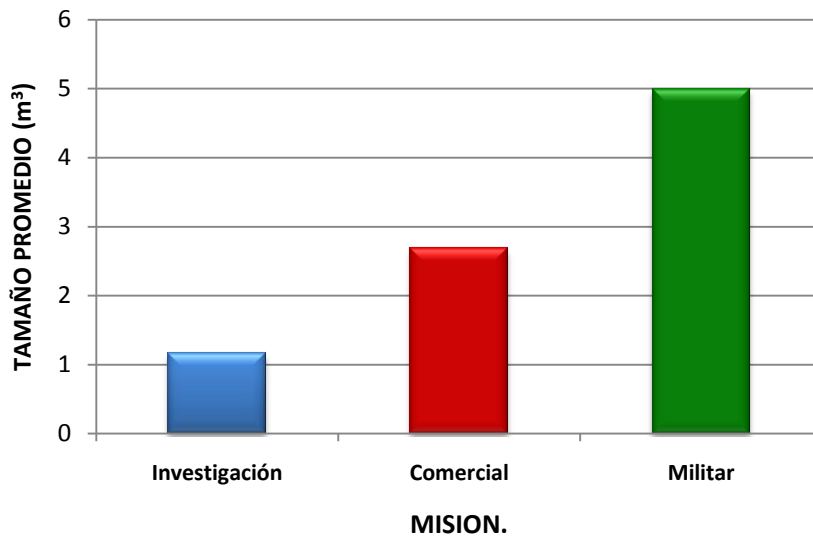
GRAFICA 30 - TAMAÑO PROMEDIO POR TIPO

### MISION vs MATERIAL



GRAFICA 31 - MISION vs. MATERIAL

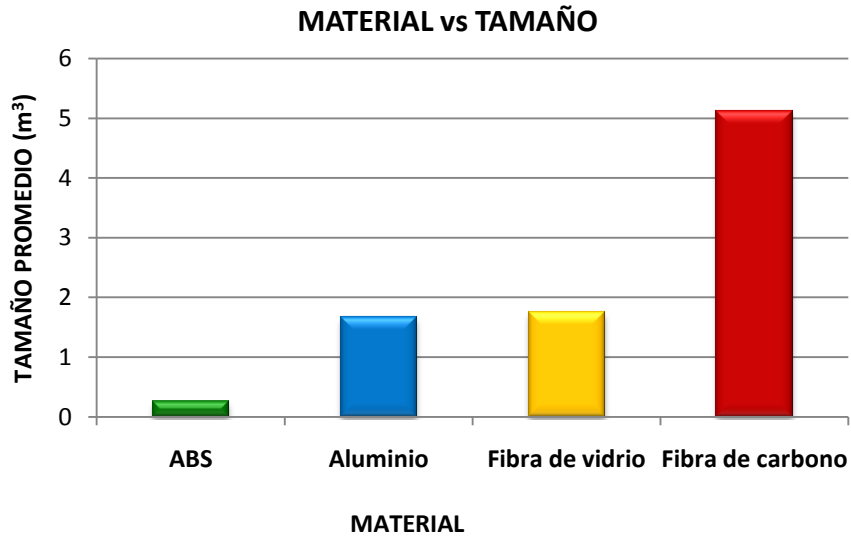
### MISION vs TAMAÑO



GRAFICA 32 - MISION vs TAMAÑO

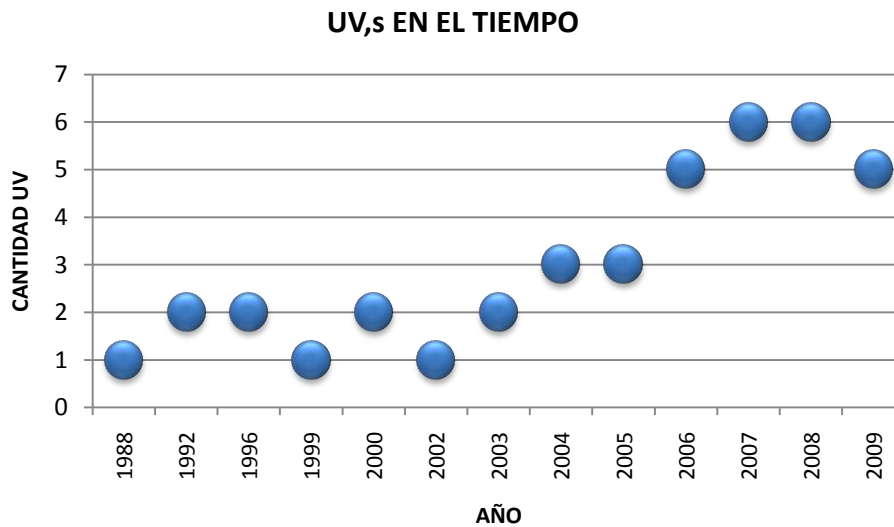
En esta grafica (32) tenemos que los UV de mayor tamaño son destinados a misiones militares y como anteriormente resaltamos son los que alcanzan mayores velocidades.





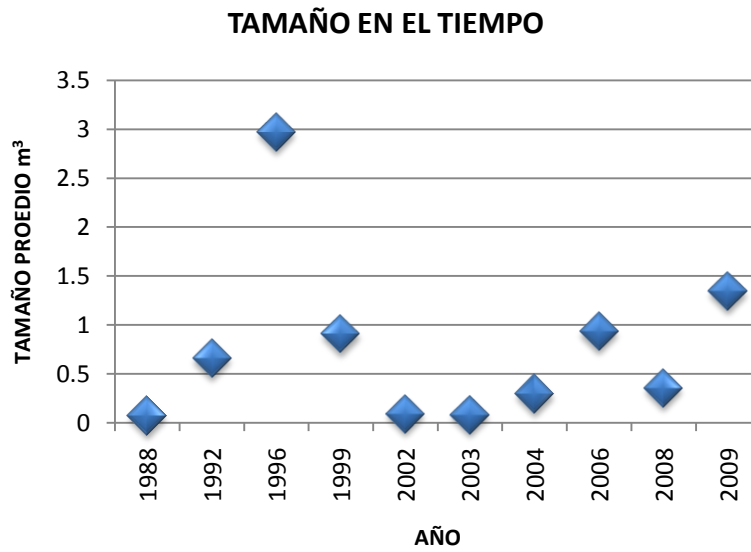
GRAFICA 33 - MATERIAL vs TAMAÑO

Así como se mostro en la grafica (4), la tendencia de los materiales en el tiempo, aquí se muestran otras cuantas graficas que toman en cuenta el año de fabricación, con respecto al total de la muestra, así como también el volumen de los prototipos y determinaremos comportamientos o tendencias a lo largo del tiempo.



GRAFICA 34 – UV's EN EL TIEMPO

En esta grafica (34) podemos ver el incremento en los últimos años en el desarrollo de UV. Como se había mencionado en el capítulo de la actualidad de los AUV, estamos en una época de auge para estas tecnologías puesto que se toman en cuenta como recursos viables para las empresas.



GRAFICA 35 - TAMAÑO EN EL TIEMPO

En esta última gráfica (35) se trato de identificar si el tamaño ha ido reduciendo conforme el paso del tiempo pero esto sigue sin tener una tendencia visible.

## 6 CONCLUSIONES.

Basándonos en los resultados arrojados por el estudio, y aunado a la investigación realizada, podemos determinar varios aspectos en cuanto a vehículos submarinos se refiere. Hemos observado que cada vez aumenta el interés en el desarrollo de este tipo de tecnologías ya que se han hecho una opción comercialmente viable y de gran utilidad. (Gráfica 34)

De esta forma también podemos establecer criterios de diseño y fabricación en cuanto a las 7 características de clasificación analizadas, las cuales son:

- Tipo de vehículo
- Forma
- Misión
- Profundidad
- Material
- Velocidad
- Tamaño

En primer lugar podemos hablar de la elección del **Tipo de Vehículo** Submarino si lo que queremos tener es un sistema versátil y autónomo capaz de realizar diferentes tipos de misiones (gráfica 29), debemos elegir un AUV - **Autonomous Underwater Vehicle** debido a sus amplias características y en los que se ha mostrado más interés por parte de desarrolladores (gráfica 1). También cabe mencionar que otra de las características favorables es que pueden trabajar desde nivel del mar hasta los 6000 m. de **Profundidad** (gráfica 17).

Como segundo requerimiento tenemos la **Forma**, de acuerdo a los resultados del estudio la más aconsejable es **Torpedo**, puesto que el AUV se beneficiaría (gráfica 11) en diferentes aspectos como lo pueden ser la **Velocidad** (gráfica 10), reduciría y facilitaría su coste de fabricación debido a la sencillez que tiene esta forma. La forma torpedo permite una fabricación modular, con la que se consigue implementar los dispositivos necesarios para misiones específicas, haciendo esto que sea utilizado en múltiples misiones, siendo las más frecuentes ámbitos militares y de investigación (gráfica 12). Así como también la forma torpedo hace referencia a volúmenes intermedios (gráfica 14).

Después pasaríamos a la elección del **Material** como observamos en la gráfica (13) la forma torpedo está muy relacionada al **Aluminio** gracias a sus características de ligereza, resistencia, propiedades mecánicas y también porque trabaja en todo tipo de profundidades (gráfica 20) y esta sería una buena elección, sin embargo notamos cierta tendencia en el transcurso de los años por el uso de **Fibras** en la fabricación de los AUV (gráfica 4). Cabe resaltar que los materiales metálicos pueden tener una influencia negativa, en cuanto al nivel de interferencia en el funcionamiento de sensores o equipos de comunicación, esto abriría la opción de combinar distintos materiales entre ellos fibras.

Podemos determinar que es más adecuado fabricar un AUV de **Tamaño** reducido (gráfica 9), ya que facilitaría su transporte, maniobrabilidad, y también reduciríamos costes en fabricación, esto tiene su paralelismo con la gráfica (7), ya que la mayoría de los AUV pequeños son destinados a la investigación científica.

## 7 BIBLIOGRAFIA.

- [1] D. Richard Blidberg, *The Development of Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*; Proyecto de investigación del Autonomous Undersea Systems Institute, Lee New Hampshire, USA
- [2] BASE DE DATOS AUVAC. <http://auvac.org/resources/search/>
- [3] The AUVSI Foundation - Association for Unmanned Vehicle Systems International <http://www.auvsifoundation.org/AUVSI/FOUNDATION/Competitions/Default.aspx>
- [4] Blidberg, D.R., Jalbert, J.C., and Ageev, M.D., 1998 **AUSI** (Autonomous Undersea Systems Institute) International Advanced Robotics Program <http://ausi.org/research/sauv/>
- [5] Antonio Galo Ruiz Ortega, Diseño de un Sistema autónomo para un Vehículo Submarino, Proyecto fin de Carrera. Ingeniería Electrónica. Universidad Politécnica de Cataluña.
- [6] Autonomous Underwater Vehicles <http://www.transit-port.net/Lists/AUVs.html>
- [7] Proyecto AIRSUB por la Universidad de Girona, UPC, Universidad de Barcelona. <http://eia.udg.es/~pere/airsub/descargas/presentaciones/Martech05Presentaci%C3%B3n>
- [8] ROV BLEEPER SPORT, Empresa PARENTESIS, Barcelona. <http://www.praentesis.com/esp/blesport.htm>
- [9] GAVIA, Empresa Hafmynd, Islandia, <http://www.gavia.is/>
- [10] NOAA National Oceanic And Atmospheric Administration AUVS <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/08auvfest/background/auvs/auvs.html>
- [11] EurOcean\_UV (EUROPEAN UNDERWATER VEHICLES INFOBASE): <http://www.uvinfobase.eurocean.org/index.jsp>
- [12] AUVAC Autonomous Underwater Vehicle Application Center, programa del Autonomous Undersea Systems Institute. <http://auvac.org/resources/search/>
- [13] P.Ridao, G.Oliver, A.Montferrer, Robot Autónomo para la inspección de presas, Proyecto final de carrera, Universitat de Girona, 2003
- [14] Gabriel Oliver, Alberto Ortiz, Javier Antich, Guiado y Posicionado de un AUV para Inspección de Cables y Emisarios Submarinos, Proyecto de investigación de la Universitat de les Illes Balears

## 8 LISTADO DE GRAFICAS.

GRAFICA 1 - RECUENTO POR TIPO DE VEHICULO .....	41
GRAFICA 2 - RECUENTO DE FORMA .....	41
GRAFICA 3 - RECUENTO POR MATERIAL .....	42
GRAFICA 4 - USO DE MATERIALES POR AÑO.....	42
GRAFICA 5 - RECUENTO POR RANGO DE PROFUNDIDAD .....	43
GRAFICA 6 - PROFUNDIDAD EN ESCALA LOGARITMICA.....	43
GRAFICA 7 - RECUENTO POR MISIONES.....	44
GRAFICA 8 - RECUENTO POR RANGO DE VELOCIDAD.....	44
GRAFICA 9 - RECUENTO DE TAMAÑO .....	45
GRAFICA 10 - VELOCIDAD vs FORMA .....	45
GRAFICA 11 - TIPO vs FORMA .....	46
GRAFICA 12 - FORMA vs MISIÓN.....	46
GRAFICA 13 - FORMA vs MATERIAL .....	47
GRAFICA 14 - TAMAÑO vs FORMA.....	47
GRAFICA 15 – FORMA vs PROFUNDIDAD.....	48
GRAFICA 16 - VELOCIDAD vs PROFUNDIDAD .....	48
GRAFICA 17 - TIPO POR PROFUNDIDAD.....	49
GRAFICA 18 - PROFUNDIDAD POR MISION.....	49
GRAFICA 19 - PROMEDIO DE PROFUNDIDAD POR MATERIAL .....	50
GRAFICA 20 - PROFUNDIDAD MAXIMA.....	50
GRAFICA 21 - MATERIAL vs PROFUNDIDAD .....	51
GRAFICA 22 - TAMAÑO vs PROFUNDIDAD.....	51
GRAFICA 23 - VELOCIDAD POR MISION .....	52
GRAFICA 24 - VELOCIDAD POR TIPO DE VEHICULO .....	52
GRAFICA 25 - VELOCIDAD MAX. - MIN. POR TIPO DE VEHICULO.....	53
GRAFICA 26 - VELOCIDAD PROMEDIO POR MATERIAL .....	53
GRAFICA 27 - VELOCIDAD vs TAMAÑO .....	54
GRAFICA 28 - TIPO vs MATERIAL .....	54
GRAFICA 29 - TIPO vs MISION .....	55
GRAFICA 30 - TAMAÑO PROMEDIO POR TIPO.....	55
GRAFICA 31 - MISION vs MATERIAL .....	56
GRAFICA 32 - MISION vs TAMAÑO.....	56
GRAFICA 33 - MATERIAL vs TAMAÑO .....	57
GRAFICA 34 – UV’s EN EL TIEMPO .....	57
GRAFICA 35 - TAMAÑO EN EL TIEMPO .....	58

## **9 ANEXOS.**

### **1. INTERNATIONAL PROYECTS OF UNDERWATER ROBOTICS**

## 2. CATALOGO DE LA MUESTRA TOMADA PARA EL ESTUDIO