
Especificación de requisitos de software

Proyecto: ROV de Inspección Marina

Revisión 1.0



Diciembre del 2024

Instrucciones para el uso de este formato

Este formato es una plantilla tipo para documentos de requisitos del software.

Está basado y es conforme con el estándar IEEE Std 830-1998.

Las secciones que no se consideren aplicables al sistema descrito podrán de forma justificada indicarse como no aplicables (NA).

Notas:

Los textos en color azul son indicaciones que deben eliminarse y, en su caso, sustituirse por los contenidos descritos en cada apartado.

Los textos entre corchetes del tipo “[Inserte aquí el texto]” permiten la inclusión directa de texto con el color y estilo adecuado a la sección, al pulsar sobre ellos con el puntero del ratón.

Los títulos y subtítulos de cada apartado están definidos como estilos de MS Word, de forma que su numeración consecutiva se genera automáticamente según se trate de estilos “Titulo1, Titulo2 y Titulo3”.

La sangría de los textos dentro de cada apartado se genera automáticamente al pulsar Intro al final de la línea de título. (Estilos Normal indentado1, Normal indentado 2 y Normal indentado 3).

El índice del documento es una tabla de contenido que MS Word actualiza tomando como criterio los títulos del documento.

Una vez terminada su redacción debe indicarse a Word que actualice todo su contenido para reflejar el contenido definitivo.

De la plantilla de formato del documento © & Coloriuris <http://www.qualitatis.org>
.

Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. calidad.
7/12/2024	1.0	Juan Gutierrez	Juan Gutierrez

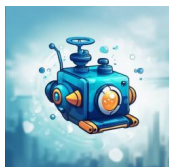
Documento validado por las partes en fecha: 7/12/2024

Por el cliente	Por la empresa suministradora
ANAMAR	AcuaticsRov
Fdo. D./ Dña Sra. Anamar	Fdo. D./Dña Sr. Gabriel

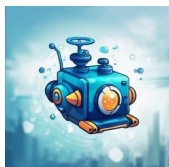


Contenido

FICHA DEL DOCUMENTO	5
CONTENIDO	6
1 INTRODUCCIÓN	8
1.1 Propósito	8
1.2 Alcance	8
1.3 Personal involucrado	9
1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	10
1.5 Referencias	10
1.6 Resumen	10
2 DESCRIPCIÓN GENERAL	11
2.1 Perspectiva del producto	11
2.2 Funcionalidad del producto	12
2.3 Características de los usuarios	13
2.4 Restricciones	13
2.5 Suposiciones y dependencias	15
2.6 Evolución previsible del sistema	16
3 REQUISITOS ESPECÍFICOS	18
3.1 Requisitos comunes de los interfaces	19
3.1.1 Interfaces de usuario	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2 Interfaces de hardware	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3 Interfaces de software	¡Error! Marcador no definido.
3.1.4 Interfaces de comunicación	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Requisitos funcionales	21
3.2.1 Requisito funcional 1	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Requisito funcional 2	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3 Requisito funcional 3	¡Error! Marcador no definido.



3.2.4	Requisito funcional n	¡Error! Marcador no definido.
3.3	Requisitos no funcionales	22
3.3.1	Requisitos de rendimiento	22
3.3.2	Seguridad	24
3.3.3	Fiabilidad	24
3.3.4	Disponibilidad	25
3.3.5	Mantenibilidad	26
3.3.6	Portabilidad	26
3.4	Otros requisitos	27
4	APÉNDICES	27



1 Introducción

El presente documento tiene como objetivo definir los requisitos de software para el proyecto "**Inspección Submarina ROV**", que consiste en el desarrollo de un vehículo operado remotamente (ROV) destinado a la inspección y monitoreo de la flora y fauna de las costas. Este ROV se utilizará principalmente en ambientes marinos para realizar estudios ecológicos, supervisión ambiental y exploración subacuática de manera eficiente y segura.

El sistema estará compuesto por una plataforma flotante, un conjunto de cámaras y sensores, y un sistema de propulsión para facilitar la movilidad en el agua. A través de este ROV, los operadores podrán obtener imágenes en tiempo real y datos relacionados con las condiciones del agua y los ecosistemas submarinos, lo que permitirá la toma de decisiones informadas y rápidas.

Este documento describe los requisitos específicos para el desarrollo del software que controlará las funcionalidades del ROV, incluyendo la transmisión en vivo de imágenes, la navegación remota y autónoma, así como la integración de sensores ambientales.

1.1 Propósito

El propósito de este documento es especificar los requisitos del software para el desarrollo de un vehículo operado remotamente (ROV) diseñado para la inspección de la flora y fauna submarina en las costas. Este ROV tiene como objetivo facilitar la monitorización ambiental y la recolección de datos en áreas inaccesibles para humanos, proporcionando imágenes en vivo y datos sensoriales sobre las condiciones del entorno marino.

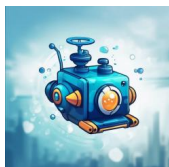
El software debe permitir al usuario controlar el ROV, visualizar el video en tiempo real, procesar y registrar los datos de los sensores ambientales (como profundidad, temperatura y salinidad), y gestionar las trayectorias autónomas del ROV. La audiencia principal para este documento son los desarrolladores de software y los ingenieros responsables de la implementación y pruebas del sistema.

1.2 Alcance

El alcance de este proyecto abarca el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de software para el control y monitoreo de un vehículo operado remotamente (ROV) destinado a la inspección submarina de la flora y fauna en las costas. El sistema permitirá la transmisión en tiempo real de imágenes y datos de sensores, como temperatura, profundidad, y salinidad, desde el ROV hacia la estación de control.

El software cubrirá las siguientes funcionalidades:

- **Control remoto del ROV:** Permitir a los operadores controlar el movimiento del ROV en el agua, ajustando su dirección, velocidad y maniobrabilidad.
- **Transmisión de video en tiempo real:** Captura y transmisión de imágenes de alta calidad a la estación de control para inspección visual.
- **Monitoreo de sensores ambientales:** Gestión de los datos recogidos por los sensores del ROV, incluyendo su visualización y almacenamiento para análisis posterior.



- **Rutas autónomas del ROV:** Implementación de algoritmos de navegación que permitan al ROV seguir rutas predeterminadas para la exploración de áreas específicas.
- **Interfaz de usuario:** Desarrollo de una interfaz gráfica fácil de usar que permita a los operadores controlar el ROV y visualizar los datos en tiempo real.

Este software no incluirá la construcción física del ROV ni los componentes de hardware, como cámaras y sensores, los cuales serán proporcionados por otros equipos del proyecto. Además, el sistema no cubrirá aspectos de comunicación a larga distancia en aguas profundas (más allá de los límites operacionales del ROV) ni la integración con sistemas de control avanzados para navegación autónoma en alta mar.

1.3 Personal involucrado

Nombre	José Gabriel Peralta Pérez
Rol	Líder de proyecto, Encargado de diseño, impresión 3D y ensamble
Categoría profesional	Ingeniero en Metodología
Responsabilidades	Supervisar el diseño, implementación y pruebas del software del ROV.
Información de contacto	gabriel@gmail.com
Aprobación	5

Nombre	Moises Cordones
Rol	Ensamble, Programador y conexión eléctrica
Categoría profesional	Ingeniero eléctrico
Responsabilidades	Supervisar la instalación eléctrica así como también el diseño de los esquemáticos.
Información de contacto	moises@gmail.com
Aprobación	4

Nombre	Eden Suarez
Rol	Programador principal del funcionamiento de los motores, ensamble y conexión.
Categoría profesional	Programador Junior
Responsabilidades	Encargado del desarrollo del software.
Información de contacto	Eden@gmail.com
Aprobación	4

Nombre	Dariel Perez
Rol	Sistema de monitoreo mediante cámara y conexiones eléctricas



Categoría profesional	Ingeniero audiovisual
Responsabilidades	Supervizar todo lo relacionado con el apartado de multimedia.
Información de contacto	Daniel@gmail.com
Aprobación	4

1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

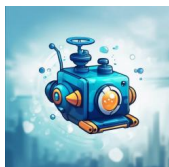
- **ROV:** Remotely Operated Vehicle (Vehículo Operado Remotamente).
- **GUI:** Graphical User Interface (Interfaz Gráfica de Usuario).
- **DOF:** Degrees of Freedom (Grados de Libertad).

1.5 Referencias

Referencia	Título	Ruta	Fecha	Autor
Ref. 1	IEEE Std 830-1998, "Standard for Software Requirements Specifications"		1998	IEEE
Ref. 2	Guía para el desarrollo de vehículos operados remotamente (ROV)		2020	John Doe
Ref. 3	Manual del ESP32-S3, "Espressif Systems"		2023	Espressif Systems
Ref. 4	Investigación sobre la flora y fauna marina en zonas costeras		2022	Dr. Jane Smith
Ref. 5	Especificación de protocolos de comunicación para ROVs submarinos		2021	Michael Johnson

1.6 Resumen

El presente documento describe la Especificación de Requisitos de Software (SRS) para el desarrollo de un sistema de software destinado al control y monitoreo de un vehículo operado remotamente (ROV) para inspección de la flora y fauna marina en las costas. El



sistema se desarrollará con el objetivo de facilitar el acceso a datos en tiempo real desde el ROV, proporcionando a los operadores una herramienta intuitiva para su control y el monitoreo ambiental.

Este software integrará funcionalidades como la transmisión de video en tiempo real, el monitoreo de sensores submarinos, el control remoto del ROV, y la planificación de rutas autónomas para la exploración de áreas específicas. El alcance del proyecto abarca únicamente el desarrollo del sistema de software y su interfaz de usuario, quedando fuera del alcance la fabricación del ROV y de los sensores.

El documento está organizado de acuerdo con el estándar IEEE 830-1998, y establece las bases para el diseño y desarrollo del software, especificando tanto los requisitos funcionales como los no funcionales. Además, incluye un análisis de las restricciones, su rendimiento esperado, y la seguridad necesaria para la protección de los datos. Los requisitos han sido definidos para cumplir con las expectativas de los usuarios, garantizando la eficacia y fiabilidad del sistema en ambientes marinos.

2 Descripción general

2.1 Perspectiva del producto

El producto a desarrollar es un sistema de software para el control y monitoreo de un vehículo operado remotamente (ROV) que será utilizado en la inspección de la flora y fauna marina en las costas. Este sistema será parte integral de un conjunto mayor que incluye el propio ROV, sensores de monitoreo ambiental y una plataforma de comunicación en tiempo real.

El software se compondrá de varias interfaces que permiten a los operadores controlar el ROV, visualizar imágenes y videos capturados por cámaras submarinas, y monitorear datos de sensores como temperatura, presión y salinidad del agua. El sistema también incluirá funcionalidades avanzadas para la planificación de rutas autónomas y la detección de áreas de interés a explorar, basadas en los parámetros ambientales recibidos.

Este sistema será independiente en términos de software, pero dependerá de la interacción con el hardware del ROV, los sensores y las plataformas de comunicación, para llevar a cabo su función. El ROV estará equipado con un conjunto de cámaras de alta definición y sensores especializados, que proporcionarán los datos necesarios para la visualización y análisis.

El software desarrollado tendrá la capacidad de ser escalado para ser utilizado con diferentes modelos de ROVs, y permitirá futuras actualizaciones para incorporar nuevos sensores y capacidades de comunicación. Además, el producto deberá ser adaptable a diferentes entornos operativos, como distintos sistemas operativos y plataformas de hardware, con el fin de garantizar su uso en una variedad de situaciones marítimas y geográficas.



El sistema será compatible con tecnologías inalámbricas para la transmisión de datos, y empleará protocolos de comunicación estándar para asegurar la fiabilidad de la transmisión de datos entre el ROV y el centro de control en tiempo real.

2.2 Funcionalidad del producto

El sistema de software que se desarrollará para el control y monitoreo del ROV cumplirá con una serie de funcionalidades esenciales que permitirán a los operadores gestionar las actividades de inspección submarina de manera eficiente y precisa. Las principales funcionalidades incluyen:

Control remoto del ROV:

- El sistema permitirá el control manual del ROV a través de una interfaz de usuario que estará disponible en tiempo real. Los operadores podrán controlar el movimiento del ROV (adelante, atrás, hacia arriba, hacia abajo, rotación) utilizando comandos de dirección y velocidad ajustables.

Transmisión de video en tiempo real:

- El sistema recibirá y mostrará en tiempo real el video capturado por las cámaras del ROV. Esta funcionalidad permitirá a los operadores observar el entorno submarino mientras el ROV realiza las inspecciones.
- Las imágenes y videos serán transmitidos con la mínima latencia posible para asegurar una experiencia fluida y continua durante la operación del ROV.

Monitoreo de datos de sensores:

- El sistema proporcionará una visualización en tiempo real de los datos obtenidos por los sensores del ROV, incluyendo temperatura del agua, profundidad, presión, salinidad y cualquier otro parámetro relevante para la inspección.
- Los operadores podrán acceder a gráficos y tablas para monitorear estos datos y analizar el entorno submarino.

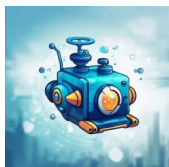
Planificación de rutas autónomas:

- El software permitirá a los operadores definir rutas de inspección preprogramadas para el ROV, utilizando mapas o coordenadas GPS.
- El ROV podrá seguir de manera autónoma estas rutas, ajustándose automáticamente en función de los datos de sensores para evitar obstáculos o áreas de riesgo.

Alertas y notificaciones:

- El sistema generará alertas automáticas en caso de detectar condiciones anormales o peligrosas, como la pérdida de señal, mal funcionamiento de los sensores o cambios bruscos en los parámetros ambientales que podrían comprometer la seguridad del ROV.
- Los operadores recibirán notificaciones para tomar decisiones informadas rápidamente.

Interfaz de usuario:



- El software incluirá una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar, accesible desde dispositivos como ordenadores o tablets.
- La GUI mostrará todos los controles, visualizaciones de video, información de sensores y alertas, asegurando que los operadores puedan gestionar el ROV de manera eficaz durante la operación.

Almacenamiento de datos:

- Todos los datos de video y los parámetros de sensores serán almacenados en tiempo real, permitiendo su posterior análisis y revisión. Los archivos de video y los informes de datos se podrán descargar o enviar para su procesamiento posterior.

Compatibilidad con otros dispositivos:

- El sistema de software será compatible con diferentes modelos de ROV y sensores de terceros, permitiendo la integración con equipos ya existentes en el campo.
- Además, será capaz de operar en diferentes plataformas de hardware y sistemas operativos para asegurar su versatilidad.

2.3 Características de los usuarios

Tipo de usuario	Investigadores marinos, técnicos en robotica.
Formación	Licenciatura en biología, ingenierica o experiencia técnica.
Habilidades	Uso de software de control y análisis de datos.
Actividades	Buceo, análisis de datos marinos, inspección marina y protección ambiental.

2.4 Restricciones

El desarrollo del sistema de control y monitoreo para el ROV está sujeto a diversas restricciones que deben ser consideradas durante el proceso de diseño y desarrollo del software. A continuación se detallan las principales restricciones:

Limitaciones de hardware:

- El ROV depende de componentes de hardware específicos, como sensores de presión, cámaras submarinas, y actuadores para su control. Estas limitaciones de hardware restringen la capacidad del software para interactuar con otros tipos de equipos no soportados por el hardware disponible.
- La autonomía del ROV estará limitada por la capacidad de la batería, lo que impone una restricción en la duración de las operaciones autónomas. El software debe estar diseñado para gestionar de manera eficiente el consumo energético y alertar al operador cuando la carga de la batería esté baja.

Rango de comunicación:

- El ROV operará en entornos submarinos donde las señales de radio y Wi-Fi son limitadas. Por lo tanto, el sistema de control remoto dependerá de tecnologías



como comunicación acústica o cables de datos, lo que impone restricciones en el alcance y la velocidad de transmisión de datos.

- La latencia de la comunicación será afectada por la distancia entre el ROV y el centro de control, lo que podría dificultar el control en tiempo real a largas distancias o en entornos muy profundos.

Condiciones ambientales:

- El sistema debe ser capaz de funcionar en condiciones adversas de temperatura, salinidad y presión bajo el agua. El software debe estar preparado para manejar datos imprecisos o erróneos provenientes de los sensores debido a las condiciones extremas del entorno submarino.
- La visibilidad del video y la calidad de la señal pueden verse afectadas por factores como la turbidez del agua, lo que podría limitar la calidad de las imágenes transmitidas al centro de control.

Requerimientos de procesamiento en tiempo real:

- El sistema debe garantizar que todas las operaciones del ROV, incluyendo el control del movimiento, la transmisión de video en tiempo real y la recopilación de datos, se realicen en tiempo real. Esto requiere un rendimiento mínimo de los dispositivos de procesamiento y almacenamiento, lo que puede generar restricciones en el tipo de componentes de hardware que se pueden utilizar.

Cumplimiento de normativas y regulaciones:

- El sistema de software debe cumplir con las normativas y regulaciones locales e internacionales sobre la operación de vehículos no tripulados en entornos submarinos, incluidas las relacionadas con la seguridad, el uso de frecuencias para la transmisión de datos, y las restricciones de operación en áreas protegidas o reguladas.

Interoperabilidad con otros sistemas:

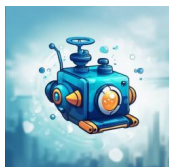
- Aunque el software está diseñado para ser compatible con equipos y sensores estándar, puede haber restricciones en cuanto a la interoperabilidad con sistemas específicos, especialmente aquellos de fabricantes diferentes que no hayan sido probados con el sistema.

Restricciones de tiempo de desarrollo:

- El proyecto de desarrollo del software está sujeto a un calendario de entrega que limita el tiempo disponible para realizar pruebas exhaustivas, lo que podría afectar la fase de depuración y optimización del sistema.

Limitaciones de presupuesto:

- El presupuesto asignado al proyecto establece restricciones en cuanto a la compra de hardware adicional, lo que puede afectar las opciones de sensores, cámaras y otros componentes que pueden ser utilizados.



2.5 Suposiciones y dependencias

En el desarrollo de este sistema de control y monitoreo para el ROV, se han identificado varias suposiciones y dependencias que pueden influir en la correcta ejecución y rendimiento del proyecto. A continuación se detallan las principales:

Suposiciones

Disponibilidad del hardware:

- Se asume que todos los componentes de hardware necesarios para el ROV (sensores, cámaras, motores, baterías, etc.) estarán disponibles en los tiempos previstos. Cualquier retraso en la adquisición de estos elementos puede afectar el cronograma del proyecto.

Conectividad en el entorno de prueba:

- Se asume que las condiciones de comunicación durante las pruebas serán adecuadas para realizar las pruebas de conectividad entre el ROV y la estación base. Esto incluye la disponibilidad de canales de comunicación como cables de datos o sistemas acústicos para el intercambio de información.

Condiciones ambientales estables:

- Se supone que las condiciones ambientales durante las pruebas del ROV serán dentro de los parámetros esperados (temperaturas moderadas, baja turbidez del agua y visibilidad adecuada). Cambios imprevistos en estas condiciones podrían afectar el rendimiento de los sensores y la calidad de las comunicaciones.

Disponibilidad de personal capacitado:

- Se supone que el personal encargado de la operación del ROV estará adecuadamente capacitado para manejar los sistemas y responder ante emergencias. Esto incluye conocimiento sobre la operación de los controles remotos y el manejo de situaciones en el mar.

Fiabilidad de los sensores:

- Se asume que los sensores del ROV (sensores de presión, cámaras, sonares) operarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante en condiciones normales de uso. Cualquier malfuncionamiento o degradación prematura de los sensores puede afectar la efectividad del ROV.

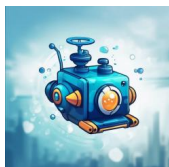
Dependencias

Dependencia del software de control:

- El funcionamiento del ROV depende de la integración exitosa de los distintos módulos de software, como los controladores de movimiento, la transmisión de video y la recolección de datos. El desarrollo de estos módulos debe ser coordinado para asegurar su compatibilidad.

Dependencia de la comunicación acústica:

- El sistema de comunicación del ROV depende de la tecnología de comunicación acústica para transmitir datos entre el ROV y la estación de control en entornos



submarinos. Esta dependencia implica que la calidad de la comunicación dependerá de las características del medio ambiente, como la profundidad y la turbidez del agua.

Dependencia de la infraestructura de carga:

- La autonomía del ROV está limitada por la capacidad de sus baterías. Por lo tanto, la disponibilidad de estaciones de carga adecuadas es crítica para las operaciones continuas, especialmente durante misiones largas o en áreas remotas.

Dependencia de las regulaciones locales:

- El uso del ROV en determinadas áreas puede depender de regulaciones locales o internacionales sobre la operación de vehículos no tripulados en aguas costeras. El cumplimiento con estas normativas es esencial para evitar interferencias con actividades pesqueras o científicas, o para cumplir con restricciones medioambientales.

Dependencia de la precisión de la localización GPS:

- La localización del ROV en la superficie del agua, cuando se realiza desde la estación base, depende de la señal GPS. Sin embargo, la precisión de la señal GPS puede verse afectada por factores como la obstrucción de la señal o el mal tiempo. Esto podría limitar la capacidad para rastrear el ROV en entornos de aguas profundas o áreas cerradas.

2.6 Evolución previsible del sistema

La evolución del sistema de ROV para la inspección de la flora y fauna costera puede implicar varias mejoras y expansiones a medida que avanzan las tecnologías y se desarrollan nuevas necesidades operativas. A continuación, se describen algunas de las posibles evoluciones previsibles del sistema:

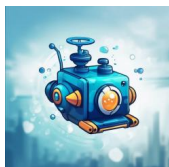
Mejora de la Autonomía y Durabilidad de la Batería:

- En futuras versiones del ROV, se espera incorporar baterías de mayor capacidad o tecnologías emergentes de baterías de ion de litio o incluso de grafeno. Esto aumentará la autonomía del ROV, permitiendo operaciones más largas sin necesidad de recarga y ampliando el alcance de las misiones en entornos remotos.

Expansión de la Capacidad de Sensores:

- Se prevé la adición de nuevos sensores para mejorar la capacidad de inspección y monitoreo. Entre los posibles avances se incluyen sensores de calidad del agua, medidores de contaminación, cámaras de alta definición con visión nocturna o cámaras térmicas, y sonares de alta resolución para una mejor visualización del entorno submarino en 3D.

Integración de Inteligencia Artificial (IA) y Procesamiento de Datos en Tiempo Real:



- A medida que avanza la inteligencia artificial, se podrá integrar software de IA para el procesamiento de imágenes y videos en tiempo real, lo que permitirá la identificación automática de especies marinas y el análisis de la calidad ambiental sin intervención humana. Esto facilitaría la toma de decisiones durante las misiones y mejoraría la eficiencia en la recolección de datos.

Implementación de Conectividad 5G o Redes Acústicas Avanzadas:

- Con el avance de las tecnologías de comunicación, se podría integrar conectividad 5G o incluso tecnologías avanzadas de comunicación acústica para mejorar la transmisión de datos entre el ROV y la estación base, permitiendo una mayor velocidad y mayor fiabilidad en la transferencia de datos en tiempo real, incluso en áreas con condiciones complejas.

Mejoras en la Resistencia y la Adaptabilidad del ROV:

- En versiones futuras, se podrá incorporar un diseño más robusto y adaptado a diferentes tipos de entornos acuáticos, como zonas con corrientes fuertes o entornos con una mayor presencia de partículas en suspensión. Esto podría incluir materiales más resistentes y sistemas de propulsión mejorados que permitan al ROV operar en condiciones más extremas, como zonas más profundas o con mayor salinidad.

Capacidades de Operación Autónoma y Navegación Autónoma (AUV):

- Con el tiempo, se podría evolucionar el ROV hacia una versión autónoma (AUV, Autonomous Underwater Vehicle), en la que el vehículo pueda realizar misiones sin intervención humana, programando rutas y realizando tareas de inspección de manera completamente autónoma, basándose en algoritmos de navegación avanzada y aprendizaje automático.

Expansión de la Plataforma para Aplicaciones Especializadas:

- El sistema ROV podría evolucionar para adaptarse a otras aplicaciones especializadas como la inspección de infraestructuras submarinas, la búsqueda de objetos o la realización de investigaciones científicas más avanzadas. Esto implicaría la creación de versiones del ROV con capacidades modificadas para abordar tareas específicas.

Desarrollo de Plataforma Modular:

- El sistema de ROV podría evolucionar hacia una plataforma modular que permita a los usuarios modificar y añadir diferentes módulos según las necesidades de cada misión, como módulos de recolección de muestras, manipulación de objetos o plataformas de carga. Esta flexibilidad permitirá que el ROV sea utilizado en una variedad de escenarios y misiones especializadas.

Interfaz de Usuario Mejorada y Control Remoto:

- En futuras iteraciones, se mejorará la interfaz de usuario para facilitar su operación, incluyendo pantallas táctiles, interfaces gráficas avanzadas, o incluso control a través de realidad aumentada (AR) para la visualización del entorno



submarino en tiempo real, lo que aumentará la facilidad de operación y el control del ROV.

3 Requisitos específicos

Número de requisito	RF 1
Nombre de requisito	Control de movimiento del ROV
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Especificación del cliente
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/Opcional

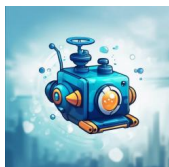
Número de requisito	RF 2
Nombre de requisito	Captura de datos ambientales
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Requerimientos técnicos internos
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/Opcional

Número de requisito	RF 3
Nombre de requisito	Transmisión de video en tiempo real
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Especificación del cliente.
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/Opcional

Número de requisito	RF 4
Nombre de requisito	Generación de informes automáticos
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Requerimiento de usuario final
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/Opcional

Número de requisito	RF 5
Nombre de requisito	Capacidad de operación de 100 metros de profundidad
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Requerimientos técnicos del sistema
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/Opcional

Número de requisito	RF 6
Nombre de requisito	Seguridad de la transmisión de datos
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción



Fuente del requisito	Estándares de seguridad cibernética		
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/Opcional

Número de requisito	RF 7		
Nombre de requisito	Compatibilidad dmultipplaforma		
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito	<input type="checkbox"/> Restricción	
Fuente del requisito	Requerimiento de software		
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/Opcional

3.1 Requisitos comunes de los interfaces

Esta sección describe los requisitos comunes para las interfaces del sistema de ROV, incluyendo las interfaces de usuario, hardware, software y comunicación. Estas interfaces son esenciales para garantizar que el sistema de inspección submarina funcione de manera coherente y eficiente, permitiendo la interacción y comunicación entre los distintos componentes del sistema.

3.1.1 Interfaces de Usuario

Los requisitos de la interfaz de usuario son fundamentales para garantizar que el operador del ROV pueda controlar y monitorear el sistema de manera eficiente y sin complicaciones. Los requisitos específicos para la interfaz de usuario incluyen:

- **Interfaz Gráfica Intuitiva:** La interfaz de usuario debe ser clara, con controles fácilmente accesibles para que el operador pueda controlar el ROV, ajustar la cámara y los sensores, y supervisar la salud del sistema. Deberá incluir iconos y botones de fácil interpretación, especialmente en condiciones de baja visibilidad.
- **Pantalla Táctil:** El sistema deberá ser operable mediante una pantalla táctil de alta resolución, capaz de mostrar las imágenes en tiempo real, así como los datos recolectados durante las inspecciones, como temperatura, salinidad y calidad del agua.
- **Controles de Movilidad:** Los controles de movilidad del ROV, como la dirección, profundidad, y propulsión, deberán ser accesibles a través de botones o deslizadores virtuales en la interfaz. Estos controles deben ser altamente sensibles para una navegación precisa.
- **Alertas y Notificaciones:** La interfaz debe proporcionar alertas visuales y sonoras cuando el ROV detecte problemas, como baja batería, pérdida de señal o mal funcionamiento de los sensores.
- **Opciones de Configuración:** Los usuarios deberán poder configurar parámetros del sistema como la frecuencia de actualización de los sensores, la calidad de las imágenes o la forma de las trayectorias de navegación.

3.1.2 Interfaces de Hardware

El ROV estará compuesto por varios componentes de hardware, y su integración fluida es esencial para el funcionamiento del sistema. Los requisitos comunes de las interfaces de hardware son:



- **Compatibilidad con Sensores y Cámaras:** El ROV debe ser capaz de integrarse con diferentes tipos de sensores (de temperatura, salinidad, etc.) y cámaras (de alta definición, térmicas, de visión nocturna). La interfaz de hardware debe ser capaz de comunicarse con estos dispositivos y recibir datos de forma eficiente.
- **Conectividad con el Sistema de Propulsión:** La interfaz de hardware deberá integrar los motores y el sistema de propulsión del ROV, permitiendo al operador controlar la velocidad, la dirección y la estabilidad del vehículo submarino.
- **Baterías y Gestión de Energía:** El sistema debe incluir una interfaz para monitorear el estado de la batería del ROV, su carga, y el tiempo estimado de operación restante. Este sistema debe ser capaz de alertar al operador sobre niveles bajos de energía.
- **Puerto de Conexión con la Estación Base:** El ROV deberá estar equipado con puertos para transmitir datos a la estación base, permitiendo la comunicación en tiempo real con los operadores para controlar el vehículo, recibir imágenes y datos sensoriales, y gestionar los sistemas.

3.1.3 Interfaces de Software

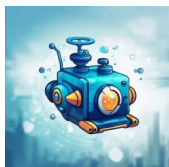
El ROV puede necesitar interactuar con otros sistemas de software, tanto a nivel local como remoto. Los requisitos de las interfaces de software incluyen:

- **Compatibilidad con Plataformas de Control Remoto:** El software de control del ROV debe ser compatible con plataformas de control remoto específicas para su operación, como dispositivos móviles (tabletas, teléfonos inteligentes) y estaciones de control dedicadas. La interfaz de software debe permitir la sincronización con estas plataformas para permitir un control eficiente.
- **Interoperabilidad con Sistemas de Monitoreo:** El software debe poder integrarse con sistemas de monitoreo para permitir la supervisión y análisis de los datos en tiempo real. Esto puede incluir software de análisis de imágenes, base de datos para almacenamiento de los datos, y programas de informes.
- **Actualizaciones de Firmware y Software:** La interfaz de software debe ser capaz de recibir actualizaciones de firmware y software de forma remota, sin interrumpir el funcionamiento del ROV. Las actualizaciones deberían poder descargarse y aplicarse de forma automática a través de la estación base o la conexión directa.

3.1.4 Interfaces de Comunicación

Las interfaces de comunicación son cruciales para la transmisión de datos entre el ROV y las estaciones de control o monitoreo. Los requisitos de estas interfaces incluyen:

- **Comunicaciones por Cable (Ethernet/USB):** El ROV debe ser capaz de conectarse a la estación base mediante cables Ethernet o USB, dependiendo de la configuración del sistema. La interfaz de comunicación debe ser estable y capaz de manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real.
- **Conectividad Inalámbrica (Wi-Fi/Bluetooth):** Además de las conexiones físicas, el sistema debe ser capaz de operar de forma inalámbrica mediante Wi-Fi o Bluetooth para transferir datos en áreas con acceso limitado a cables. Estas interfaces de comunicación deben tener suficiente ancho de banda para transmitir datos de alta calidad sin interrupciones.



- **Protocolos de Comunicación Estándar:** El sistema debe utilizar protocolos de comunicación estándar como TCP/IP o UDP para garantizar la fiabilidad y la seguridad de la transmisión de datos. Esto será especialmente importante para garantizar la integridad de los datos durante las misiones de largo alcance o en condiciones de baja visibilidad.
- **Redes Acústicas (para Profundidades Mayores):** En entornos submarinos de mayor profundidad, el ROV deberá ser capaz de comunicarse mediante redes acústicas, utilizando señales sonoras para transmitir datos a la superficie. Estos sistemas deberán estar diseñados para minimizar la latencia y maximizar la fiabilidad de la comunicación en condiciones difíciles.

3.2 Requisitos funcionales

Control de movimiento básico:

Requisito: El ROV debe ser capaz de moverse hacia adelante, hacia atrás, hacia la izquierda y hacia la derecha mediante un controlador remoto.

Justificación: Esto permite al operador controlar el ROV para realizar tareas específicas, como inspecciones o reparaciones.

Control de profundidad:

Requisito: El ROV debe ser capaz de controlar su profundidad con un margen de error de ± 0.5 metros mediante el ajuste de la flotabilidad.

Justificación: Permite que el ROV opere a diferentes profundidades sin comprometer su estabilidad o funcionamiento.

Transmisión de video en tiempo real:

Requisito: El ROV debe tener la capacidad de transmitir video en vivo de alta definición (HD) desde su cámara al operador.

Justificación: El video en tiempo real es esencial para que el operador pueda monitorear y tomar decisiones durante la operación del ROV.

Control de cámaras y sensores:

Requisito: El ROV debe poder controlar la orientación de la cámara y otros sensores (como sonar o sensores de temperatura) desde la estación de control.

Justificación: Permite al operador ajustar la visión y las mediciones en tiempo real para realizar inspecciones precisas.

Interacción con el entorno:

Requisito: El ROV debe ser capaz de interactuar con el entorno utilizando herramientas como brazos robóticos o manipuladores para realizar tareas de reparación o recolección.

Justificación: Esto expande las capacidades del ROV para realizar trabajos prácticos en su entorno submarino.

Sistema de navegación:

Requisito: El ROV debe contar con un sistema de navegación que permita determinar su ubicación exacta mediante GPS o técnicas de localización dentro de un área limitada.



Justificación: Garantiza que el ROV pueda moverse con precisión y regresar a su punto de inicio o de operación sin pérdida de referencia.

Almacenamiento de datos:

Requisito: El ROV debe ser capaz de almacenar datos de sensores (como la temperatura del agua, presión y ubicación) durante su misión.

Justificación: Para análisis posteriores y asegurar que los datos relevantes sean accesibles al operador después de la misión.

Sistema de emergencia:

Requisito: El ROV debe contar con un sistema de emergencia que permita detener todos los movimientos y funciones en caso de una falla crítica o pérdida de conexión con el operador.

Justificación: Esto previene daños al sistema y permite recuperar el ROV de manera segura en caso de un error.

Recarga de batería:

Requisito: El ROV debe ser capaz de detectar el nivel de batería restante y emitir una señal de advertencia cuando la carga esté por debajo del 20%.

Justificación: Asegura que el operador esté al tanto del estado de la batería para evitar que el ROV se quede sin energía durante una misión.

Interfaz de usuario:

Requisito: El ROV debe tener una interfaz de usuario amigable en su estación de control que permita al operador configurar parámetros, revisar videos y sensores en tiempo real.

Justificación: Mejora la experiencia del operador y facilita el control del ROV durante las misiones.

3.3 Requisitos no funcionales

3.3.1 Requisitos de rendimiento

Rendimiento:

Requisito: El ROV debe ser capaz de realizar movimientos precisos de hasta 1 cm de distancia en todas las direcciones dentro de los primeros 30 segundos desde el inicio de su operación.

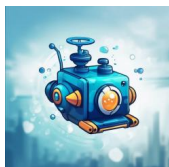
Justificación: Esto garantiza que el ROV pueda moverse con suficiente precisión para realizar tareas complejas de manera efectiva en entornos submarinos.

Seguridad:

Requisito: El sistema de control del ROV debe garantizar que las comunicaciones entre el operador y el ROV estén cifradas con un estándar AES de 256 bits.

Justificación: Para prevenir ataques de interceptación y asegurar que las señales de control no sean alteradas por actores no autorizados.

Escalabilidad:



Requisito: El ROV debe estar diseñado de tal manera que pueda adaptarse a futuras actualizaciones del sistema de cámaras o sensores sin necesidad de rediseñar su arquitectura interna.

Justificación: Permitir futuras expansiones de capacidad sin grandes modificaciones en el hardware o el software facilita la evolución y adaptación a nuevos requerimientos.

Mantenibilidad:

Requisito: El ROV debe tener un diseño modular que permita que las partes internas, como las cámaras, motores y sensores, puedan ser reemplazadas o actualizadas en menos de 1 hora.

Justificación: Reduce los tiempos de inactividad del ROV y permite a los técnicos realizar reparaciones o mantenimiento sin tener que desmontar componentes complejos.

Fiabilidad:

Requisito: El ROV debe funcionar de manera confiable durante un mínimo de 10 horas continuas sin fallos en su sistema de energía.

Justificación: Garantiza que el ROV pueda operar en misiones largas sin que el sistema de energía se vea comprometido, lo cual es fundamental para las operaciones en entornos submarinos.

Disponibilidad:

Requisito: El ROV debe estar disponible para su uso un 99.5% del tiempo durante los 12 meses posteriores a su entrega.

Justificación: Esto asegura que el ROV estará operativo durante la mayor parte del tiempo, minimizando el tiempo que está fuera de servicio por mantenimiento o fallos.

Usabilidad:

Requisito: El software de control del ROV debe tener una interfaz gráfica de usuario (GUI) que permita a los operadores aprender a utilizar el sistema en menos de 4 horas sin necesidad de formación avanzada.

Justificación: Facilita la integración del sistema, permitiendo que los operadores se familiaricen rápidamente con las funciones del ROV.

Portabilidad:

Requisito: El ROV debe ser portátil, permitiendo que un equipo de dos personas lo transporte y despliegue en el agua sin la necesidad de equipo adicional o vehículos pesados.

Justificación: La portabilidad es esencial para permitir despliegues rápidos en diversos entornos sin la necesidad de infraestructura pesada.

Compatibilidad:

Requisito: El sistema de comunicación del ROV debe ser compatible con las plataformas más comunes de monitoreo en tiempo real, como Windows y Linux.

Justificación: Asegura que el ROV pueda ser integrado fácilmente en entornos de trabajo existentes y que los datos puedan ser visualizados y procesados por el equipo técnico.



Confiabilidad:

Requisito: El ROV debe ser capaz de operar en profundidades de hasta 300 metros sin sufrir daños en su estructura ni en sus componentes internos.

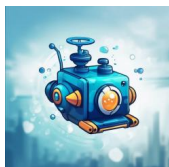
Justificación: Para garantizar que el ROV pueda realizar misiones a grandes profundidades sin comprometer su integridad, especialmente en ambientes hostiles como el océano.

3.3.2 Seguridad

- **Seguridad física del ROV:** El ROV debe estar diseñado con carcasas a prueba de agua, materiales resistentes a daños mecánicos y protecciones para cables y componentes electrónicos.
- **Seguridad eléctrica:** Todos los componentes eléctricos deben tener protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Los sistemas de energía deben contar con desconexión automática en caso de fallos.
- **Seguridad operativa:** El ROV debe incluir un sistema de apagado de emergencia y un modo seguro para evitar daños a su entorno o al equipo en caso de fallos en los componentes críticos.
- **Seguridad de la comunicación:** Las comunicaciones entre el ROV y el operador deben estar cifradas, y los usuarios deben ser autenticados para evitar el acceso no autorizado al sistema.
- **Protección de datos:** El sistema debe contar con medidas de seguridad cibernética, como encriptación y almacenamiento seguro, para evitar accesos no autorizados a los datos del ROV.
- **Seguridad en el entorno operativo:** El ROV debe cumplir con las normativas de seguridad aplicables para su operación en ambientes marinos y debe contar con protocolos para gestionar emergencias en el entorno operativo.
- **Protección de la integridad de los usuarios:** El operador debe estar protegido mediante el uso de equipos de protección personal, y el sistema debe incluir alertas de advertencia sobre riesgos potenciales.
- **Seguridad en caso de fallos:** El sistema debe ser capaz de detectar fallos y alertar al operador, con procedimientos establecidos para la recuperación rápida del ROV y la protección de su entorno.

3.3.3 Fiabilidad

- **Tasa de fallos:** El sistema debe presentar una tasa de fallos inferior a 1 por cada 1000 horas de operación, con una tasa de fallos anual para los componentes críticos (sensores de navegación, comunicación) inferior al 0.5%.
- **Tiempo medio entre fallos (MTBF):** El ROV debe tener un MTBF de al menos 2000 horas de operación, lo que implica que el sistema no debe experimentar fallos graves en este periodo de tiempo.
- **Tolerancia a fallos:** El ROV debe ser capaz de operar con fallos no críticos sin comprometer las misiones. Los fallos en componentes secundarios deben permitir la operación con capacidad reducida sin afectaciones graves.



- **Detección y diagnóstico de fallos:** El sistema debe ser capaz de detectar fallos temprano y emitir alertas a los operadores, permitiendo una intervención rápida antes de que el fallo se vuelva crítico.
- **Redundancia y diseño robusto:** Los componentes críticos deben contar con redundancia (como baterías de respaldo), y el sistema debe ser robusto ante condiciones ambientales adversas, garantizando su fiabilidad bajo condiciones extremas.
- **Mantenimiento preventivo:** Se debe seguir un programa de mantenimiento preventivo con revisiones periódicas y registro de los fallos para mejorar la fiabilidad.
- **Recuperación ante fallos críticos:** En caso de un fallo crítico, el sistema debe permitir que el operador recupere rápidamente el control del ROV y recupere la misión, utilizando protocolos establecidos para la intervención.
- **Fiabilidad en condiciones extremas:** El ROV debe operar con una fiabilidad mínima del 99% en condiciones de baja temperatura, alta presión y ambientes marinos hostiles.

3.3.4 Disponibilidad

- **Tiempo de actividad del sistema (uptime):** El ROV debe mantener un tiempo de actividad del 99.9% anual, con interrupciones no programadas no superiores a 8.76 horas por año. Cualquier interrupción planificada debe ser notificada con al menos 72 horas de anticipación.
- **Recuperación ante fallos:** En caso de fallo crítico, el ROV debe ser capaz de recuperar la funcionalidad en menos de 30 minutos, con procedimientos de autodiagnóstico implementados para la recuperación automática.
- **Monitoreo en tiempo real:** El ROV debe contar con un sistema de monitoreo en tiempo real, utilizando herramientas como Prometheus y Grafana, para detectar cualquier fallo y notificar al operador de manera inmediata.
- **Redundancia de componentes:** El sistema debe incluir redundancia en componentes críticos, como los sensores de navegación y el sistema de comunicación, para garantizar la operación continua.
- **Plan de mantenimiento programado:** El mantenimiento programado del ROV debe ser realizado con al menos 48 horas de anticipación, asegurando que el tiempo de inactividad no exceda las 2 horas por ciclo de mantenimiento.
- **Respaldo de datos y recuperación ante desastres:** Se debe contar con un sistema de respaldo de datos para garantizar que la información crítica sea almacenada de manera segura, con respaldos realizados regularmente y almacenados en ubicaciones separadas geográficamente.
- **Capacidad de operación continua:** El ROV debe ser capaz de operar de manera continua durante 72 horas con una sola carga de batería, sin interrupciones en la comunicación ni en la supervisión en tiempo real.
- **Plan de contingencia:** Un plan de contingencia debe estar en su lugar para manejar fallos imprevistos, con procedimientos establecidos para la recuperación de misiones o para pasar el sistema a un modo seguro.

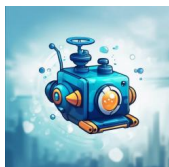


3.3.5 Mantenibilidad

- **Código bien estructurado y modular:** El código fuente debe seguir las mejores prácticas de programación y ser modular. Los desarrolladores deberán aplicar el principio de **separación de responsabilidades**, asegurando que cada módulo o clase tenga una función clara. Se debe utilizar el patrón de diseño **MVC** (Modelo-Vista-Controlador) para facilitar la expansión futura sin modificar la lógica del sistema.
- **Documentación exhaustiva:** El sistema debe contar con una documentación técnica detallada que cubra la arquitectura, la estructura del código, las dependencias y cómo realizar el mantenimiento. Además, se debe incluir un **manual de usuario** y una sección de preguntas frecuentes (FAQ) que permita a los operadores del ROV comprender rápidamente cómo resolver problemas comunes.
- **Pruebas automatizadas:** Debe existir un conjunto completo de pruebas automatizadas, que incluyan pruebas unitarias, de integración y de sistema. Estas pruebas deben ser ejecutadas en un entorno de integración continua como **GitLab CI**, y deben ser diseñadas para asegurar que cada nuevo cambio no afecte negativamente al sistema.
- **Control de versiones y gestión de dependencias:** El código debe estar gestionado en **Git** y ser versionado adecuadamente. Las dependencias del proyecto se gestionarán con herramientas como **pip** o **vcpkg**, y las versiones de las bibliotecas deben mantenerse actualizadas según las mejores prácticas de la industria.
- **Proceso de actualización continuo:** Las actualizaciones de software deben ser gestionadas de manera controlada, permitiendo una integración continua sin interrumpir la operativa del ROV. El sistema debe soportar actualizaciones remotas, y cada nueva versión debe ser probada en un entorno de pruebas antes de ser desplegada en el entorno de producción.

3.3.6 Portabilidad

- **Requisitos de compatibilidad multiplataforma:** El software debe ser compatible con sistemas operativos como **Windows**, **Linux** y **macOS**, y debe poder ejecutarse sin modificaciones importantes en plataformas como **Raspberry Pi** y **BeagleBone**. El uso de herramientas como **ROS** o **Docker** facilitará la ejecución del sistema en diferentes plataformas sin comprometer su rendimiento.
- **Mínimas dependencias externas:** El software debe utilizar el menor número posible de dependencias externas y aquellas que se utilicen deben ser bien conocidas, mantenidas y multiplataforma, como **OpenCV** para procesamiento de imágenes y **Socket.IO** para comunicación en tiempo real.
- **Contenedores y virtualización:** El sistema debe ser empaquetable en contenedores **Docker**, lo que permitirá que el software se ejecute sin problemas en cualquier entorno que soporte Docker, sin importar el sistema operativo o la arquitectura subyacente.
- **Interoperabilidad con otros sistemas:** El sistema debe ser capaz de comunicarse con plataformas de monitoreo en la nube y otros sistemas remotos, utilizando



protocolos estándares como **MQTT** o **REST APIs**. Además, debe ser compatible con diferentes sistemas de control de vehículos autónomos y dispositivos móviles para asegurar su integración con plataformas de terceros.

- **Configuración flexible y personalización:** El software debe ser configurable sin necesidad de modificaciones en el código fuente, utilizando archivos de configuración que permitan personalizar fácilmente los parámetros del ROV, como los sensores o la comunicación.

3.4 Otros requisitos

Requisitos culturales y políticos:

- Cumplimiento de normativas locales y de seguridad marítima, especialmente en cuanto a la protección de ecosistemas marinos.
- Permisos necesarios para operar en zonas marítimas específicas.

Requisitos legales:

- El ROV deberá cumplir con las leyes de protección de datos personales, según el GDPR o normativa equivalente.
- Licencias de operación requeridas por autoridades locales y organismos de protección del medio ambiente.

Requisitos éticos:

- El ROV deberá operar de forma respetuosa con el medio ambiente, minimizando la perturbación de la fauna y la flora marina.
- Debe asegurarse que los recursos del ROV, como las baterías y los materiales utilizados, no generen un impacto ambiental significativo.

Requisitos de documentación:

- El proyecto debe incluir un manual detallado del usuario y una guía de mantenimiento para asegurar un uso adecuado y mantenimiento continuo del sistema.
- Se proporcionará documentación adicional sobre las normativas de seguridad y operación de ROVs en diversas jurisdicciones.

4 Apéndices