



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Consolidación de información para toma de decisiones  
sobre la colmatación del cauce del río Rímac**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de  
Ingeniero Industrial con mención en Gestión Logística

**Giancarlo Chuquillanqui Manrique**

Revisor:

**Dr. Ing. Mario José Quinde Li Say Tan**

Piura, diciembre de 2020



## **Dedicatoria**

A mi madre, por enseñarme los valores que han formado la persona que soy.





## Resumen

La importancia del procesamiento de datos se sustenta en la cantidad de datos que se generan día a día y va aumentando exponencialmente con el tiempo. Esta tendencia se ve aplicada mucho más para la generación de datos semiestructurados y no estructurados, a comparación de los datos estructurados.

El trabajo reportado en este documento se enfocó en consolidar los informes de los levantamientos topográficos realizados en el cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao, realizado por personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La consolidación de los trabajos se realizó con el fin de permitir un razonamiento de datos posterior. Para lograr la consolidación, se definió la cadena de suministro de información y se tuvo en cuenta el ciclo de datos, los cuales están basados en la adquisición, el modelado, el razonamiento y la distribución de los productos de información de la cadena. El uso de estos conceptos permite la generación de reportes de los informes digitalizados.

El trabajo se enfocó en la integración de datos, la cual permitió lograr la homogeneidad de los datos obtenidos de los informes topográficos. Esta integración fue validada a través de la creación de gráficos para soporte de toma de decisiones de manera automatizada, a través de un script que es implementado con el software MatLab.



## Tabla de contenido

Introducción .....	13
Capítulo 1 .....	17
Antecedentes .....	17
1.1. Marina de Guerra del Perú .....	17
1.1.1. Misión .....	18
1.1.2. Visión .....	19
1.1.3. Funciones de la Marina de Guerra del Perú .....	19
1.2. Contexto .....	20
1.3. Descripción general de la experiencia .....	25
1.4. Explicación del cargo .....	26
1.5. Propósito del puesto .....	29
1.6. Producto o proceso que es objeto del informe .....	30
1.7. Resultados concretos pretendidos .....	31
Capítulo 2 .....	33
Fundamentación .....	33
2.1. Cadena de Suministro de Información .....	33
2.2. Producto de información .....	35
2.3. Fuente de información .....	35
2.3.1. Push Approach .....	36
2.3.2. Pull Approach .....	36
2.4. Recipiente de información .....	37
2.5. Ciclo de los datos .....	37
Capítulo 3 .....	45

Desarrollo de la experiencia.....	45
3.1. Adquisición y verificación de calidad de informes .....	45
3.2. Digitalización y procesamiento de informes .....	47
3.3. Definición de la Cadena de Suministro de Información .....	49
3.4. Validación: Generación y análisis de reportes sobre los informes digitalizados .....	53
Conclusiones.....	57
Lista de referencias .....	59
Anexos .....	61



### Lista de tablas

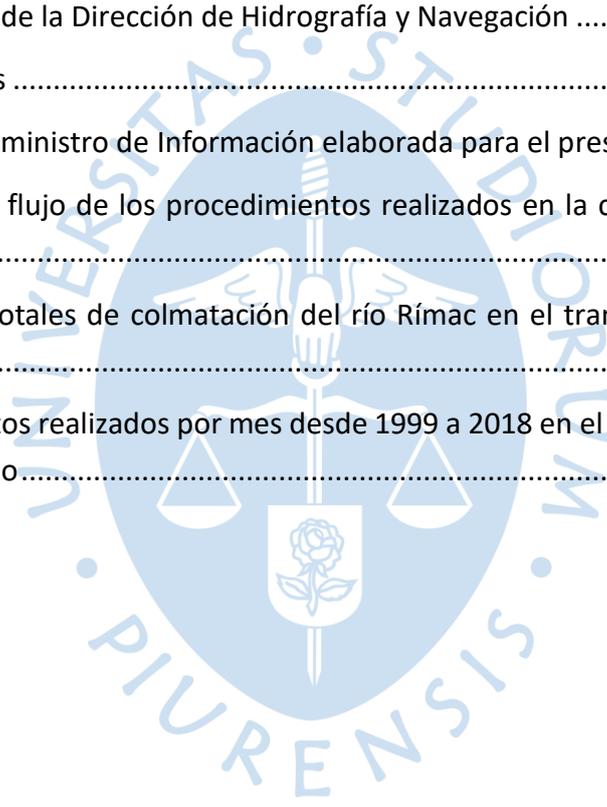
Tabla 1 Levantamientos topográficos realizados en el río Rímac en las inmediaciones de la Base Naval del Callao .....	48
Tabla 2 Volumen total de colmatación medida por años .....	53





### Lista de figuras

Figura 1 Organigrama de la Marina de Guerra del Perú .....	18
Figura 2 Organigrama de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.....	22
Figura 3 Organigrama de la Dirección de Hidrografía y Navegación .....	24
Figura 4 Ciclo de datos .....	37
Figura 5 Cadena de Suministro de Información elaborada para el presente trabajo.....	50
Figura 6 Diagrama de flujo de los procedimientos realizados en la cadena de suministro de información .....	52
Figura 7 Volúmenes totales de colmatación del río Rímac en el tramo de la Base Naval del Callao anuales en m <sup>3</sup> .....	54
Figura 8 Levantamientos realizados por mes desde 1999 a 2018 en el río Rímac en el tramo de la Base Naval del Callao.....	54





## Introducción

El avance de la tecnología trajo consigo muchos cambios que han revolucionado de gran manera el mundo. Esto se ha visto reflejado claramente en las organizaciones y empresas con la relevancia que el manejo de los datos ha adquirido en los últimos años. La explotación de información permite basarse en hechos concretos para tomar decisiones acertadas guiadas por un fundamento, que son los datos que se tienen a disposición. El uso correcto de los datos permitirá que se automaticen procesos y ahorren tiempo, lo que significa un crecimiento en la economía.

Actualmente vivimos en una época de transformación digital en la que la sociedad está usando tecnologías de información y comunicación que permiten tener cada vez más información a disposición debido a la integración de las redes de información y telecomunicaciones. Esto se evidencia desde el negocio más pequeño que usaba boletas de venta llenadas a mano y que luego optó por usar un terminal punto de venta, también conocido como POS, que lleva a que sus ventas generen datos de forma digital. De esta manera, la revolución digital ha logrado la generación de una gran cantidad de datos, así como la tecnología para almacenar y distribuir la información obtenida a partir de estos datos.

La ciencia de datos va tomando cada vez más relevancia y será clave en el futuro cercano originado por la alta demanda de la sociedad de usar equipos electrónicos que ofrezcan mayores funcionalidades. La necesidad de mantenerse comunicados mediante el uso de los teléfonos inteligentes ha generado que hoy en día casi todas las personas utilicen uno, lo que les permite crear no sólo datos estructurados, sino también, datos semiestructurados y no estructurados como fotos, videos y mensajes. Otro hecho importante relacionado a la generación masiva de datos es la creación de una innumerable gama de equipos electrónicos para distintos usos, y que cada vez están al alcance de más personas por la reducción de sus costos de fabricación, bajo el concepto del internet de las cosas. La interconexión entre distintos dispositivos que se ha logrado con el Internet ha hecho que la generación de datos de todo tipo sea más sencilla y rápida.

Sin embargo, a pesar de que el Internet facilita la generación de datos en el mundo digital, esto no implica que al momento de integrar estos datos no se presenten desafíos o complicaciones. A pesar de la diversidad de dispositivos que se tienen para crear datos digitales, mucha información pasada no se ha digitalizado hasta el día de hoy, lo que crea un

retraso considerable al querer agregarla a repositorios de datos digitales. Otro desafío importante es que, debido a la gran variedad de programas y protocolos de comunicación, se encontrará usualmente con datos que estén en distintos formatos, lo cual complica la definición e implementación de una cadena de sistema de información ya que obliga a un proceso de homogeneización de datos cuya dificultad variará dependiendo de la heterogeneidad con la que se encuentran los datos.

El presente trabajo presenta la consolidación de información que se realizó con el fin de soportar el análisis para la toma de decisiones sobre la colmatación del cauce del río Rímac. El trabajo se enfocó principalmente en la integración de datos. Esto se debe a la heterogeneidad que presentaron todos los informes de los levantamientos topográficos realizados en el río Rímac. Todos los años, se realizan este tipo de trabajos que miden la colmatación que se produce en el cauce del mencionado río, con el fin de verificar que no sobrepase los niveles de seguridad que previenen un desborde de río. Para poder crear estos niveles de seguridad, se creó un nivel de referencia o cota rasante, la cual indica la pendiente del perfil longitudinal del río Rímac que permite que el caudal del río fluya evitando inundaciones o desbordes. En este caso, se recopiló todos los datos obtenidos de la colmatación que se produce en el cauce tomando como referencia la cota rasante determinada en el tramo que pasa el río Rímac por la Base Naval del Callao. Se tuvo que analizar cada informe elaborado por la Dirección de Hidrografía y Navegación, perteneciente a la Marina de Guerra del Perú, donde se corrigieron las deficiencias y se limpiaron los datos que no servían para un modelamiento posterior.

Se trabajó con un total de 48 informes realizados por personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación. Cada informe incluye un formato de tabla en la que está el cálculo del volumen que se ha obtenido con los datos de las áreas medidas y las distancias entre cada medición tomada. Para realizar la integración, se transformó toda la información de las tablas a un solo formato. Este paso fue importante para que se pueda elaborar gráficos para una mejor interpretación y se pueda comparar las variaciones que ha habido entre cada año. Dentro del ciclo de datos, los procesos más detallados fueron la adquisición e integración de datos. Esto se debe a la falta de información de muchos informes debido a trabajos realizados después de trabajos de dragado en el cauce y por la existencia de trabajos con áreas de levantamientos topográficos específicos que no cubrían toda el área de estudio que abarca este trabajo.

El presente trabajo está dividido en 4 capítulos, en el capítulo 1 se expondrá los antecedentes que presenta este trabajo.

El capítulo 2, se basa en la fundamentación de los conceptos y elementos importantes que integran y que se aplicarán para establecer una cadena de suministro de información.

El capítulo 3, se explica el desarrollo de la experiencia. La sección 3.1 presenta cómo se realizó el proceso de adquisición y verificación de calidad del contenido de los informes. En

la sección 3.2, se explica cómo se realizó la digitalización de los datos obtenidos y cómo se procesaron. En la sección 3.3, se define la cadena de suministro y cómo se trabajó en cada etapa. En la sección 3.4, se sustenta y valida cómo es que la generación y análisis de los reportes sobre los informes digitalizados fueron útiles.

Finalmente, en el capítulo 4 se sustentan las conclusiones que demuestran de una manera detalla la utilidad que tendrá haber desarrollado este trabajo.





## **Capítulo 1**

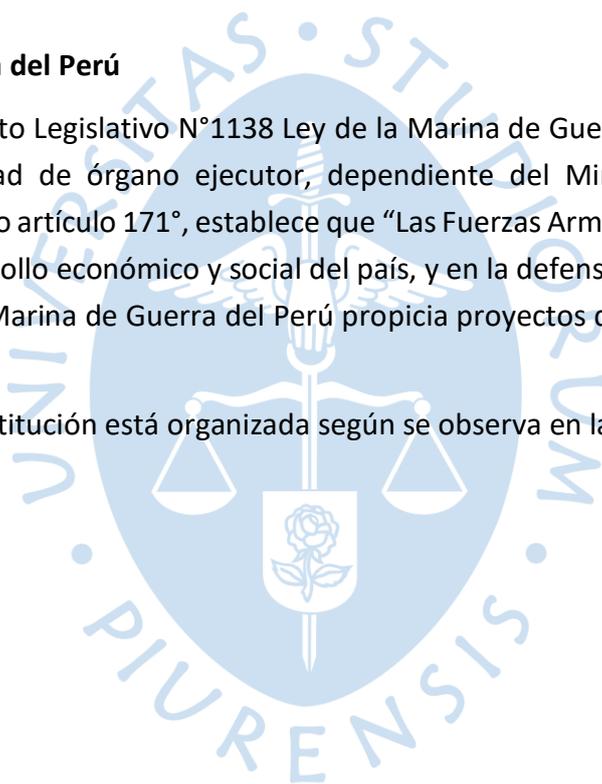
### **Antecedentes**

El presente trabajo se desarrolló bajo los lineamientos y necesidades de la Marina de Guerra del Perú.

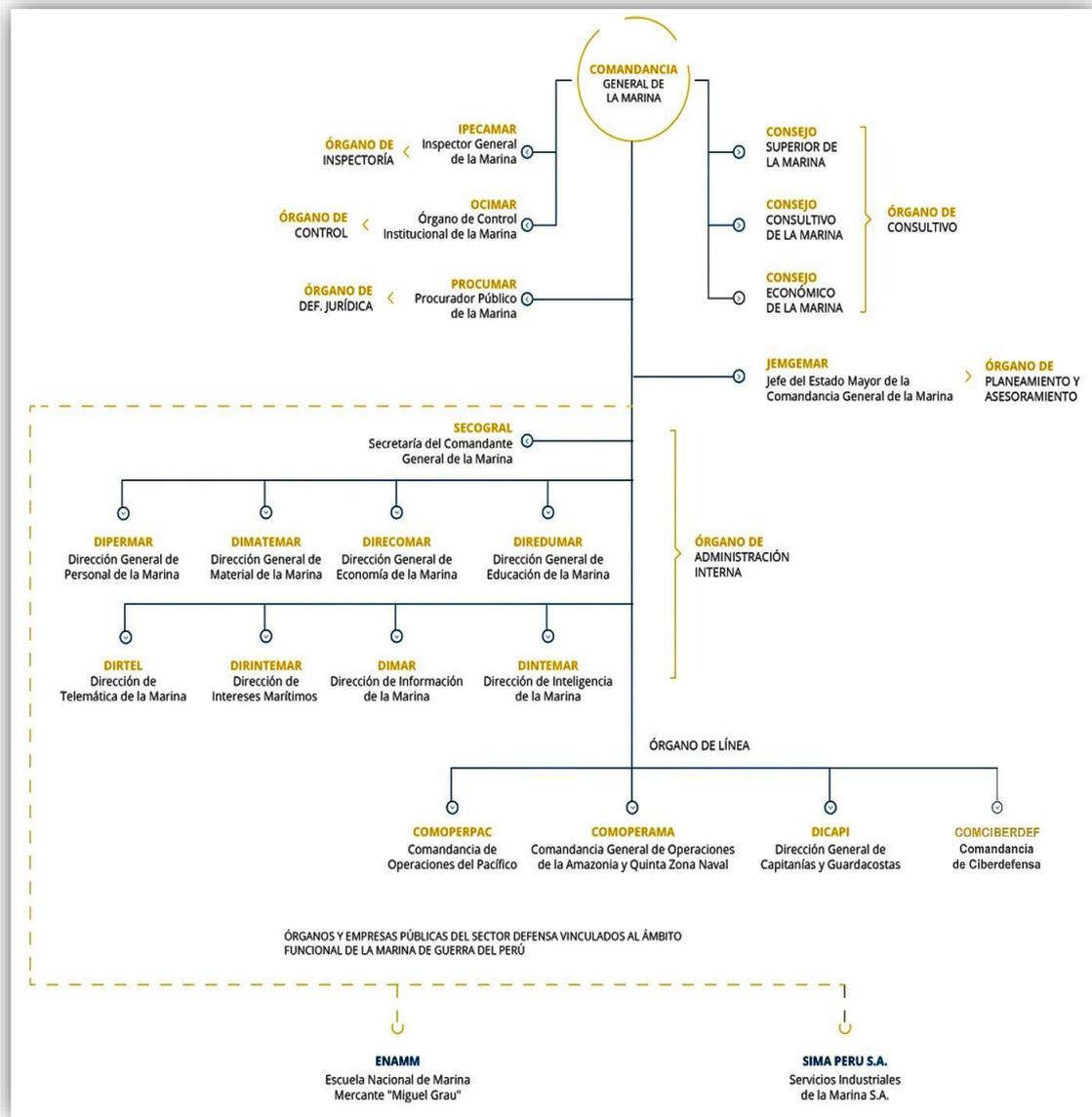
#### **1.1. Marina de Guerra del Perú**

Según el Decreto Legislativo N°1138 Ley de la Marina de Guerra del Perú, esta es una institución, con calidad de órgano ejecutor, dependiente del Ministerio de Defensa. La Constitución del Estado artículo 171°, establece que “Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional participan en el desarrollo económico y social del país, y en la defensa civil de acuerdo a ley”, motivo por el cual la Marina de Guerra del Perú propicia proyectos de responsabilidad social en la institución.

Esta institución está organizada según se observa en la Figura 1.



**Figura 1**  
Organigrama de la Marina de Guerra del Perú



Fuente Tomado y adaptado del Portal Institucional de la "Marina de Guerra del Perú"<sup>1</sup>

### 1.1.1. Misión

La Marina de Guerra del Perú (2020) tiene como misión:

Ejercer la vigilancia y protección de los intereses nacionales en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre, y apoyar la política exterior del Estado a través del Poder Naval; asumir el control del orden interno, coadyuvar en el desarrollo económico y social del país y participar en la Defensa Civil de acuerdo a ley; con el fin de contribuir a garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la República y el bienestar general de la población.

<sup>1</sup> Recuperado de: <https://www.marina.mil.pe/es/nosotros/acerca-de/>

### **1.1.2. Visión**

La Marina de Guerra del Perú tiene como visión: “Poder Naval capaz de actuar con éxito donde lo requieran los intereses nacionales” (Marina de Guerra del Perú, 2020).

### **1.1.3. Funciones de la Marina de Guerra del Perú**

Según el Portar Institucional de la Marina de Guerra del Perú (2017), sus funciones son:

- Garantizar la independencia, la soberanía e integridad territorial de la República, en el ámbito de su competencia.
- Ejercer el control, la vigilancia y la defensa del dominio marítimo, el ámbito fluvial y lacustre del país.
- Participar en el control del orden interno, de acuerdo con lo establecido en la Constitución Política del Perú y la normativa legal vigente.
- Participar en la ejecución de las Políticas de Estado en materias de Seguridad y Defensa Nacional.
- Participar en la elaboración de las políticas relacionadas con el empleo de la Marina Mercante Nacional, como componente de la reserva naval.
- Desarrollar actividades de inteligencia orientadas a la Seguridad y Defensa Nacional en el ámbito de su competencia.
- Ejercer, a través de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, la autoridad marítima, fluvial y lacustre a nivel nacional, en el ámbito que le confiere la ley.
- Participar en la ejecución de las políticas de Estado en materia de desarrollo económico y social del país, defensa civil, ciencia y tecnología, objetos arqueológicos e históricos, asuntos antárticos, asuntos amazónicos, y de protección del medio ambiente, de acuerdo a la normativa legal vigente.
- Conducir las acciones de preparación, formación, capacitación, especialización, perfeccionamiento, entrenamiento, mantenimiento y equipamiento del Componente Naval de las Fuerzas Armadas, en función de los objetivos y de las Políticas de Seguridad y Defensa Nacional.
- Conducir el Sistema de Información y Monitoreo del Tráfico Acuático en el ámbito de su competencia, a través de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.
- Participar en Operaciones de Paz convocadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) u otros organismos internacionales.
- Mantener a través de los medios navales la presencia del Estado peruano en el continente antártico.

- Desarrollar la investigación académica y científico-tecnológica en el ámbito naval; así como desarrollar actividades oceanográficas, meteorológicas, biológicas y de los recursos marítimos, fluviales y lacustres; actuando por sí o en colaboración con otras instituciones nacionales o extranjeras.
- Ejercer funciones de acuerdo a ley, en el ámbito de la Cartografía Náutica y Oceanográfica del Perú, así como administrar las actividades relacionadas con las ciencias del ambiente en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre.
- Participar con los organismos de otros sectores en la formulación de los objetivos y políticas para el desarrollo de los Intereses Marítimos Nacionales.
- Promover y participar en la investigación científica e histórica destinada a la protección del patrimonio cultural subacuático, en coordinación con el sector correspondiente.
- Promover e impulsar la industria naval a través de los Servicios Industriales de la Marina
- Gestionar ante el Ministerio de Defensa el patrocinio del personal militar sometido a investigaciones o procesos judiciales como consecuencia del ejercicio de sus funciones.
- Las demás que se señalen por ley.

## **1.2. Contexto**

El presente trabajo fue desarrollado en la Dirección de Hidrografía y Navegación que se encuentra subordinado bajo la Dirección General de Capitanías y Guardacostas que es un órgano de línea de la Marina de Guerra del Perú como se observa en la Figura 1.

La Dirección General de Capitanías y Guardacostas de la Marina de Guerra del Perú tiene como misión: “Ejercer la Autoridad Marítima, Fluvial y Lacustre, es responsable de normar y velar por la seguridad de la vida humana, la protección del medio ambiente y sus recursos naturales así como reprimir todo acto ilícito; ejerciendo el control y vigilancia de todas las actividades que se realizan en el medio acuático, en cumplimiento de la ley y de los convenios internacionales, contribuyendo de esta manera al desarrollo nacional” y como visión: “Ser reconocida a nivel nacional e internacional como la Autoridad Marítima, Fluvial y Lacustre, líder en el control y vigilancia de las actividades que se realizan en el medio acuático, mediante una gestión moderna y eficiente al servicio de todos los usuarios, que garantice un ambiente sostenible de seguridad y protección para su desarrollo”.

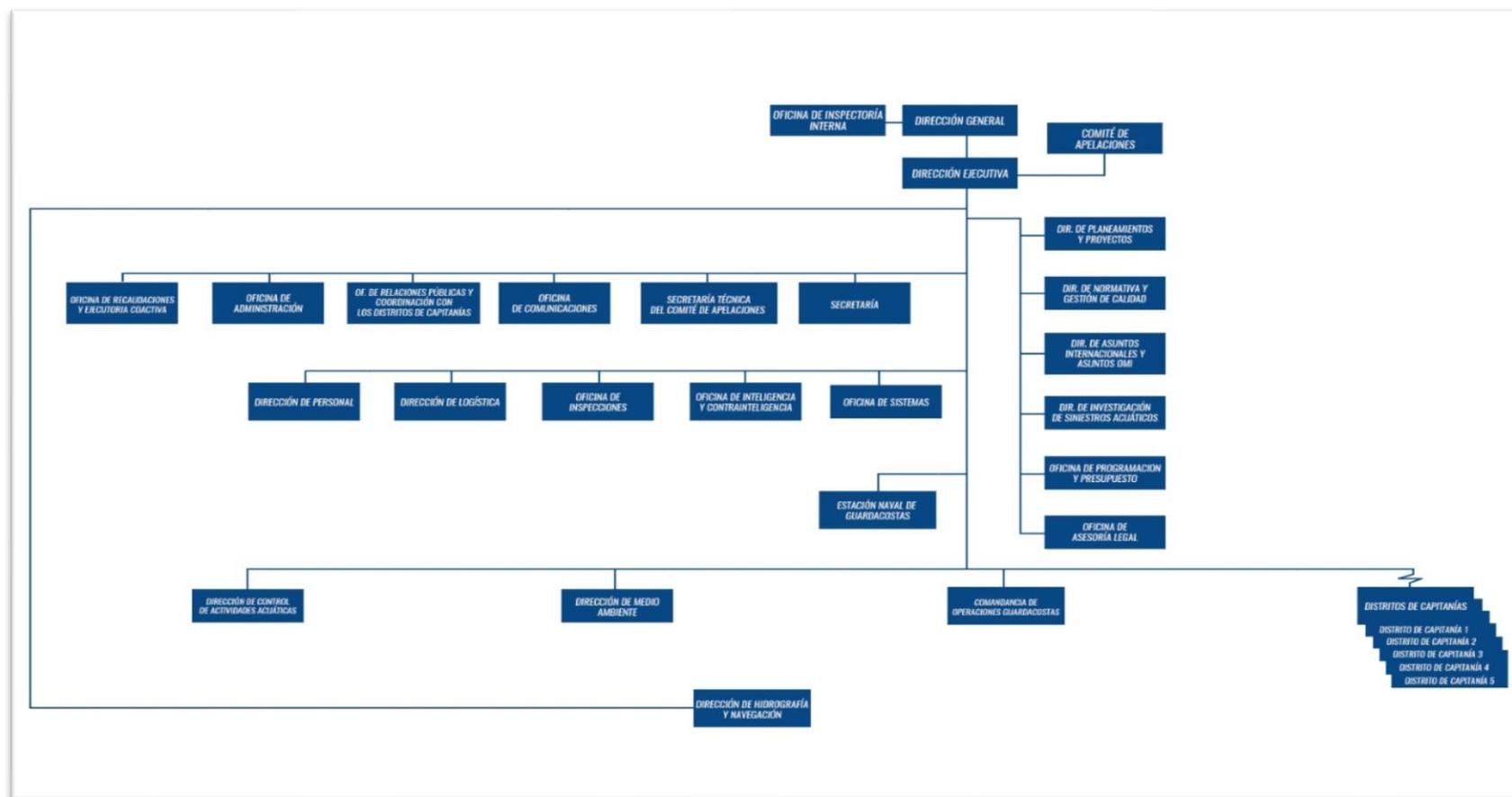
Según la Ley N° 26620 se enmarca las funciones de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas por la que controla y vigila las actividades acuáticas que se realizan en el medio acuático, dicta normas para el cumplimiento de las leyes y los convenios internacionales, controla y registra el material a flote dedicado a las actividades marítimas, fluviales y lacustres. Asimismo, cumple lo siguiente:

- Norma las actividades que realizan las personas naturales y jurídicas en el ámbito acuático, su capacitación, titulación y promoción, en las áreas de marina mercante, pesca y náutica recreativa.
- Para la búsqueda y salvamento de embarcaciones siniestradas, cuenta con el sistema nacional de notificación de la posición de buques que transitan en toda la zona marítima nacional; con el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM), que funciona con satélites geoestacionarios de INMARSAT y con el sistema internacional de satélites COSPAS-SARSAT, que recibe las señales de alarma de las naves y genera información de alerta al puesto de control de la Comandancia de Operaciones Guardacostas.
- Está adherido al sistema ARGOS, que trabaja con los satélites NOAA de la NASA. Puede ubicar naves pesqueras y conocer las condiciones del mar. Como parte del Estado Peruano, integra la Red Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos y está encargada de coordinar las comunicaciones en la zona NAVAREA XVI que abarca hasta el meridiano 120° Oeste establecida por la OMI, con el fin de recibir avisos de socorro, emergencias, brindar información de ayuda a la navegación y facilitar el acceso a los servicios públicos de telecomunicaciones.
- Para cumplir esta responsabilidad ha desarrollado una red de Estaciones Costeras en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre, en este accionar, es su misión localizar en el menor tiempo posible, el origen de una llamada de socorro, cualquiera sea el tipo o forma de transmisión, con la finalidad de disponer las operaciones de búsqueda y rescate con una mínima demora, así como mantener permanentemente informados a los buques sobre la seguridad de la navegación, avisos meteorológicos y riesgos en general. En relación a la protección y contaminación del medio acuático, en coordinación con los sectores involucrados y en cumplimiento de convenios internacionales, utiliza unidades aéreas y de superficie, que observan la travesía de los buques a fin de detectar cualquier forma de descarga no autorizada.
- En caso de derrames de hidrocarburos y otras sustancias contaminantes, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas es el máximo organismo que ejecuta el Plan Nacional de Contingencia, documento que considera una respuesta inmediata para asegurar que el impacto sobre el mar sea mínimo.

Se puede visualizar la organización de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas en la Figura 2, donde se visualiza que la Dirección de Hidrografía y Navegación pertenece a su organización.

**Figura 2**

*Organigrama de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas*



Fuente Tomado y adaptado del Portal Institucional de la “Marina de Guerra del Perú”<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Recuperado de: <https://www.marina.mil.pe/es/nosotros/acerca-de/>

Luego de haber identificado la jerarquía que se encuentra la Dirección de Hidrografía y Navegación dentro de la organización de la Marina de Guerra del Perú, se muestra en la Figura 3 la organización propia de la Dirección de Hidrografía y Navegación. Con el fin de señalar el contexto del trabajo, dado que fue desarrollado en estas instalaciones.

La Dirección de Hidrografía y Navegación es el órgano técnico encargado de administrar, operar e investigar las actividades relacionadas con las ciencias del ambiente en el ámbito acuático, con el fin de contribuir al desarrollo nacional, brindar apoyo y seguridad en la navegación a las fuerzas navales y navegantes en general. La Dirección de Hidrografía y Navegación elabora y actualiza la cartografía náutica oficial del Perú en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre, comercializando los productos realizados en ejercicio de sus funciones. Asimismo, tiene como visión: “Ser una organización técnica eficiente, eficaz, funcional y racional, de manera de convertirse en un elemento esencial en brindar a la Comunidad Nacional e Internacional adecuados productos y ayudas que permitan una navegación segura en el ámbito de nuestra jurisdicción” (Marina de Guerra del Perú, 2020).

La problemática planteada se originó en el Departamento de Oceanografía que se encarga de desarrollar las actividades de recopilación, análisis, procesamiento y distribución de la información oceanográfica, meteorológica y modelamiento numérico.

Los trabajos realizados por este departamento técnico son la investigación y monitoreo de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y modelamiento apoyando la investigación, y otras actividades de responsabilidad del Sistema de Información Oceanográfica desarrollando las actividades relacionadas a las condiciones ambientales útiles para el planeamiento operacional de la Institución y sector productivo del país, contribuyendo a la prevención de desastres naturales (Marina de Guerra del Perú, 2020).

**Figura 3**  
Organigrama de la Dirección de Hidrografía y Navegación



Fuente Tomado y adaptado del Portal Institucional de la "Marina de Guerra del Perú"<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Recuperado de: <https://www.marina.mil.pe/es/nosotros/acerca-de/>

### 1.3. Descripción general de la experiencia

El presente trabajo se realizó bajo la necesidad de crear un mejor estudio de las variaciones que se originan en el cauce del río Rímac. Es importante recordar que la variación que tiene el río Rímac, al cruzar zonas pobladas, nunca dejará de presentarse como un factor de amenaza a la población. Al tener un conocimiento amplio de sus cambios en el periodo mencionado, se podrá actualizar un plan de prevención como también un plan que proteja a la población ante un inminente desborde.

El planteamiento del problema se dio por el Ing. Eduardo Choque, empleado civil en la Dirección de Hidrografía y Navegación, que se encarga de realizar informes y estudios respecto a todos los trabajos realizado por el Departamento de Hidrografía concernientes en el río Rímac. El Ing. Choque explicó que no se podía establecer un análisis a lo largo del tiempo debido a que no se contaba con un base de datos que recopile los informes de los levantamientos topográficos que se realizaban cada año en el tramo del río Rímac que pasa por la Base Naval del Callao. Por eso, en todo el desarrollo del trabajo se recibió recomendaciones y puntos de vista por parte de él, con el fin de poder solucionar al problema expuesto.

Para poder obtener los informes topográficos que se realizaban cada año, se solicitó al Departamento de Hidrografía. Este departamento tiene a su cargo la recolección de datos de campo para la confección de las cartas náuticas en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre. Los trabajos específicos de este departamento técnico son los Levantamientos Hidrográficos y topográficos, además es el responsable por el planeamiento de los Levantamientos Hidrográficos destinados a la elaboración de las cartas náuticas (Marina de Guerra del Perú, 2020).

Bajo la autorización del Capitán de Corbeta Iván Talavera López, Jefe del Departamento de Hidrografía, se obtuvo todos los informes topográficos realizados en el área de estudio de interés desde el año 1994 hasta el año 2018; cabe resaltar que estos informes se obtenían mediante un documento firmado debido al valor que tiene dicha información. El empleado civil Walter Salas Farías brindó la información necesaria de los informes y explicó la situación de los informes, debido a que no todos se contaban en un solo formato, unos se tenían solo de manera impresa, otros en digital y los demás en ambos formatos.

En el año 2019 que se realizó el presente trabajo, me encontraba como Oficial Alumno para obtener la calificación de Hidrógrafo en la Marina de Guerra del Perú. Como tal, parte de mi función era conocer y aprender todo el funcionamiento de los departamentos y oficinas que pertenecen a la Dirección de Hidrografía y Navegación. Cada avance y resultados que obtenía por parte de la investigación y desarrollo del trabajo debía ser sustentada periódicamente al Capitán de Fragata en retiro Eric Salazar, Jefe de la Escuela de Hidrografía.

#### 1.4. Explicación del cargo

a. Oficial de Guerra Antisubmarina de la Fragata Misilera B.A.P. “Bolognesi” (2018): Como Jefe de la División de Guerra Antisubmarina se tiene las siguientes funciones:

- Operar y mantener el siguiente material: sistema de sonar, sistema lanzatorpedos ILAS-3, teléfono submarino, fadómetro, batitermógrafo e instrumentos de prueba.
- Mantener y conservar el siguiente material: torpedos MK-44.
- Otras, que le asigne el jefe del departamento de armamento relacionadas con la naturaleza de la división.

Asimismo, supervisa los siguientes cargos ocupados por personal subalterno asignados a la División de Guerra Antisubmarina.

- Técnico de Cargo
- Encargado de sonar
- Encargado de batitermógrafo y fadómetro
- Ayudante del encargado de sonar y transmisores
- Encargado del teléfono submarino
- Ayudante del encargado de sonar e instrumentos de prueba
- Encargado del sistema Tubos Lanza Torpedos (TLT) parte eléctrica y pañol de torpedos.
- Encargado del sistema Tubos Lanza Torpedos (TLT) parte mecánica y pañoles de uso inmediato.

b. Oficial alumno Escuela de Hidrografía (2019): Durante el mencionado año, ejercí como discente en la Escuela de Hidrografía, este es un órgano de apoyo de la Dirección de Hidrografía y Navegación como se puede ver en la Figura 3.

La demanda institucional de la Segunda Especialidad Profesional en Hidrografía corresponde a la necesidad de cubrir las plantas orgánicas de la Dirección de Hidrografía y Navegación, Unidades Hidrográficas y Servicio de Hidrografía y Navegación con oficiales que cuenten con los conocimientos técnicos y científicos de las ciencias del mar, lo que exige mantenerse actualizado con los últimos avances tecnológicos; los egresados contribuyen con la Seguridad Nacional como lo contempla en el Objetivo Institucional “A” – Plan Estratégico Institucional – Febrero 2013: “Disponer de Fuerzas Navales que permitan resguardar la soberanía e integridad territorial y controlar el orden interno cuando lo decrete el Supremo Gobierno”.

El Programa de Segunda Especialidad Profesional de Hidrografía ha sido nuevamente reconocido internacionalmente por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI),

obteniendo la capacidad de otorgar la certificación mundial de la “Categoría B” para los egresados de su programa por un período de 6 años (2018-2023).

Para contribuir con el componente social, proporciona personal capacitado para atender a la población en general desarrollando diferentes charlas como: Tsunamis: prevención y alertas; interactuando con Organismos Públicos del Estado como Defensa Civil; prevenir la presencia del Fenómeno del Niño; Estudios Técnicos; Pronósticos de Oleajes Irregulares; inundaciones y contribuir con la seguridad mediante las Ayudas a la Navegación para los navegantes en general.

En el componente Económico, para el país, colabora con la prevención de desastres y la prevención de siniestros y accidentes en el ámbito acuático.

En lo científico, prepara al oficial discente con los conocimientos científicos-tecnológicos necesarios en las diversas tareas hidrográficas requeridas por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, con el fin de elevarles el nivel profesional y prepararlos para un desempeño eficiente en la dirección respectiva, en aspectos administrativos, técnicos de mantenimiento y científicos de investigación.

En lo que se refiere a lo cultural, contribuye a la difusión de los trabajos científicos propios de la especialidad, a través de los artículos publicados en las revistas de la Dirección de Hidrografía y Navegación.

En lo Político, contribuye en asesorías técnicas al gobierno como el Ministerio de Relaciones Exteriores en diferendos limítrofes, como fue ante la Corte Internacional de Justicia de La Haya, cuando dio su decisión final e inapelable sobre el diferendo marítimo entre nuestro país y el vecino país de Chile y la contribución de la presencia del Perú en la Antártida.

En lo Educativo, capacitar y preparar a los oficiales estudiantes del programa de segunda especialidad profesional y a los subalternos estudiantes en los niveles de formación y capacitación del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Naval – CITEN en materias relacionadas a las ciencias del mar.

El Programa de Segunda Especialidad Profesional de Hidrografía tiene una duración de un año, con un total de 1322 períodos, que generan 47 créditos; asimismo se ha programado asignaturas que son requisitos para las establecidas en el Plan de Estudios. Por consiguiente, el programa da cumplimiento a lo establecido en el artículo 19º de la Ley universitaria.

Las asignaturas se desarrollan de acuerdo a las temáticas propuestas por los “Estándares de Competencias para Levantamientos Hidrográficos” que establecen los organismos internacionales como son: International Federation of Surveyors (FIG) / International Hydrographic Organization (IHO) / International Cartographic Association (ICA). Cabe resaltar que este Programa ha sido Recategorizado por un período de SEIS (6) años (2018-2023).

A continuación, se enumeran las principales tareas y funciones del estudiante en su labor de autoformación:

- Desarrollar el hábito de estudio e investigación haciendo uso de los medios tecnológicos a disposición.
- Estudiar crítica y reflexivamente los materiales de enseñanza-aprendizaje, en forma autónoma, de acuerdo con el cronograma de estudio y a los sílabos correspondientes.
- Comunicarse con la oficina académica de la Escuela de Hidrografía para resolver cuestiones relativas a los temas de estudio, desarrollo de habilidades y actitudes para el aprendizaje.
- Desarrollar las actividades de evaluación propuestas para cada asignatura.
- Participar activa y constantemente en las actividades de enseñanza-aprendizaje a través de las clases presenciales dispuestas.
- Evaluar su propio desempeño en el proceso de enseñanza-aprendizaje, fortaleciendo sus posibilidades y actuando sobre sus limitaciones o errores.
- Concurrir obligatoriamente a todas las actividades programadas.
- Tomar conocimiento de las disposiciones que se dictan en la Dirección de Hidrografía y Navegación y/o Escuela de Hidrografía, ya sea mediante órdenes del día, ordenes permanentes/transitorias o notas de instrucción.
- Observar las reglas de disciplina y cortesía para con sus profesores, asesores y demás miembros de la planta orgánica.

El propósito del programa de Segunda Especialidad Profesional de Hidrografía y Navegación, es que el Oficial Hidrógrafo obtenga las competencias necesarias y sea un profesional competente, experto en la operación del equipamiento hidrográfico, oceanográfico y meteorológico. Conocedor de los aspectos relacionados a las imágenes satelitales y su explotación para el análisis de los diversos cambios producidos en el ámbito marítimo, fluvial, lacustre y antártico; capaz de elaborar los pronósticos meteorológicos, gestor para el mantenimiento y construcción de las señales náuticas (faros y balizas), elaborar y actualizar cartas y publicaciones náuticas. Conocedor de la normatividad nacional e internacional vigente por las organismos hidrográficos, meteorológicos y oceanográficos, así como en asesorar los aspectos relacionados a la demarcación fronteriza y Convención del Mar.

c. Oficial de Servicios del Buque Oceanográfico B.A.P. "Carrasco" (2020): Como Jefe de la División de Servicios, perteneciente al departamento de Logística, estuve a cargo de las siguientes funciones:

- Conducir el sistema logístico del Buque;
- Administrar el recurso humano y material asignado al Departamento, a fin de lograr el estado de alistamiento adecuado para ser empleado durante los trabajos de investigación

científica. Esto incluye, la conducción de la instrucción y entrenamiento específico, la conducción del mantenimiento preventivo y correctivo del material y áreas asignadas;

- Verificar y mantener en buen estado y presentación del casco y cubiertas exteriores del Buque;
- Verificar y mantener operativas las embarcaciones asignadas al Departamento; así como el material de maniobra con que cuenta la Unidad;
- Proporcionar los servicios de: habitabilidad, cámara, comedor de oficiales, tripulación y científicos, carpintería, lavandería, cocina, peluquería, sastrería, panadería y su mantenimiento;
- Administrar y controlar los fondos de caja chica asignados, llevando el registro de los gastos autorizados por el comandante de la Unidad;
- Verificar y mantener al día la documentación contable de acuerdo a la normativa vigente;
- Controlar que se mantenga actualizados los registros del Inventario de los Bienes Patrimoniales y de Almacén de la Unidad;
- Supervisar y controlar la recepción, almacenamiento y distribución de los repuestos y materiales requeridos por la Unidad;
- Velar por el buen estado de salud del personal mediante la prevención, control y tratamiento de las diversas enfermedades que se pudieran presentar a bordo;
- Verificar y mantener la estadística de consumo de materiales a bordo; y,
- Otras, que le asigne el comandante de la Unidad relacionadas con la naturaleza del Departamento

### **1.5. Propósito del puesto**

La Marina de Guerra del Perú contribuye al desarrollo del país no sólo garantiza la independencia, la soberanía y la integridad territorial de la República, sino también lo hace con acciones de difusión y compenetración dirigidas hacia la población para fortalecer su conciencia patriótica. Por eso es necesario señalar que los criterios para determinar las vacantes en los programas de segunda especialidad profesional se basan en:

- El concepto estratégico de la línea de carrera.
- Disponibilidad de efectivos por especialidades
- Necesidades de la institución

Debido al trabajo que realiza la Marina de Guerra del Perú en el ámbito social, se realizan levantamientos topográficos del cauce del río Rímac debido a su vulnerabilidad que tiene ante la presencia de anomalías como el Fenómeno El Niño en el aumento del caudal del

río y generar así inundaciones en las poblaciones aledañas al río Rímac. Como parte de las funciones que tiene el Oficial Hidrógrafo, se evaluó los estudios técnicos de los levantamientos topográficos de cada año para poder crear un plan de prevención y alertas con el fin de contribuir con la seguridad para la población, interactuando con Organismos Públicos del Estado como Defensa Civil. Asimismo, colaborar con la prevención de desastres, la prevención de siniestros y accidentes en el ámbito acuático es parte de la contribución que realiza la Marina de Guerra del Perú en el ámbito económico para el país.

El oficial discente al recibir los conocimientos científicos-tecnológicos necesarios para las diversas tareas hidrográficas requeridas por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, cumple con su función de desarrollar una investigación de calidad con el objetivo de resolver problemáticas o mejorar procesos relacionados al ámbito técnico, estratégico, marítimo y naval que la Marina de Guerra del Perú promueve.

#### **1.6. Producto o proceso que es objeto del informe**

En el Programa de Segunda Especialidad Profesional de Hidrografía y Navegación, los oficiales estudiantes desarrollan un seminario de Metodología de la Investigación Científica en el primer semestre, y donde reciben los procedimientos para la elaboración de un trabajo de investigación. Luego eligen de manera individual el tema sugerido por los Departamentos Técnicos de la Dirección de Hidrografía y Navegación y el personal que será responsable del asesoramiento respectivo, procediendo así al desarrollo del trabajo de investigación. Durante el segundo semestre se ha programado un Taller de Investigación, donde el avance es presentado progresivamente de acuerdo a un cronograma establecido hasta la presentación final y el sustento oral ante el Jurado designado por la Escuela Superior de Guerra Naval.

Dentro del Departamento de Oceanografía, el Ing. Eduardo Choque como parte de su trabajo analizó que el transporte de sedimentos del Río Rímac, varía considerablemente durante las épocas de verano e invierno, los cuales impactan directamente en la zona de la base naval del Callao. Se requería estudiar la variación de estos aportes en una línea de tiempo con el fin de establecer la distribución de tamaño de granos, así como cuantificar dicho aporte en la variación del relieve marino. El estudio de transporte de sedimento conjuntamente con la medición de parámetros oceanográficos, ayudaran a establecer la distribución de sedimentos en la Base Naval del Callao.

Por eso se solicitó los informes topográficos que se realizaba cada año en el cauce del río Rímac al Departamento de Hidrografía. Este departamento es el encargado de enviar personal capacitado in situ para realizar los levantamientos topográficos con el fin de recolectar datos de campo para la posterior confección de planos topográficos.

Con esta necesidad planteada, se utilizó el concepto de crear una Cadena de Suministro de Información con el objetivo de consolidar toda la información concerniente a los levantamientos topográficos realizados en el cauce del río Rímac en el tramo que pasa por

la Base Naval del Callao. Con la Cadena de Suministro de Información se podrá tener una calidad alta de la información mediante sus procesos de revisión y estandarización de datos, para luego crear la base de datos que nos permitirá analizar toda la información y dar un producto final que fue el resultado del estudio realizado en el trabajo “Estudio sobre la colmatación del cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao en el periodo de 1999 a 2018”.

### 1.7. Resultados concretos pretendidos

El resultado pretendido en este trabajo es definir la Cadena de Suministro de Información que se realizará con todos los datos obtenidos por parte de todos los informes de los levantamientos topográficos realizados en el cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao. Al tener la información consolidada se analiza de manera exhaustiva para que mediante gráficos y elaboración de tablas se pueda entregar un producto de calidad con los que permita una ayuda en la toma de decisiones.

El dominio del concepto de la Cadena de Suministro de Información permitirá el eficiente uso de las herramientas avanzadas que nos brinda para poder automatizar la cadena y brindar información de calidad a los usuarios interesados.

Con la Cadena de Suministro de Información se lograrán los resultados esperados para el producto de información final bajo el concepto del *just in time*:

- Se podrá manejar y brindar la información correcta de los análisis obtenidos y acorde a los resultados que se demanden.
- Para la toma de decisiones se tendrá la información en el momento necesario.
- La información será recibida a los usuarios correctos.
- El usuario final recibirá la información en el formato adecuado a la demanda requerida.

Asimismo, con la Cadena de Suministro de Información desarrollada nos permitirá implementar soluciones posteriormente mediante el uso del *Business Intelligence* (BI) y *Business Analytics* (BA). En el caso del BI mediante las herramientas y estrategias que nos brinda se podrá mejorar los resultados en el proceso de toma de decisiones siendo objetivos mediante la exploración de datos y análisis de datos en el pasado y presente. Y con el BA se podrá predecir escenarios futuros en base a modelos predictivos con el objetivo de ayudar a la toma de decisiones ya que se cuenta con mayor información para evitar errores. Al tener estas dos estrategias se podrá abarcar toda la línea de tiempo del proceso (pasado, presente y futuro) lo que marcará la diferencia en las soluciones obtenidas al tener todo este conocimiento a la hora de tomar decisiones.

Con este trabajo desarrollado se podrá identificar los años con las variaciones más drásticas en el cauce del río Rímac en las inmediaciones de la Base Naval del Callao, suponiendo que este se verá más afectado por la influencia del Fenómeno El Niño en años

específicos y por otros factores que puedan afectar en la variación del relieve del cauce. También al contar con una base de datos, se eliminará esta deficiencia que nos permitirá en el futuro analizar con mayor facilidad, ya sea mediante las tablas o gráficos creados, para así

Recopilando la información que se tiene de todos los levantamientos topográficos que se realizan anualmente en el río Rímac en las inmediaciones de la Base Naval del Callao se creará una base de datos (la cual no se tiene hasta este momento). Con esto se presentará en una línea de tiempo como ha ido variando, con la que se podrá identificar los años con las variaciones más drásticas, suponiendo que estas se verán afectadas por la influencia del fenómeno El Niño en años específicos.



## Capítulo 2

### Fundamentación

Este capítulo presenta la fundamentación del trabajo realizado, donde se expone en cada sección los acontecimientos que se dieron en cada etapa. Este capítulo está dividido en 5 secciones, la sección 2.1 se define el concepto de la cadena de suministro de información. En las secciones 2.2, 2.3 y 2.4 se fundamenta el concepto e importancia de los elementos principales que usa una cadena de suministro de información. Por último, la sección 2.5 explica etapa por etapa como el ciclo de datos está desarrollado, tanto de inicio a fin.

#### 2.1. Cadena de Suministro de Información

De acuerdo a Sun & Yen (2005), una Cadena de Suministro de Información o *Information Chain Supply* (ISC) se encarga de satisfacer los requerimientos de información de los usuarios. Esto se logra a través de una red de agentes de información cuya función es recopilar, interpretar y satisfacer los requerimientos con la información adecuada.

Está basado en estudios de gestión de la cadena de suministro, que tiene como objetivo equilibrar la oferta y la demanda y mejorar la eficiencia y sensibilidad, al igual que una Cadena de Suministro de Información.

Claramente lo que diferencia entre una Cadena de Suministro de Información a una gestión de cadena de suministro es que este último se encarga el flujo de materiales y eso repercute en un manejo diferente que de por sí los materiales tienen costos, a diferencia de una Cadena de Suministro de Información que no existe un mercado de intercambio de información y sin considerar el proceso que maneja los materiales como ordenar, producir, empacar y enviar. Aún con estas diferencias, los conceptos y métodos son muy útiles para los resultados de intercambio de información.

Según Otto & Ofner (2010), para los procesos de creación de información es necesario que los datos que se obtienen sean los correctos, se plasmen en el formato más idóneo cumpliendo los tiempos programados. En este caso, el suministro de información insuficiente conduce a la deficiencia de información, mientras que la abundante información puede generar un desbordamiento de información.

Como se explicó anteriormente, la deficiencia de información es un problema tan igual como el desbordamiento de información. Esto se puede ejemplificar con el modelo de un aplicativo móvil instalado en un smarthphone, si esta app sobrecarga de notificaciones al usuario sin cumplir un objetivo como entregarle información útil o relevante que el usuario desee ver, lo que ocurrirá será que dentro de poco tiempo se termine desinstalando la aplicación.

La importancia de realizar una Cadena de Suministro de Información es que esta sirve como una plataforma para compartir información independientemente de la complejidad de los contenidos de información

El concepto de una Cadena de Suministro de Información es lo suficientemente general para poder gestionar varias actividades de intercambio de información, desde la recopilación hasta el análisis e interpretación de la información para poder entregarla como producto final.

Se tenía como necesidad en la Dirección de Hidrografía y Navegación poder analizar a través del tiempo las variaciones que se presentaban en todos los levantamientos topográficos que se realizan anualmente en el río Rímac en las inmediaciones de la Base Naval del Callao.

Esta necesidad era la demanda que teníamos que satisfacer y por eso creó una Cadena de Suministro de Información con el fin de consolidar la información de los levantamientos topográficos realizados.

Se recopiló toda la información que se tenía en los informes de cada levantamiento, estos se contaban de manera impresa o digital. Bajo el concepto de mantener la calidad de la información, se revisó y estandarizó todos los datos para que luego se pudieran crear tablas en formato Excel para comparar los trabajos de cada año. Con esta información recopilada se creó una base de datos con el cual nos permitió analizar en una línea de tiempo de cómo ha ido variando el cauce del río Rímac cada año.

Esta base teórica demuestra que la información de alta calidad es un requisito previo para que las empresas logren sus objetivos comerciales y estratégicos, esto se verá reflejado en una efectiva toma de decisión.

Haber aplicado el marco de una Cadena de Suministro de Información en mi proyecto permitió que se identifique los datos brutos y con eso transformarla a través de un proceso que permitía garantizar la calidad de la información. Eso es debido al control y seguimiento de todas las actividades y trabajos que se realiza en toda la cadena para asegurar el producto final (Otto & Ofner, 2010).

El propósito de la Cadena de Suministro de Información es que a lo largo del ciclo de vida de los datos el producto de información entregado al consumidor sea justo a tiempo. Con esto se hace referencia a la filosofía del *Just In Time*, filosofía que define la forma en que debe

optimizarse cualquier sistema de producción. Para esto, se establece que se deben cumplir los siguientes parámetros conocido como las cuatro "R":

- *Right information*: Brindar la información adecuada, respetando el balance entre la oferta y demanda sin generar sobrecarga o escasez de información requerida.
- *Right time*: La información debe tenerse al momento adecuado, lo cual permitirá una correcta toma de decisiones.
- *Right people*: La información debe llegar a los destinatarios correctos.
- *Right format*: Se entregará la información en el formato adecuado según sea el más óptimo para el consumidor final.

## 2.2. Producto de información

El producto de información es el elemento que se trabajará en todo el proceso de la Cadena de Suministro de Información. La información se crea a partir de datos que se utilizan dentro de un contexto o son procesados, los datos describen características de objetos y procesos del mundo real.

Para producir información se tiene mucha similitud con un proceso de producción de productos, pero en este caso serían procesos de datos. Es por esto, si se quiere entregar como producto final información de alta calidad para un consumidor de información, dependerá de la calidad de sus componentes de datos y también de la calidad del proceso. Al tratarse de información, la calidad significa que los datos o información sean aptos para el uso de este tipo de consumidores.

## 2.3. Fuente de información

Es el lugar de donde emana la información, datos, contenido que se enviará al receptor de información.

Las fuentes de información son determinadas por los tipos de información que se necesiten. Según la complejidad que tenga la tarea de trabajo, repercutirá en la relación que hay entre los tipos de información que conduce el desempeño de la tarea y las fuentes de información utilizadas.

Un caso que ejemplifica el concepto de una fuente de información es cuando los consumidores buscan información sobre las películas que desean ver. En el estudio que se realiza en Cooper-Martin (1992), se identifica que los espectadores tienen una preferencia por fuentes de información experienciales, ya que lo encuentran como una guía más útil y creíble al momento de elegir una película. En este caso, la fuente son productos de información que se definen por el énfasis en la experiencia del consumo. Bajo esto se rigen los medios que brindan reseñas sobre películas.

En Tokio se realizó un estudio utilizando datos recopilados en la Autopista Metropolitana de la ciudad mencionada, con el fin de analizar cómo los conductores adquirían y utilizaban la información de tráfico respecto a todas las opciones que tenían como fuentes de información. Desarrollando un modelo de adquisición de información, se puede constatar que hay una relación entre la reacción que tiene cada conductor con las múltiples fuentes de información. Las preferencias por las fuentes de información se ven afectadas con las condiciones de tráfico en el momento del viaje y que tan precisa sea la información de tráfico disponible (Hato, Taniguchi, Sugie, Kuwahara, & Morita, 1999).

Como un ejemplo más de fuentes de información se tiene al estudio realizado a un grupo de madres con niños de 2 a 54 meses, con el objetivo de determinar las fuentes y tipos de información que reciben respecto a las prácticas de alimentación infantil. Se demostró que era disminuido el uso de fuentes por parte de citas de profesionales y revistas, mientras que era más frecuente la información obtenida por los periódicos, la televisión y amistades. Teniendo conocimiento de este comportamiento, los educadores en nutrición tienen una visión más clara de cómo tener mayores y diversas oportunidades para difundir información nutricional (Carruth & Skinner, 2001).

### **2.3.1. Push Approach**

En este tipo de transmisión de información, la fuente procesa primero los datos y toma la decisión de enviar los datos. Puede ser instantánea o por intervalos de tiempo (frecuencia) definidos.

Se puede ejemplificar en el caso de un usuario que tiene un celular inteligente, a través de las diferentes aplicaciones que tenga descargadas, habrá algunas que brinden la información para que el receptor la obtenga en automático. Como en el caso de la aplicación WhatsApp, que notifica al usuario cada vez que recibe nuevos mensajes de texto, imágenes, videos o audio sin necesidad que haya un requerimiento previo por cada uno.

### **2.3.2. Pull Approach**

Antes de enviarse la información primero envía el requerimiento de datos al sistema principal. Por ende, genera una mayor carga de procesamiento. Al igual que el *push approach* puede ser instantánea o por intervalos de tiempo definido.

En este caso, se pone el ejemplo de un gerente de una empresa que pide al departamento de logística que envíe un informe de los gastos realizados en el último mes. Se evidencia que, para obtener la información, donde el gerente será el recipiente de información, primero se tiene que enviar el requerimiento para que luego de un procesamiento de datos pueda obtener la información demandada.

## 2.4. Recipiente de información

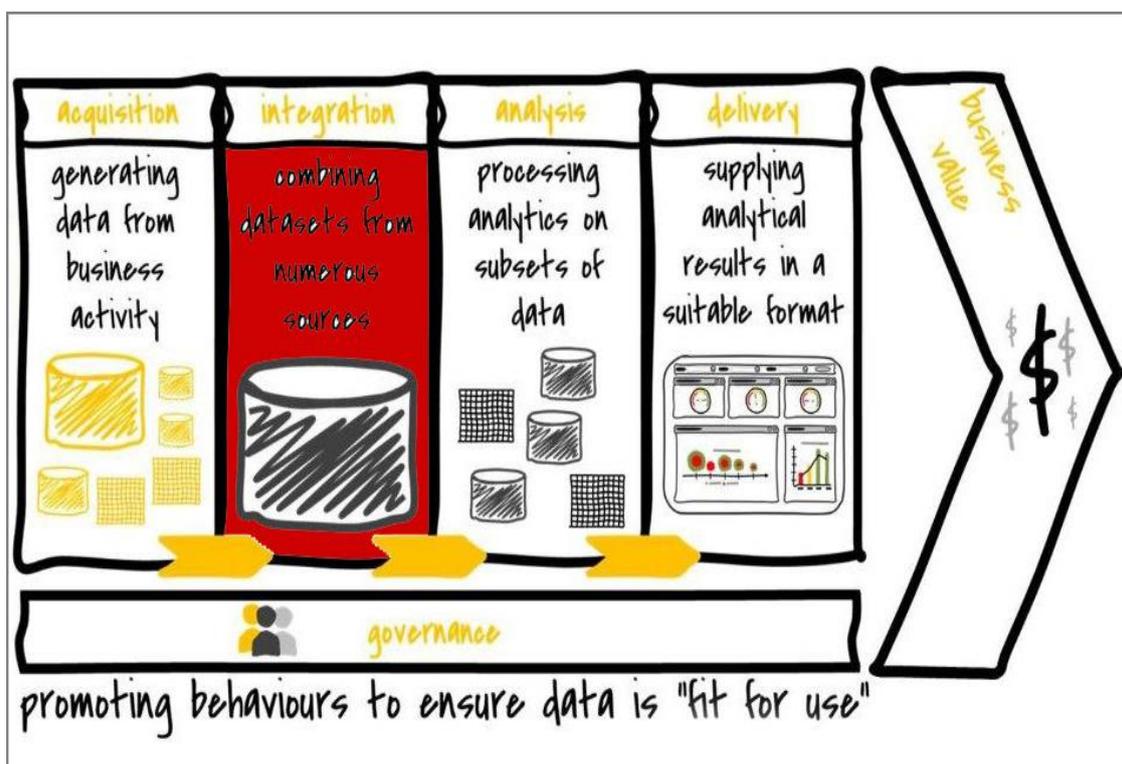
Es el punto al cual la fuente envía la información, es donde se recibe el mensaje. Este realiza el proceso inverso al de la fuente, ya que este se encarga de descifrar e interpretar lo que la fuente le entrega.

Para ejemplificarlo, se toma el ejemplo de un estudio que examina los antecedentes y consecuencias de las acciones comunicativas de la información turística; estos datos fueron obtenidos de los residentes extranjeros en Macao y receptores de información en China. En este caso se propone un modelo que describe como el tono general y la frecuencia percibida de los medios de información turística repercuten en las percepciones e intenciones de comportamiento en los destinatarios, que vienen a ser los recipientes de información. Asimismo, la calidad de información transmitida, la confianza que se origina en la identidad de un extranjero y la expectativa positiva y confianza en la información recibida influirá en el destinatario en cómo se comporte y las opciones que elija con el conocimiento recibido (Choi & Wu, 2018).

## 2.5. Ciclo de los datos

**Figura 4**

*Ciclo de datos*



Fuente Tomado y adaptado de "Business & Finance"<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Recuperado de: <https://businessandfinance.com/blog/guest-blog-being-data-savvy/>

### **2.5.1. Adquisición (Generación de datos de la actividad empresarial)**

Es la primera etapa de la Cadena de Suministro de Información, en esta se generan los conocimientos sólidos para la empresa u organización, ya que, con las fuentes de datos adecuadas, la adquisición de datos nos permitirá tomar decisiones con confianza.

Se debe tener en cuenta que un problema común en esta etapa, es tener fuentes de datos de muy mala calidad, como por ejemplo las hojas de cálculo. Presentarán una cantidad considerable de inexactitudes y duplicidades que nos llevará a complicaciones en el control de su uso y difusión (Nagle & Sammon, 2016).

Hay distintas fuentes en la adquisición de datos:

- Datos Estructurados: Son las bases de datos
- Datos Semi estructurados: Son datos con cierta estructura como archivos de Excel, archivos separados por comas, formato JSON, XML. No es tan rígida como una base de datos.
- Datos No estructurados: Son los videos, audios, texto e imágenes. No tienen una estructura definida.

Para explicar de mejor manera los conceptos antes definidos, se ejemplificará en un estudio realizado sobre el análisis de big data que tienen las organizaciones sanitarias de Estados Unidos con el fin de comprender sus capacidades y posibles beneficios. La arquitectura del análisis de la big data se divide en capas lógicas, que hacen que los componentes de análisis realicen funciones específicas con los que permita a los administradores de organizaciones de salud entender cómo transformar los datos de salud de diversas fuentes en información clínica significativa a través de las implementaciones de big data.

En el caso de la capa de información, incluye las fuentes de datos necesarias para proporcionar los conocimientos necesarios para respaldar las operaciones diarias y resolver problemas de negocios. En este caso, los datos estructurados son los tradicionales registros de salud electrónicos; los datos semiestructurados son los registros de los dispositivos de control de la salud y los datos no estructurados se tienen las imágenes clínicas. Todos estos datos clínicos se recopilan de distintos puestos y se almacenarán en las bases de datos según el formato del contenido.

La principal tendencia en la industria de la salud es que se generan mayores datos semiestructurados (como monitoreo del hogar, telesalud, dispositivos inalámbricos basados en sensores) y no estructurados (notas transcritas, imágenes y videos). Esto se debe al aumento de uso de sensores y monitores remotos que se dan por el crecimiento de los servicios de la atención médica domiciliaria, lo que significa que la cantidad de datos de estas dos fuentes seguirán creciendo de gran manera. Los datos semiestructurados y no estructurados hacen referencia a la información que no pueden almacenarse en una base de

datos relacional ni encajar en un modelo de datos predefinidos; como más ejemplos se tiene los registros sanitarios electrónicos basados en XML, imágenes clínicas, transcripciones médicas y resultados de pruebas de laboratorios. El éxito en el análisis de la big data recae en la capacidad de analizar los datos no estructurados, como se explicó antes, estos representan hasta el 80% de datos de salud.

La capacidad del análisis de la big data se define en la capacidad de recopilar una gran variedad de datos (datos estructurados, semiestructurados y no estructurados) para obtener conocimientos útiles para brindar un mejor soporte en la toma de decisiones, para la predicción en las preferencias y comportamiento de los clientes todo a través de softwares de análisis predictivos y así lograr la permanencia de los clientes teniendo su preferencia ya sea por la calidad de servicios y ofertas que se den (Wang, Kung, & Byrd, 2016).

a. Frecuencia: La adquisición de datos será de diferente manera según sea su frecuencia, puede ser de manera instantánea, en la cual se obtienen los datos de forma directa y usualmente más precisa, al adquirirse por comunicaciones no redundantes. Lo que llevará a que el procesamiento sea más cargado.

La otra frecuencia de recibir datos será mediante intervalos, en este caso, la precisión dependerá del último envío realizado y la continuidad debe ser definida para que no se repitan datos o se caiga en redundancias.

b. Datos brutos y procesados: El concepto de una Cadena de Suministro de Información consiste en todas las actividades y trabajos asociados a la transformación de la data bruta hacia la distribución de productos de información al consumidor final.

En el proceso de adquisición de datos se tendrá dos tipos de data, los datos brutos que son los que no han sido procesados desde la fuente y no han sido interpretados previamente. Estos harán más compleja su integración en la cadena. Luego están los datos procesados, estos al ya estar interpretados solo necesitan de personalización. Al contrario que la data bruta, harán menos complejo su integración en la cadena al ser datos ya procesados desde la fuente.

### **2.5.2. Integración**

El presente trabajo desarrolló este concepto para poder establecer la cadena de suministro de información. Al tener datos heterogéneos y que no se podían analizar a una simple vista para poder tomar una adecuada toma de decisiones, se tenía que depurar información irrelevante y aprovechar toda la información que permitiera crear el producto de información deseado.

El proceso de integración consta de la preparación de los datos adquiridos para poder explotarlos, limpiarlos, tener datos entendibles y homogéneos, y la optimización para consultas. En esta etapa, se realiza la integración de todos los datos que se obtuvo de la

adquisición de las numerosas fuentes. Como tal, se tiene que definir los conceptos con los que se trabajará a lo largo del proceso.

a. Limpieza de datos: En la adquisición de datos al recibir de diferentes fuentes, está supeditado a que exista duplicidad de datos y obtención de datos erróneos, por eso es necesario establecer un proceso de limpieza de datos que permitirá eliminar los datos que no pertenezcan a su conjunto de datos. Este proceso corregirá o eliminará los datos incorrectos, ya sean por ser corruptos, incompletos o duplicados.

Basado en Tableau (2020), se recomienda los siguientes pasos para la limpieza de datos, pero se debe tomar en cuenta que pueden variar según los tipos de datos que almacena cada organización o empresa:

- Eliminar duplicados o datos irrelevantes: Los datos duplicados ocurren con mayor frecuencia durante la recopilación de datos, esto se debe a la combinación de conjuntos de datos de distintas fuentes. En el caso de los datos irrelevantes se dan cuando se observa que los datos no pertenecen al problema específico que se está analizando. Este paso nos ayudará tener una mayor concentración en el análisis al tener un conjunto de datos más manejable y dirigido al objetivo principal.
- Arreglar datos estructurales: Se tienen que corregir los errores estructurales debido a que pueden generar categorías mal etiquetadas, es decir se puede estar analizando dos categorías que integren lo mismo solo por tener diferente nombre. Estos errores ocurren por faltas ortográficas, mayúsculas y minúsculas incorrectas y convenciones de nomenclaturas extrañas.
- Datos faltantes: Será frecuente encontrar datos nulos que no encajen según lo que se está analizando, por eso se tendrá que eliminar valores atípicos o reemplazar datos de un registro. No siempre los valores atípicos serán incorrectos, solo se deben eliminar los que sean irrelevantes para el análisis. Esto ayudará a mejorar el rendimiento de los datos con los que se trabaja.
- Datos aislados: Se presentarán valores extraños al momento de adquirir datos, pero no se pueden ignorar porque no serán aceptados al momento de usar algoritmos. Se deberán eliminar este tipo de datos mientras no se pierda información necesaria, al ser un valor extraño se debe sospechar su validez y que podría haber sido generado por un patrón que no ha sido identificado antes.

b. Ordenamiento: Tan importante como la limpieza de datos, lo es también el ordenamiento de datos. El ordenamiento se basa estructurar los *datasets* para que se facilite su análisis; teniendo los conjuntos de datos ordenados será una forma más fácil de manipular, modelar y visualizar ya que poseen una estructura específica. Para que un conjunto de datos esté desordenado o no dependerá de cómo sus filas, columnas y tablas se relacionan con las observaciones, variables y tipos. Las ventajas de tener unos datos estructurados de manera

coherente se reflejarán al momento de realizar el estudio sin necesidad de perder tiempo en la manipulación de datos.

Se considerará en el ordenamiento de datos que:

- Cada variable forma una columna
- Cada observación forma una fila
- Cada tipo de unidad de observación forma una tabla

### **2.5.3. Análisis**

Etapa en la cual toda la información integrada se analizará, no sin antes realizar una necesaria limpieza de los enormes conjuntos de datos que se tiene.

Para analizar, se debe conocer exactamente qué requisitos debe cumplir el producto de información para que este sea un producto de calidad para su consumidor. Considerar un producto de información de calidad será cuando proporcione la cantidad de información necesaria en el momento indicado y en el formato correcto. Todo esto con el fin que el consumidor pueda concretar la tarea deseada (Otto & Ofner, 2010).

a. *Business Intelligence* (BI): Para la exploración de datos y análisis predefinidos de datos en el pasado y presente está el *Business Intelligence* (BI). Este conjunto de métodos, aplicaciones y tecnologías que recopila los datos de una empresa y nos revelará información relacionado al pasado, averiguar qué ha sucedido, cómo, cuándo y por qué ocurrió. Se repasa y se vuelve a ver lo analizado con el fin de sacar una conclusión positiva. Las herramientas y estrategias que nos brinda el *Business Intelligence* nos da la capacidad de mejorar el proceso de toma de decisiones identificando los problemas y mejorando radicalmente los resultados.

En muchas empresas las decisiones que se toman se hacen en base a la intuición o experiencias personales, lo cual es arriesgado porque no se basan en informaciones concretas que puedan demostrar lo contrario, sino se basan en opiniones o conceptos que pueden haber sido influenciados por informaciones que solo estén acuerdo a sus ideales. Es por eso que el *Business Intelligence* será lo que nos permita identificar patrones en los datos siendo objetivos (Moreno, 2020).

Según Silva Solano (2017), se cuenta con los siguientes procesos para las soluciones de inteligencia de negocio:

- Proceso de extracción, transformación y carga de datos: Migración de información de las fuentes hacia el almacén de datos, limpiando e integrando la data obtenida.
- Proceso analítico en línea (OLAP): Se utiliza para tener una visualización de las bases de datos de una forma interactiva y multidimensional para tenerlos como consulta de información.

- Proceso de reportes (*Data mining*): Se basa en la elaboración de informes y consultas a detalle sobre un área en específico basado en la base de datos desarrolladas.
- Proceso de minería de datos: Proceso que identifica las tendencias, patrones y reglas abarcadas en la información, con lo que permite hallar problemas o circunstancias que pongan en riesgo el rendimiento de la empresa.

Del *Business Intelligence* se puede obtener diferentes tipos de reportes según sea cada caso que necesite la empresa u organización. El objetivo de los reportes será que el usuario obtenga información correcta y fiable, con el fin de optimizar el proceso de toma de decisiones en los negocios, ya sea en distintos tipos de escenarios o investigaciones. Un ejemplo se da en la empresa alemana de kits de comida *HelloFresh*, a esta empresa le demandaba demasiado tiempo elaborar informes de marketing digital debido a que eran manuales y eso los volvía ineficientes. Con el uso del *Business Intelligence*, se logró automatizar los procesos para generar los informes, reduciendo así las horas de trabajo por día y permitir realizar campañas según al público que se quieran dirigir. Asimismo, con los análisis obtenidos del comportamiento de los clientes se pudo optimizar las campañas de marketing con el objetivo de obtener una mejor retención de clientes. (Tableau, 2020)

Otro escenario en el que se evidencia el uso del *Business Intelligence*, es en la cadena de restaurantes estadounidense Chipotle Mexican Grill en el que, mediante el uso de una plataforma de BI moderna y automatizada, permitió tener una vista generalizada de todos los restaurantes. Este negocio presentaba el problema que las diferentes fuentes de datos evitaba que los equipos puedan tener un seguimiento de las operaciones de cada restaurante y poder administrar toda la cadena. Con un mejor acceso de datos, el personal mejoró el tiempo y la frecuencia en que se elaboraba los reportes ahorrando así horas de trabajo.

Pero el uso del *Business Intelligence* no aplica solamente para las grandes corporaciones o empresas, a pesar que muchos gerentes piensan que aplicar el BI resulta demasiado cara para una mediana empresa y por eso optan por soluciones tradicionales sin obtener resultados óptimos. Un caso de aplicación de BI de este tipo fue con la empresa de lavado de autos "Delta Sonic". Si bien los ejecutivos de la empresa sabían que podría generar más ingresos y administrar la cadena de una manera eficiente, no contaban con las herramientas necesarias para identificar sus productos más vendidos, los lavados de autos con mayor demanda, las principales promociones de marketing y el impacto que tenían en las ventas; sin esta información no se podía hacer crecer el negocio. La aplicación de un sistema BI, permitió que se pueda enviar datos sobre las ventas de productos y tener un *feedback* por parte de los clientes a los descuentos que se ofrecían; todo esto lo recibió los departamentos de finanzas y marketing para que permita decidir qué propuestas funcionaron y cuáles no. Mediante el uso de una herramienta de web BI simple e implementar un análisis simple de las ventas de las tiendas, se pudo ayudar a realizar un trabajo más eficiente en el lavado de autos y otros servicios que ofrecían. Todo esto basado en saber qué promociones funcionaban mejor

y generaban más ventas, sumado a la capacidad de realizar un seguimiento a los movimientos de los cajeros para evitar pérdidas innecesarias; con lo que se pudo lograr recuperar con suficiencia la inversión por aplicar un sistema BI (Holmes, 2007).

*b. Business Analytics (BA):* Para poder predecir qué podría suceder y qué debería suceder en un escenario futuro para la empresa, se usa el *Business Analytics* para buscar modelos predictivos con el objetivo de generar escenarios predictivos a la empresa de tal forma que se tendrá más información logrando evitar malas decisiones y tener un camino trazado hacia donde se quiere que la empresa se dirija. Se intenta reducir la incertidumbre para soportar la toma de decisiones.

En el caso del *Business Intelligence* este se enfoca al pasado, mientras que el *Business Analytics* nos indicará lo que puede pasar en un futuro mostrándonos los errores que pueden cometerse en un momento determinado y eliminarlos. Por eso que a diferencia del BI que usa cuadros de mando, el BA utiliza cuadros de mando interactivo que permite cambiar y mostrar los datos con el fin que nos permita realizar predicciones futuras.

Se muestra como un modelo de anticipación que es lo que necesita cualquier empresa; estas predicciones incluyen análisis estadísticos en los sistemas de algoritmos que incluyen reportes; estos sistemas están incorporados en muchas aplicaciones basadas en *Big Data* o *Data Analytics*. El *Business Analytic* es proactivo debido a que busca conseguir a través de los datos tener nueva información y nuevo conocimiento que sea útil usar.

Se cuenta con las siguientes actividades propias del *Business Analysis*:

- Informes: Nos permite explorar los datos a través de los gráficos, estadísticas y visualizaciones.
- Modelo descriptivo: Mediante el uso intensivo de la estadística se busca las distribuciones generales de probabilidad, la descripción de las relaciones entre las variables y la división de la base de datos en partes independientes mediante uso de técnicas.
- Modelado predictivo: Sirven para predecir una variable a partir de valores de otras variables.
- Descubrimiento de patrones y reglas: Se basa en la búsqueda de patrones que muestren grupos o combinaciones de entradas con cierta frecuencia.
- Clasificación y recuperación de contenidos: Se clasifica y evalúa todo el contenido extraído en los documentos y datos que se posee.
- El *Business Analytics* puede ser aplicado en distintos escenarios según requiera cada empresa u organización. Se puede constatar su aplicación en la empresa estadounidense Uber que ofrece vehículos de transporte con conductor a nivel internacional, que mediante el posicionamiento satelital que poseen ahora los teléfonos inteligentes permite desarrollar mapas avanzados y algoritmos para obtener las mejores rutas en las que se pueden circular en cada ciudad. Asimismo, el análisis de oferta y demanda permite predecir y cambiar las

tarifas a lo largo del día según cómo varíen la cantidad de solicitudes por parte de los clientes, obteniendo así mayores ingresos.

Otro escenario que se muestra es en el caso de las empresas de *Smart watches* (ejemplo *Apple Watch*), estos dispositivos electrónicos constantemente están obteniendo gran cantidad de información al estar registrando diversos parámetros del usuario como ritmo cardiaco, consumo de calorías y otros datos con los que permite obtener un análisis detallado de la salud, como también se podrá dar con conocimiento una visión beneficiosa sobre el bienestar del usuario al analizar todo el conjunto de datos obtenidos.

Como último ejemplo, se pone el caso de compañía estadounidense de comercio electrónico Amazon. El *Business Analytics* llevó a analizar el comportamiento de los clientes frente a las ofertas y la data de las transacciones, con lo que permitió crear modelos predictivos que muestren que productos tendrán mayor demanda y cuáles serán las necesidades futuras de los consumidores. Esto se ve claramente contrastado en como un usuario al ingresar a la página web de la empresa puede ver que capta sus preferencias y le mostrará qué es lo que busca (Universidad de Alcalá, 2018).

#### **2.5.4. Distribución (Suministro de resultados analíticos en un formato adecuado)**

Etapa en que se entrega el producto de información terminado hacia el consumidor. Es importante considerar todas las opciones de formatos y visualizaciones que se puede presentar los datos, cada opción tendrá diferentes características que ayuden al consumidor. Pero se deberá considerar la que mejor brinde una excelente flexibilidad en alinear la entrega de datos con las necesidades del consumidor. Si se elige un formato que no comunique lo deseado, podrá generar un impacto negativo para el cliente.

a. *Decision Support System: Decision support system* se basa en proporcionar apoyo luego de haber sido entregado el producto de información al consumidor o cualquier otro servicio prestado. Este proceso incluye recibir, registrar, asignar recursos de apoyo y respuesta a las consultas, reclamaciones y retroalimentación de calidad a los clientes por los productos y servicios de información brindados. Esto nos servirá para comenzar un rediseño del producto de información con el fin de perfeccionarlo y eliminar errores.

## **Capítulo 3**

### **Desarrollo de la experiencia**

Este capítulo presenta la experiencia del trabajo realizado, donde se expone en cada sección los acontecimientos que se dieron en cada etapa. Este capítulo está dividido en 4 secciones. La sección 3.1 explica el desarrollo de la adquisición de datos y su proceso de verificación de calidad que presentaban los informes, en la sección 3.2 se muestra el trabajo realizado en integrar toda la información adquirida para tenerla en un solo formato digital y su posterior procesamiento, en la sección 3.3 se define como se estableció la cadena de suministro de información para este tipo de trabajo donde se explica que elementos fueron los más complejos de identificar. Por último, la sección 3.4 se sustenta la validación del producto de información final, así como se hace referencia a los reportes de donde se obtuvo la data integrada y al trabajo de investigación que usó de referencia principal para este trabajo.

#### **3.1. Adquisición y verificación de calidad de informes**

Para la adquisición de los informes, se tuvo que solicitar al Departamento de Hidrografía todos los levantamientos topográficos realizados en el río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao. Esta fue la única fuente de información en la cadena de suministro de información debido a que la Dirección de Hidrografía y Navegación es la única organización que realiza y puede realizar cualquier tipo de estudio dentro de las instalaciones de la Base Naval del Callao; sin embargo, esto no afecta en la calidad de información obtenida debido a la fiabilidad y parámetros por los que se guían los trabajos topográficos realizados por el personal a cargo. Fue bajo la autorización del Capitán de Corbeta Iván Talavera López, Jefe del Departamento de Hidrografía, que se obtuvo el acceso a todos los levantamientos topográficos realizados por este departamento.

En la división de compilación hidrográfica, perteneciente al departamento de Hidrografía, el empleado civil Walter Salas Farías fue quien orientó y ayudó para poder entender la situación general de los informes respecto a la calidad y tipo de información que brindaban, como también las deficiencias que presentaba la división por no tener una compilación uniforme de los informes; él fue la persona directa que entregaba cada informe solicitado a lo largo de todo el estudio realizado.

Para tener claro qué información se buscaba adquirir, fue importante la guía del Ing. Eduardo Choque ya que él analizó que los transportes de sedimentos del río Rímac variaban considerablemente en las estaciones del año y tenía el concepto claro de qué se precisaba. Por eso, él planteó el problema que se tenía en la división de Oceanografía, el cual impedía como parte de su función de trabajo que era el análisis e investigación de las condiciones ambientales para evitar desastres naturales. Esto era debido a que no podía tener una visión completa de cómo ha ido variando el cauce del río Rímac cada año y eso no permitía poder crear un análisis de que factores podían afectar el nivel de colmatación como sucede mayormente por alguna anomalía o algún fenómeno natural.

La obtención de los informes no fue en un solo formato, debido a la falta de uniformización que existía en los archivos de la división de Compilación Hidrográfica perteneciente al departamento de Hidrografía. Los trabajos realizados en el área de estudio mencionado datan desde el año 1994, de los cuales se vienen realizando en diferentes meses cada año sin seguir un patrón. Sumado a que algunos informes solo estaban en formato digital, otros en físico y otros en ambos formatos.

Luego de haber obtenido todos los informes topográficos disponibles en los diferentes formatos, se procedió a verificar la calidad de datos. Partiendo que no había un formato común para todos los informes, se decide que lo mejor sería estandarizar y tener en un solo medio todos los datos para su posterior análisis. En cuestión de la calidad de los datos, no se observó inexactitudes o duplicidades lo cual no llevó a complicaciones a futuro.

La parte del trabajo más dificultosa en esta etapa fue tener claro con qué informes se iban a trabajar y cuáles no, eso solo se pudo lograr revisando detalladamente cada informe y la información que esta brindaba. Muy aparte de que los informes se habían realizado sin un orden, algunos trabajos de levantamiento topográficos brindaban poca o insuficiente información del cauce. Esto se debe a que aparte de los levantamientos topográficos se realizaban cada cierto tiempo comprendiendo todo el tramo que pasa por la Base Naval del Callao. También hubo informes que solo fueron por trabajos independientes que solo abarcaban un pequeño tramo de interés. Un ejemplo de eso fue cuando se realizaron mediciones del cauce para determinar el volumen de colmatación en las bases donde estaban ubicadas los cimientos de los puentes Citen y Gambetta por orden del departamento de Hidrografía.

Como parte de la adquisición de datos, se identificó que los informes nos entregaban datos procesados ya estaban interpretados previamente. Cada vez que se realiza un levantamiento topográfico se realiza un informe técnico en el que se detallan e interpretan toda la información obtenida en el mencionado trabajo, así como también es revisado por un jefe técnico que aprueba su correcto desarrollo y elaboración. Todo esto es realizado siguiendo los lineamientos estipulados en las normas técnicas N° 29 “Manual de procedimientos para la medición topográfica” de la Dirección de Hidrografía y Navegación.

Contar con este tipo de datos hizo menos complejo su integración a la cadena de suministro de información.

Aquí incluye una tabla resumen donde coloques el número de informes por año que había disponibles.

### **3.2. Digitalización y procesamiento de informes**

Con el objetivo de tener toda la información adquirida en un solo formato, se procedió a digitalizar en hojas de cálculo del programa Excel en el que se puso en una tabla las áreas del cauce y su distancia entre cada uno, lo cual nos dará el volumen por cada tramo y al final de la tabla se obtendrá la suma de todo el volumen medido en cada tramo para tener un volumen final. Este proceso se repitió por cada informe de levantamiento topográfico obtenido, ya sea en físico, digital o ambos formatos.

En el proceso de digitalización se constató que los levantamientos topográficos y sus respectivos informes fueron realizados en distintos meses en cada año, lo que nos llevó a discriminar la información que no sería relevante para un posterior análisis de cómo se colmata el río Rímac. Como se menciona, los trabajos al ser realizados en distintas temporadas, se optó por seleccionar los años que tienen mayor cantidad de levantamientos y que coincidan con otros años en las mismas épocas; el resultado fue que durante la época de invierno se contaba con la mayor parte de información, mientras que la data descartada fue los levantamientos topográficos realizados en verano, debido a que la cantidad de información era mínima causada por la mayor cantidad de lluvias y esto generaba que no fuera significativa para el análisis.

Parte de este procesamiento de informes conllevó a no considerar los levantamientos topográficos realizados en el año de 1994 hasta el año 1998 inclusive, debido a que no comprendían el tramo del Puente Gambetta al Puente Citen y los levantamientos topográficos se realizaron solo en la desembocadura del río Rímac. Asimismo, se observó que los años 1995 y 1997 no se realizó ningún levantamiento topográfico en el área de estudio.

**Tabla 1***Levantamientos topográficos realizados en el río Rímac en las inmediaciones de la Base Naval del Callao*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1994							X					
1995												
1996											X	
1997												
1998					X							
1999						X						
2000						X						
2001								X				
2002		X			X					X		X
2003							X					
2004	X				X					X		
2005					X					X		
2006						X						X
2007							X					X
2008								X			X	
2009						X						
2010			X			X						
2011						X					X	
2012										X		
2013	X							X	X	X	X	
2014	X					X				X		
2015	X							X		X		
2016							X			X		
2017				X					X	X	X	X
2018							X					X

*Fuente* Elaboración propia

En el Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3, se muestra los formatos que se digitalizaron y procesaron, el cual venía elaborado en los informes de los levantamientos topográficos realizados en el cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao. Se anexan con el fin de evidenciar la heterogeneidad de los informes con los que se trabajaron.

En el Anexo 1, enseña un formato con información completa, debido a que cuenta con los datos del levantamiento topográfico desde el inicio del tramo del río Rímac que pasa por la Base Naval del Callao, que tiene como referencia el puente Gambetta (perfil longitudinal 0+000). Hasta su término que es la desembocadura del río, que en condiciones normales es hasta los 1680 metros en el perfil longitudinal.

Mientras que en el Anexo 2 muestra un formato de trabajo de levantamiento topográfico en el cauce del río Rímac con un área de estudio reducida. En ese caso, se muestra un trabajo particular donde se mide la colmatación del río desde el puente Citen (1+200 en perfil longitudinal) hasta la desembocadura; donde hay la particularidad que en este estudio el perfil longitudinal llega hasta los 1920 metros en el perfil longitudinal. Esto se debe a la influencia del fenómeno de El Niño en ese año y originó que la desembocadura se haya prolongado y tenga mayor distancia debido a la colmatación producida anómalamente.

Como último caso, se evidencia en el Anexo 3 el caso de los formatos de los levantamientos topográficos que se realizaron después de un trabajo de dragado en el cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao. Donde se tiene poca o nula información de cómo pudo variar el cauce por la colmatación, debido a que al realizarse un dragado se deja al nivel de la cota rasante del río y los datos de una variación se muestran como 0.

### **3.3. Definición de la Cadena de Suministro de Información**

a. Adquisición: La información fue obtenida a través de los 48 informes de los levantamientos topográficos realizados en el cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao, elaborados por personal del Departamento de Hidrografía. Los informes han sido realizados desde el año 1999 hasta la actualidad.

b. Integración: Se digitalizó y se hizo la limpieza de toda la información en hojas de cálculo de Excel obtenidas por cada informe de levantamiento topográfico que se tenía en físico y/o digital, identificando las causas de la heterogeneidad de los informes

c. Análisis: Mediante la exploración y análisis de datos se realiza la generación de reportes y se elaboran escenarios futuros que puedan originarse en el cauce del río Rímac. Esto servirá para crear planes de prevención antes posibles desbordes de río que pueden afectar a las poblaciones aledañas.

d. Distribución: El producto de información final será de gran utilidad para la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), que cada año planifica los levantamientos topográficos.

Así como también servirá para entidades como Defensa Civil que trabaja en la elaboración de planes de prevención de desastres naturales como los desbordes de ríos.

### Figura 5

*Cadena de Suministro de Información elaborada para el presente trabajo*



*Fuente* Elaboración propia

Habiendo adquirido todos los datos que se tenían disponibles de nuestra fuente de datos, se procedió a definir la cadena de suministro de información ya habiendo cumplido la fase de adquisición de datos.

Continuando con la fase siguiente que es la integración, se integraron todos los informes de los levantamientos topográficos realizados. Parte del proceso fue la limpieza de datos, en la que se eliminaron los datos incorrectos de los informes realizados, se observó que varios datos no correspondían al valor correspondiente debido a una fallida operación matemática al calcular el volumen por cada tramo. Asimismo, como datos irrelevantes se eliminaron los informes realizados en los años 1994, 1996 y 1998 ya que por solo haber comprendido como área de estudio la desembocadura del río Rímac, no tienen la suficiente información para pertenecer como fuente de datos de esta cadena de suministro de información.

Con toda la información integrada se procedió a analizar como parte de la fase de análisis de la cadena de suministro de información. Se aplicó el concepto de *Business Intelligence* con el objetivo optimizar el proceso en la toma de decisiones. Esta parte del análisis se enfoca en el pasado donde se obtuvo que no había un orden y una cantidad definida en los levantamientos realizados por año, sólo se observó una cantidad mayor de trabajos realizados en el año 2017 debido a la presencia del Fenómeno El Niño. Lo que nos permite, a partir de eso, mejorar en la toma de decisiones al momento de programar en el año los trabajos de levantamientos topográficos en el área de estudio de este trabajo.

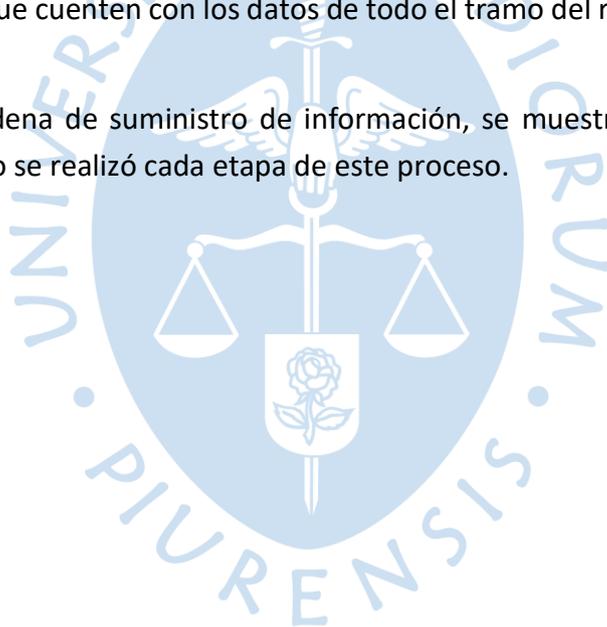
Con el concepto de *Business Analytics*, se permitió elaborar escenarios futuros que puedan originarse en el cauce del río Rímac. Esto se logró mediante la elaboración de gráficos poder observar en qué estación del año se tendrá una mayor colmatación originada

comúnmente por el aumento de lluvias en la sierra. Asimismo, el análisis logrado permitirá tener un plan de dragado en el cauce del río Rímac más eficiente.

Al tener un producto de información con la información y el formato correcto, se entregaron todos los resultados obtenidos al departamento de Oceanografía para que ya con la base de datos creada se siga cargando la nueva información que se obtenga de todos los levantamientos topográficos que realicen posteriormente, asimismo se entregó el script para poder exportarlo en el programa de cómputo numérico “Matlab” para poder elaborar en automático los gráficos con los datos que se ingresen en una hoja de cálculo del programa Excel.

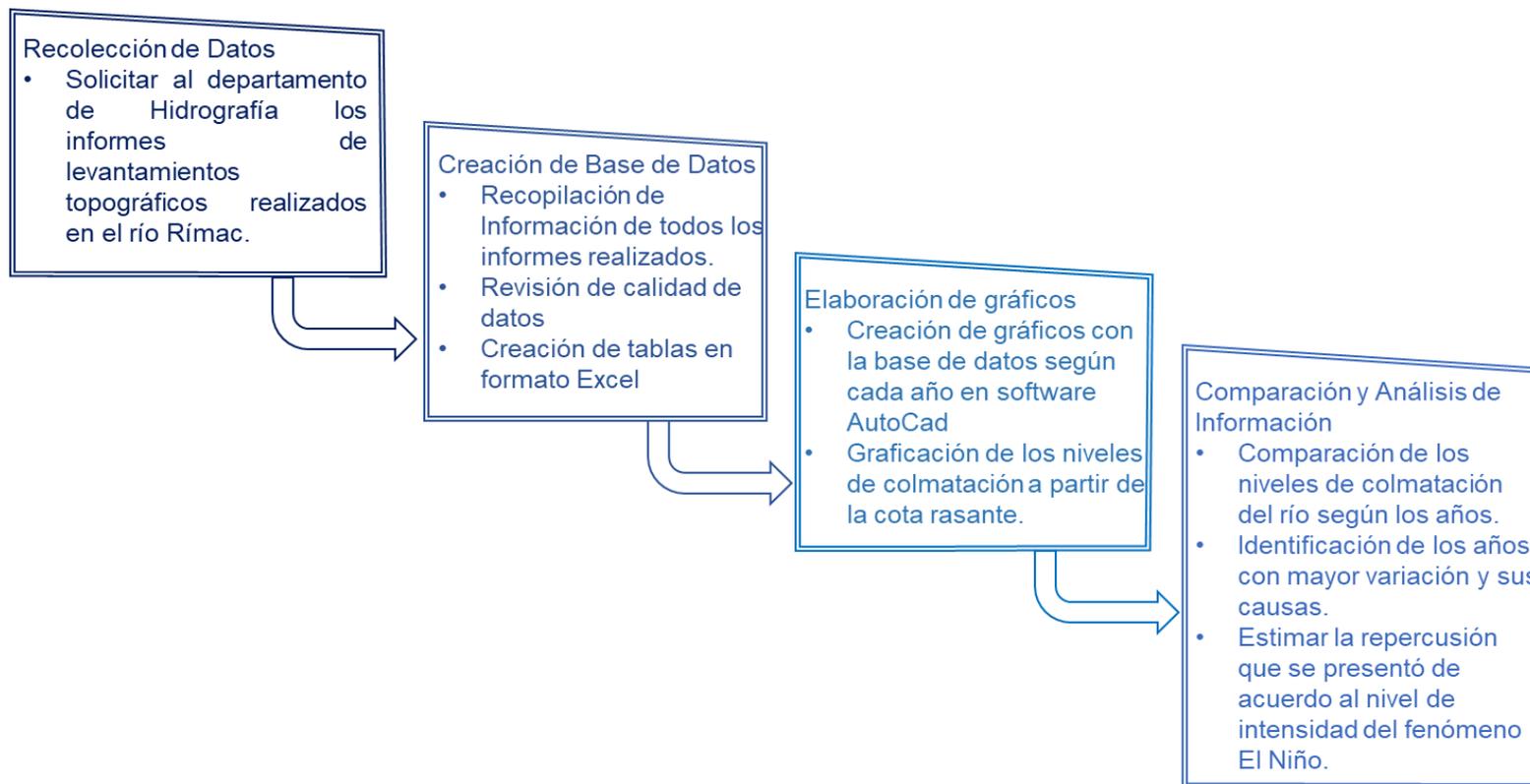
El proceso más complicado de la cadena de suministro de información fue decidir qué información iban a ser relevantes para el posterior análisis, eso sumado a que no se tenía uniformidad en los levantamientos topográficos respecto a las fechas que fueron elaborados. Bajo el concepto que se necesitaba comparar la variación de la colmatación del cauce del río Rímac cada año, la información con la que se trabajaría de los informes tenían que ser de las estaciones del año y que cuenten con los datos de todo el tramo del río Rímac que pasa por la Base Naval del Callao.

Definida la cadena de suministro de información, se muestra un diagrama de flujo donde se explica cómo se realizó cada etapa de este proceso.



**Figura 6**

*Diagrama de flujo de los procedimientos realizados en la cadena de suministro de información*



*Fuente* Tomado y adaptado de “Estudio sobre la colmatación del cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao en el periodo de 1999 a 2018”

### 3.4. Validación: Generación y análisis de reportes sobre los informes digitalizados

La generación de los informes digitalizados fue realizada mediante la creación de un script para luego ser exportado en el programa Matlab, con el cual trabajo con la información obtenida de cuadros creados previamente en hojas de cálculo del programa Excel en donde se registra los volúmenes de colmatación del río Rímac en el tramo de la Base Naval del Callao.

Los análisis de los reportes se lograron mediante las herramientas que se usaron, como fue la elaboración de los gráficos por año y poder compararlos y tener una mejor visualización de cómo se mostraba variación de colmatación en el tramo de estudio. La facilidad de contar un script, permitió comparar los volúmenes entre cada año y lo servía para identificar en cuáles se presentaron alguna anomalía en los datos. Como se demostró en los 1999 y 2017 que se registraron mayores volúmenes a comparación de los demás años y esto coincide con los eventos del Fenómeno El Niño en esos años.

A continuación, se presenta la tabla elaborada por el autor donde se muestra el volumen total medido en el cauce del río Rímac por año. Asimismo, se decidió mostrarlo en un gráfico de líneas con el fin de tener una mejor visualización de la información.

**Tabla 2**

*Volumen total de colmatación medida por años*

Año	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
1999	227,155.66
2000	146,513.80
2001	145,629.60
2002	5,398.20
2003	18,218.60
2004	7,655.40
2005	7,337.52
2006	51,416.26
2007	70,339.62
2008	60,493.04
2009	83,647.00
2010	41,544.32
2011	24,880.48
2012	63,271.40
2013	32,013.90
2014	11,849.20
2015	21,623.08
2016	15,039.94
2017	158,435.30
2018	14,314.20

*Fuente* Elaboración propia

**Figura 7**

*Volúmenes totales de colmatación del río Rímac en el tramo de la Base Naval del Callao anuales en m<sup>3</sup>*

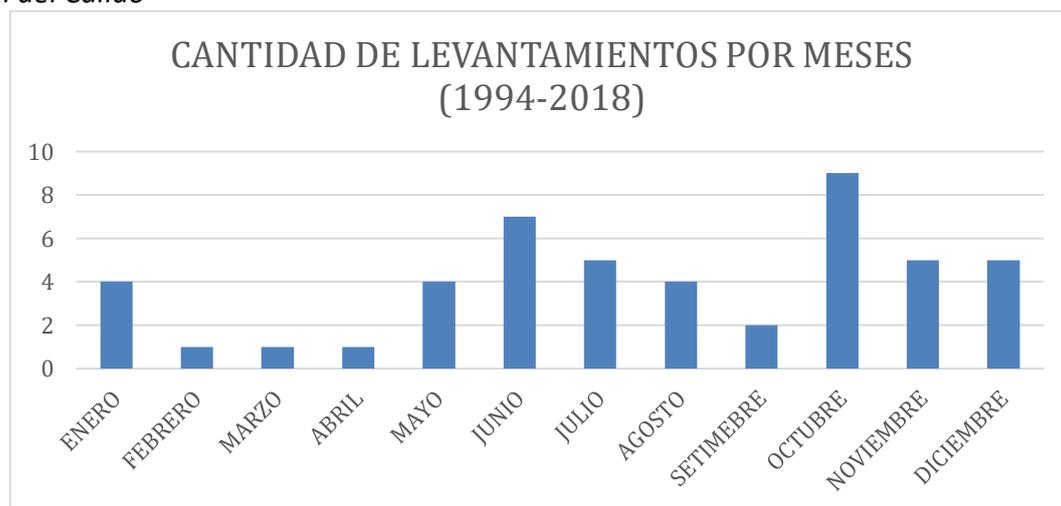


*Fuente* Tomado y adaptado de “Estudio sobre la colmatación del cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao en el periodo de 1999 a 2018”

De igual manera, con el fin de visualizar en qué meses se realizaba la mayor cantidad de levantamientos topográficos en el área de estudio, se muestra un gráfico de columnas en la Figura 7.

**Figura 8**

*Levantamientos realizados por mes desde 1999 a 2018 en el río Rímac en el tramo de la Base Naval del Callao*



*Fuente* Tomado y adaptado de “Estudio sobre la colmatación del cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao en el periodo de 1999 a 2018”

Los informes digitalizados obtenidos permitieron tener una comparación clara y se pudo identificar en que años se colmató más el cauce, así como identificar en que años se mostró una anomalía que se contrastaba claramente con la información que se tenía de eventos o fenómenos de origen climático. En el trabajo “Estudio sobre la colmatación del cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao en el periodo de 1999 a 2018” realizado por el autor, se validó los informes entregados en el que se identificaron claramente con las gráficas los años en que se presenciaron los efectos del fenómeno El Niño. Así como también, se pudo tener una visión más clara y general de cómo se ha ido planeando los trabajos de levantamientos topográficos en el cauce del río Rímac, en el que se demostró qué mes era ideal para realizar los trabajos de dragado con el fin que la colmatación que se genera cada año no llegue a generar un desborde el mencionado río.

En el Anexo 4, se muestra el script creado para ser exportado al programa Matlab con el fin de poder elaborar los gráficos de volumen de colmatación para cada informe. Y en el Anexo 5, se muestra ejemplos de los gráficos realizados con el script mencionado.





## Conclusiones

Se constató la relevancia que tiene la ciencia de datos. A través de todos los sistemas y procesos que permiten analizar el gran volumen de datos que en la actualidad se generan por la transformación digital, se obtiene un mejor manejo y conocimiento de la información que permitirá aprovecharlos en diferentes ámbitos. Esto permitirá a las organizaciones o empresas basarse en hechos concretos que reduzcan la incertidumbre o falta de confianza para una correcta toma de decisiones.

La cadena de suministro de información está basada en el concepto de la cadena de suministro tradicional que provee productos o servicios, donde estas dos cadenas logran equilibrar la oferta y la demanda mejorando la eficiencia de los procesos; no obstante, la cadena de suministro de información tiene un enfoque distinto que estudia la recopilación, interpretación y satisfacción de los requerimientos con información adecuada para los usuarios. En el caso de la cadena de suministro tradicional, tiene una clara diferencia por el flujo de los materiales, donde repercute en los costos que conlleva manejarlos, ordenarlos, producirlos, empacarlos y enviarlos; donde se usa la filosofía del *just-in-time*, la cual logra que el material se mueva cuando se necesite antes del proceso de fabricación y evitar almacenar grandes cantidades. Todo esto será logrado cuando se tenga a todas las operaciones de la cadena totalmente sincronizadas.

Para que una organización tome una óptima toma de decisiones y logre sus objetivos comerciales y estratégicos es importante entregar un producto de información de calidad. Esto se logra aplicando el concepto de la cadena de suministro de información que, a través de sus procesos, garantiza la calidad de información. Primero se analiza exactamente qué requisitos necesita el consumidor para concretar la tarea deseada, se verifica la calidad de sus componentes datos y que la información sea apta para el tipo de consumidor. Esto permitirá considerar que el producto de información sea de calidad para entregar la información correcta, en el momento correcto, en el formato correcto y a los destinatarios correctos.

El proceso de integración fue el que tuvo mayor enfoque en este trabajo, donde se resalta la importancia que tiene en la cadena de suministro de información. Esto se evidencia en caso se realice una mala integración, lo que llevaría a un mal análisis. Debido a esto, en el presente trabajo se entendió que los datos incorrectos y corruptos no permitirían una adecuada exploración y predicción, así como la información digital que se tenía en diferentes

formatos y la información no digitalizada conllevaría a una deficiente integración, si no se homogenizaban los datos previamente y se preparaban para que sean entendibles, con el fin de posteriormente trabajar con ellos para su modelamiento.

La automatización de los procesos es parte fundamental en la cadena de suministro de información, ya que la vuelve más eficaz al agilizar el tiempo de trabajo, evitar que esté expuesto a los errores humanos y se estandarice el rendimiento de cada proceso. Asimismo, se concluye que, si bien el objetivo del análisis de datos es la exploración y la predicción para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones, se estima que el 70 % del proceso del análisis de datos se invirtió en la adquisición e integración. Para este trabajo, la automatización fue enfocada en la adquisición e integración debido a ser los trabajos con mayor demanda tiempo; con esto, se logró reducir el tiempo para que se pueda invertir más en el razonamiento de datos.

Aun habiendo aplicado el concepto de cadena de suministro de información para este trabajo, si se hubiese utilizado una herramienta de tipo Microsoft Power BI o Tableau, se hubiese obtenido unas mejores visualizaciones con las que se podría interactuar mejor con los datos y modelarlos de una manera fácil, así como una interfaz que ofrezca un mayor control y seguridad de los datos que se manejan y la capacidad de trabajar de manera conjunta compartiendo toda la información que ingresen los diferentes usuarios. Cabe recalcar que, para poder hacer uso de estas herramientas de tipo *Business Intelligence*, se tendría que asumir con los costos mensuales que den acceso y soporte a estas plataformas.

Se recomienda a la Dirección de Hidrografía y Navegación la creación de una norma interna que estandarice un solo formato para la elaboración de los informes de los levantamientos topográficos, así como también disponer la correcta digitalización de los datos que se recopilen de los levantamientos topográficos en una misma base de datos que permita mantener la automatización creada para la elaboración de los gráficos, con el fin de facilitar la visualización de las variaciones que hay en cada trabajo. Esto permitiría que a partir de ahora se tenga un mejor orden a lo largo de la elaboración de los informes, se reduzcan los tiempos a la hora de integrar la información e invertir más tiempo en un correcto análisis de datos para lograr una correcta toma de decisiones en los planes estratégicos y de trabajos anuales que vea conveniente elaborar la Dirección de Hidrografía y Navegación.

## Lista de referencias

- Bystrom, K. (1999). *Task complexity, information types and information sources : examination of relationships*.
- Carruth, B. R., & Skinner, J. D. (2001). *Mothers' Sources of Information About Feeding Their Children Ages 2 Months to 54 Months*. Journal of Nutrition Education.
- Choi, S., & Wu, H. (2018). *Tourism communicative actions of sojourners and information recipients*. Journal of Destination Marketing & Management.
- Chuquillanqui Manrique, G. (2019). *Estudio sobre la colmatación del cauce del río Rímac en el tramo que pasa por la Base Naval del Callao en el periodo de 1999 a 2018*. Lima: Pirhua UDEP.
- Cooper-Martin, E. (1992). *Consumers and Movies: Information Sources For Experiential Products*. Advances in Consumer Research.
- Hato, E., Taniguchi, M., Sugie, Y., Kuwahara, M., & Morita, H. (1999). *Incorporating an information acquisition process into a route choice model with multiple information sources*. Transportation Research Part C: Emerging Technologie.
- Holmes, A. (15 de enero de 2007). *Business Intelligence: CIO*. Obtenido de CIO: <https://www.cio.com/article/2442847/business-intelligence--bi--for-the-mid-market.html>
- Marina de Guerra del Perú. (2017). *Portal Institucional: Dirección de Hidrografía y Navegación*. Obtenido de Dirección de Hidrografía y Navegación: [https://www.dhn.mil.pe/Archivos/organigrama\\_2017.pdf](https://www.dhn.mil.pe/Archivos/organigrama_2017.pdf)
- Marina de Guerra del Perú. (2020). *Portal Institucional Marina de Guerra del Perú*. Obtenido de Marina de Guerra del Perú: Acerca de nosotros: <https://www.marina.mil.pe/es/nosotros/acerca-de/>
- Marina de Guerra del Perú. (2020). *Portal Institucional: Dirección de Hidrografía y Navegación*. Obtenido de Dirección de Hidrografía y Navegación: Misión: <https://www.dhn.mil.pe/mision>

- Marina de Guerra del Perú. (2020). *Portal Institucional: Dirección de Hidrografía y Navegación*. Obtenido de Dirección de Hidrografía y Navegación: Hidrografía: <https://www.dhn.mil.pe/hidrografia>
- Marina de Guerra del Perú. (2020). *Portal Institucional: Dirección General de Capitanías y Guardacostas*. Obtenido de Dirección General de Capitanías y Guardacostas: <https://www.dicapi.mil.pe/organizacion/organigrama>
- Moreno, F. (14 de abril de 2020). *Qué es business intelligence: Open Webinars*. Obtenido de Open Webinars: <https://openwebinars.net/blog/que-es-business-intelligence/>
- Nagle, T., & Sammon, D. (7 de marzo de 2016). *Business & Finance*. Obtenido de <https://businessandfinance.com/blog/guest-blog-being-data-savvy/>
- Otto, B., & Ofner, M. (2010). *Towards a Process Reference Model for Information Supply Chain Management*. .
- Silva Solano, L. E. (2017). *Business Intelligence: un balance para su implementación*. InnovaG.
- Sun, S., & Yen, J. (2005). *Information Supply Chain: A Unified Framework for Information-Sharing*.
- Tableau. (noviembre de 2020). *5 ejemplos reales de inteligencia de negocios en acción: Tableau*. Obtenido de <https://www.tableau.com/es-mx/learn/articles/business-intelligence-examples>
- Tableau. (noviembre de 2020). *Data cleaning the benefits and steps to creating and using clean data*. Obtenido de <https://www.tableau.com/learn/articles/what-is-data-cleaning>
- Universidad de Alcalá. (2018). *Master en Data Science*. Universidad de Alcalá. Obtenido de <https://www.master-data-scientist.com/>
- Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. (2016). *Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations*. Technological Forecasting and Social Change.

## Anexos

### Anexo 1

Formato de cálculo de volumen desde el Puente Gambetta hasta la desembocadura del río Rímac, realizado en diciembre del 2018

CÁLCULO DE VOLUMEN CON NUEVA COTA RASANTE DEL RÍO RÍMAC DICIEMBRE 2018				
PUENTE GAMBETTA HASTA LA DESEMBOCADURA				
PERFIL LONGITUDINAL	ÁREAS (m <sup>2</sup> )	ÁREA PROMEDIO (m <sup>2</sup> )	DISTANCIA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
0+000	0.991			
		0.496	40	19.820
0+040	0.000			
		0.000	40	0.000
0+080	0.000			
		0.000	40	0.000
0+120	0.000			
		0.000	40	0.000
0+160	0.000			
		0.000	40	0.000
0+200	0.000			
		0.000	40	0.000
0+240	0.000			
		0.000	40	0.000
0+280	0.000			
		0.000	40	0.000
0+320	0.000			
		0.000	40	0.000
0+360	0.000			
		0.000	40	0.000
0+400	0.000			
		0.000	40	0.000
0+440	0.000			

		0.000	40	0.000
0+480	0.000			
		0.000	40	0.000
0+520	0.000			
		0.000	40	0.000
0+560	0.000			
		4.243	40	169.720
0+600	8.486			
		18.648	40	745.900
0+640	28.809			
		20.538	40	821.520
0+680	12.267			
		6.134	40	245.340
0+720	0.000			
		0.223	40	8.920
0+760	0.446			
		5.736	40	229.420
0+800	11.025			
		7.816	40	312.640
0+840	4.607			
		4.455	40	178.180
0+880	4.302			
		2.151	40	86.040
0+920	0.000			
		0.000	40	0.000
0+960	0.000			
		2.521	40	100.820
1+000	5.041			
		5.190	40	207.600
1+040	5.339			
		5.140	40	205.580
1+080	4.940			
		5.258	40	210.300
1+120	5.575			
		6.193	40	247.720
1+160	6.811			
		5.275	40	210.980
1+200	3.738			

		3.625	40	145.000
1+240	3.512			
		6.393	40	255.720
1+280	9.274			
		8.199	40	327.960
1+320	7.124			
		10.442	40	417.660
1+360	13.759			
		9.773	40	390.900
1+400	5.786			
		7.423	40	296.920
1+440	9.060			
		12.980	40	519.200
1+480	16.900			
		22.239	40	889.560
1+520	27.578			
		22.459	40	898.360
1+560	17.340			
		12.439	40	497.560
1+600	7.538			
		22.422	40	896.860
1+640	37.305			
		18.653	40	746.100
1+680	0.000			
<b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>) =</b>				<b>10,282.300</b>

**Anexo 2**

*Formato de cálculo de volumen desde el Puente Citen hasta la desembocadura del río Rímac realizado en diciembre del 2017*

<b>CÁLCULO DE VOLUMEN CON NUEVA COTA RASANTE DEL RÍO RÍMAC DICIEMBRE 2017</b>				
<b>PUENTE CITEN HASTA LA DESEMBOCADURA</b>				
<b>PERFIL LONGITUDINAL</b>	<b>ÁREAS (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ÁREA PROMEDIO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>
0+1200	100.173			
		105.1685	40	4206.74
0+1240	111.164			
		112.7825	40	4511.3
0+1280	115.401			
		118.2745	40	4730.98
0+1320	121.148			
		92.4885	40	3699.54
0+1360	63.829			
		60.9125	40	2436.5
0+1400	57.996			
		54.505	40	2180.2
0+1440	51.014			
		68.9935	40	2759.74
0+1480	89.973			
		101.856	40	4074.24
0+1520	116.739			
		126.9805	40	5079.22
0+1560	137.222			
		105.303	40	4212.12
0+1600	73.384			
		115.276	40	4611.04
0+1640	157.168			
		155.5085	40	6220.34
0+1680	153.849			
		118.628	40	4745.12
0+1720	83.407			
		82.873	40	3314.92
0+1760	82.339			
		90.1155	40	3604.62
0+1800	97.892			

		105.7875	40	4231.5
0+1840	113.683			
		114.4375	40	4577.5
0+1880	115.192			
		116.1625	40	4646.5
0+1920	117.133			
<b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>) =</b>				<b>73,842.12</b>

### Anexo 3

*Formato de cálculo de volumen desde el Puente Gambetta hasta la desembocadura del río Rímac realizado en octubre del 2016, luego de haberse realizado un trabajo de dagrado en el cauce*

#### CÁLCULO DE VOLUMEN CON NUEVA COTA RASANTE DEL RÍO RÍMAC OCTUBRE 2016

##### PUENTE GAMBETTA HASTA LA DESEMBOCADURA

PERFIL LONGITUDINAL	ÁREAS (m <sup>2</sup> )	ÁREA PROMEDIO (m <sup>2</sup> )	DISTANCIA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
0+000	0.000			
		0.000	40	0.000
0+040	0.000			
		0.000	40	0.000
0+080	0.000			
		0.000	40	0.000
0+120	0.000			
		0.000	40	0.000
0+160	0.000			
		0.000	40	0.000
0+200	0.000			
		0.000	40	0.000
0+240	0.000			
		0.000	40	0.000
0+280	0.000			
		0.000	40	0.000
0+320	0.000			
		0.000	40	0.000
0+360	0.000			
		0.000	40	0.000
0+400	0.000			

		0.000	40	0.000
0+440	0.000			
		0.000	40	0.000
0+480	0.000			
		0.000	40	0.000
0+520	0.000			
		0.000	40	0.000
0+560	0.000			
		0.000	40	0.000
0+600	0.000			
		0.000	40	0.000
0+640	0.000			
		0.000	40	0.000
0+680	0.000			
		0.000	40	0.000
0+720	0.000			
		0.000	40	0.000
0+760	0.000			
		0.000	40	0.000
0+800	0.000			
		3.938	40	157.52
0+840	7.876			
		7.841	40	313.64
0+880	7.806			
		3.903	40	156.12
0+920	0.000			
		0.000	40	0.000
0+960	0.000			
		0.000	40	0.000
1+000	0.000			
		0.000	40	0.000
1+040	0.000			
		0.000	40	0.000
1+080	0.000			
		0.000	40	0.000
1+120	0.000			
		0.000	40	0.000



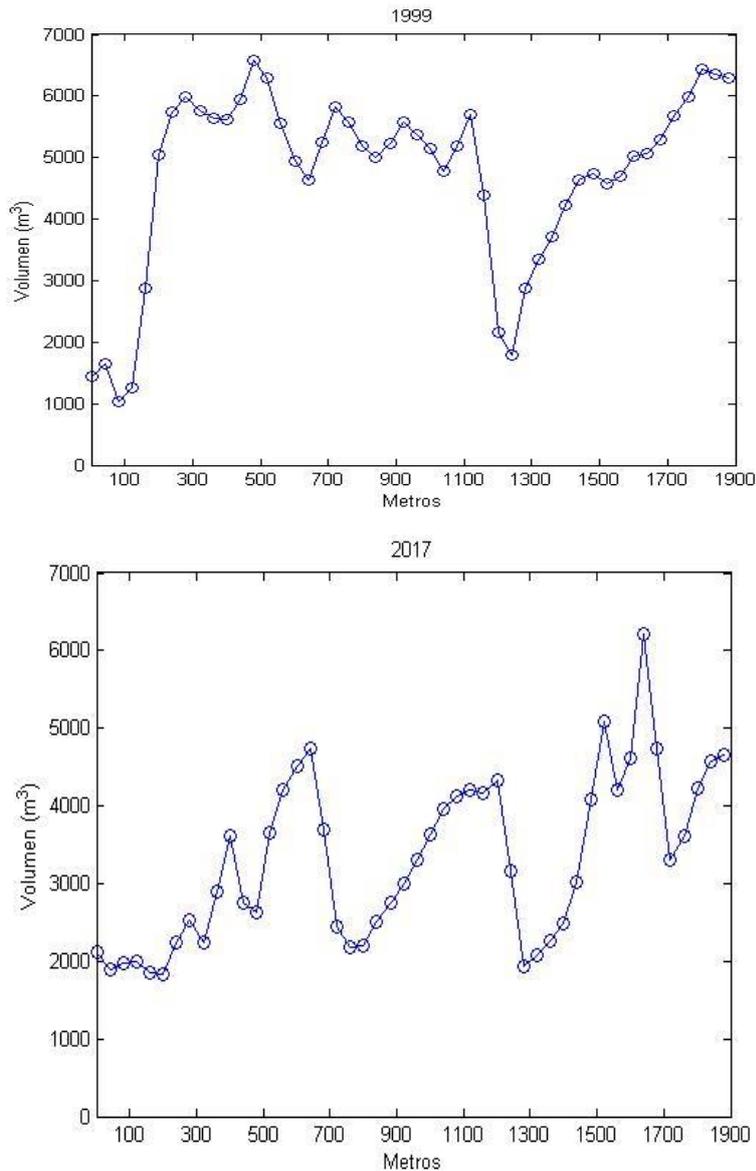
**Anexo 4**

*Script que se exporta al programa MatLab y elabora los gráficos del volumen de colmatación del cauce del río Rímac desde el Puente Gambetta hasta su desembocadura*

```
%%  
  
carpeta = 'C:\Users\G. OSPINA\Desktop\GIANCARLO\EXCEL INVESTIGACION HIDRO\  
  
%% se define en la carpeta que se ubican los archivos  
  
datos = xlsread ([carpeta, 'ANALISIS TOPOGRAFICO.xlsx'], 'JUN-99', 'A4:E100')  
  
datos(:,1)  
  
datos(:,5)  
  
x = datos(:,1)  
  
y = datos(:,5)  
  
indcX = isnan(x);  
  
indcY = isnan(y);  
  
figure  
  
plot(x(~indcX),[y(~indcY);NaN])  
  
hold on  
  
plot(x(~indcX),[y(~indcY);NaN],*,'Marker','o')  
  
xlim([0,1900])  
  
ylim([0,7000])  
  
xlabel('Metros')  
  
ylabel('Volumen (m^3)')  
  
title('1999')  
  
set(gca,'xtick',100:200:1920)  
  
figure
```

### Anexo 5

Gráficos del volumen de colmatación del cauce del río Rímac elaborados con el script creado que se exporta al programa MatLab



En cada gráfico se detalla en la parte superior el año del levantamiento topográfico que se está usando, en el eje Y se muestra el nivel de volumen de colmatación medida en metros cúbicos y en el eje X se muestra todo el perfil longitudinal del tramo del río Rímac que se está estudiando, donde el número 0 es donde empieza el Puente Gambetta y el número 1900 es la desembocadura del río Rímac.