



# POSGRADOS

Maestría en

**PRODUCCIÓN Y**

**OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Tesis

Tema:

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO PARA  
PROPUESTA DE RECUPERACIÓN Y PUESTA  
EN OPERACIÓN DE DRAGAS DE TOLVA EN  
EL MERCADO NACIONAL

Autor:

Carlos Alberto Morales Bejarano

Director:

Pablo Alberto Vallejo Tejada

GUAYAQUIL – Ecuador

2024

**Autor:**



Carlos Alberto Morales Bejarano  
Ingeniero Eléctrico -Automatización y control  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales  
Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
Carlosamb12009@hotmail.com

**Dirigido por:**



Pablo Alberto Vallejo Tejada  
Ingeniero Químico  
Magíster en Procesos Químicos  
pvallejo67@gmail.com

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

**Carlos Alberto Morales Bejarano**

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO PARA PROPUESTA DE RECUPERACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE DRAGAS DE TOLVA EN EL MERCADO NACIONAL.

---

## ***DEDICATORIA***

El presente logro está dedicado a mi esposa Jessica Estévez, mis hijos y padres, gracias por el constante aliento en todo emprendimiento, levantándome en los momentos difíciles y apoyándome a seguir adelante, son mi inspiración y mi razón de ser y actuar.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme salud y la oportunidad del impregnar conocimiento en mi mente y esperanza de vida para la puesta en práctica de dicho conocimiento.

A la Universidad Politécnica Salesiana a través de sus profesores y especialmente a mi Director de tesis Ing. Pablo Vallejo Tejada, por su oportuna dirección en este proyecto de tesis.

A la empresa estatal de Servicio de Dragas, a través del señor Director CPNV-EMT Julio Ortiz y a su personal técnico y administrativo, quienes colaboraron y facilitaron la recolección de información.

# Tabla de contenido

## Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Formulación del problema.....	14
1.2. Justificación teórica.....	14
1.3. Justificación práctica .....	14
<b>2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>15</b>
2.1. El dragado .....	15
2.1.1. Dragas de tolva y actividad en el mar.....	16
2.1.2. Limitantes históricas de producción con dragas de tolva .....	17
2.2. Herramientas de la calidad .....	20
2.3. Indicadores financieros para proyección de inversión .....	21
2.3.1. VAN .....	21
2.3.2. TIR .....	21
2.3.3. PAYBACK .....	22
2.4. Indicadores de calidad en servicios de dragado .....	22
2.4.1. Eficacia .....	23
2.4.2. Costos.....	23
<b>3. MARCO SITUACIONAL EMPRESA SERVICIO DE DRAGAS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Misión de SERDRA.....	26
3.2. Visión de SERDRA.....	26
3.3. Ubicación geográfica y estructura de la empresa .....	26
3.4. Tipos de dragas en la empresa .....	27
3.5. Los ciclos de dragado para unidades de tolva .....	28
3.6. Participación actual de SERDRA en el mercado.....	30
3.7. Puertos comerciales considerados a dragar .....	32
3.8. Inversión y estimación costos para reparación de dragas de tolva.....	33
3.9. Históricos de caída de eficacia en draga Nueva Loja .....	38
3.10. Históricos de costos deficientes de la empresa .....	40
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>42</b>
4.1. Método de investigación .....	42
4.2. Determinación de problemas en la organización .....	43
4.3. Determinación de la demanda del servicio de dragado .....	44
4.4. Determinación de costos de producción y administrativos .....	45

4.5. Indicadores financieros para inversión en unidades de dragado .....	48
4.6. Eficacia operativa en la nueva draga de tolva .....	49
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
5.1. Causa raíz de problemas de la empresa .....	50
5.2. Proyección de la demanda y determinación de permanencia .....	51
5.3. Determinación de costos .....	54
5.4. Indicadores financieros de inversión y recuperación en unidades .....	57
5.5. Indicadores de eficacia de la producción de la draga de tolva que se va a adquirir .....	60
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
Conclusiones .....	64
Recomendaciones.....	66
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Proyección de volumen de dragado por estudio A.P.G 2018.....	18
<b>Tabla 2.</b> Características técnicas de dragas de corte y tolva.....	28
<b>Tabla 3</b> Actividades del proceso de dragado.....	29
<b>Tabla 4.</b> Resumen de capacidades de dragado. ....	30
<b>Tabla 5</b> Empresas de dragado en el Ecuador .....	31
<b>Tabla 6.</b> Detalle y costos de reparación y adquisición dragas de tolva.....	35
<b>Tabla 7.</b> Depreciación para dragas de tolva. ....	36
<b>Tabla 8.</b> Resumen de capacidad de dragado Nueva Loja. ....	38
<b>Tabla 9.</b> Histórico de eficacia para dragas Nueva Loja. ....	39
<b>Tabla 10.</b> Histórico de costos de la empresa SERDRA. ....	41
<b>Tabla 11.</b> Resumen de determinación de costos. ....	47
<b>Tabla 12.</b> No conformidad. Estado crítico mecánico de la draga de Nueva Loja.....	50
<b>Tabla 13.</b> No conformidad. Falta de control de producción y costos de dragado.....	50
<b>Tabla 14.</b> Planteamiento de nueva matriz de producción. ....	52
<b>Tabla 15.</b> Resultados de ingresos por ventas y volumen dragado.....	53
<b>Tabla 16.</b> Costos relacionados con volumen de producción.....	54
<b>Tabla 17.</b> Matriz ejecutiva costos proyectados en el tiempo. ....	55
<b>Tabla 18.</b> Comparación de costos antes y después de intervención. ....	56
<b>Tabla 19.</b> Ingresos y costos planificados. ....	58
<b>Tabla 20</b> Determinación de utilidad bruta y flujo de caja. ....	59
<b>Tabla 21</b> Determinación de <i>VAN</i> , <i>TIR</i> y <i>PAY BACK</i> .....	60
<b>Tabla 22</b> Volumen de dragado planificado anual.....	60
<b>Tabla 23.</b> Comparación de Indicadores de eficacia.....	61

## Índice de figuras

---

<b>Figura 1</b> Draga diseñada por Leonardo Da Vinci .....	16
<b>Figura 2</b> Draga de tolva (vista superior y lateral .....	17
<b>Figura 3</b> Estructura organizativa.....	26
<b>Figura 4</b> Ubicación geográfica de las dragas en el país .....	27
<b>Figura 5</b> Ciclo de dragado .....	29
<b>Figura 6</b> Porcentaje de participación del dragado en la economía nacional .....	31
<b>Figura 7</b> Demandantes del dragado en puertos del país .....	32
<b>Figura 8</b> Histórico eficacia draga Nueva Loja .....	40
<b>Figura 9</b> Histórico de costo unitario empresa SERDRA .....	42
<b>Figura 10</b> Diagrama de causa raíz. Proceso productivo ineficaz .....	43
<b>Figura 11</b> Proyección de demandantes de dragados en Ecuador .....	45
<b>Figura 12.</b> Costos unitarios vs. precio de venta SERDRA.....	57
<b>Figura 13</b> Eficacia mejorada en draga .....	62

## Índice de Anexos

---

<b>Anexo 1</b> Flujograma para las dos dragas de tolva de la empresa. ....	69
<b>Anexo 2</b> Proyecciones dragas de tolva de la empresa en diferentes escenarios .....	70
<b>Anexo 3</b> Informe estado draga Nueva Loja .....	72
<b>Anexo 4</b> Matrices de costos .....	74
<b>Anexo 5</b> Proceso de cálculo financiero .....	79

# ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO PARA PROPUESTA DE RECUPERACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE DRAGAS DE TOLVA EN EL MERCADO NACIONAL

Autor:

Carlos Alberto Morales Bejarano

## Resumen

El dragado con buques de tolva en los mares es una actividad productiva importante para el sector marítimo porque impide la acumulación de sedimentos, inundaciones y asegura la movilidad de los buques. El presente trabajo de investigación se orienta principalmente a las dragas de tolva, por ser las de mayor producción y las que reportan los mayores costos a la empresa SERDRA. El objetivo de este trabajo se centra en proponer un modelo de producción con un respaldo técnico y un estudio financiero que garantice la sostenibilidad de la empresa, para lo cual se ha levantado información desde el año 2010 hasta el 2024. Las caídas críticas de productividad anual en los últimos años han sido la consecuencia de la falta de mantenimiento de la maquinaria y el mal estado de las unidades. Para solucionar estos problemas se propone la inversión de capital para cambiar una unidad de dragado y gestionar el mantenimiento de otra. Así, se ha elaborado un plan de producción de dragado para la flota, incluyendo mantenimientos mayores, proyectado a 10 años y con base en la necesidad de los clientes y la frecuencia de dragado. Con ello se estima la obtención de un volumen de dragado de 21 107 498 m<sup>3</sup> para los años del 2024 -2033, lo que supondría una gran mejora respecto a los años anteriores, en concreto del 2014-2023, que fue de 14 793 900 m<sup>3</sup>. Se estableció para la draga Nueva Loja al final del año 2024 que la eficacia del dragado sería del 0 % y la eficacia acumulada del 43,56 % con tendencia a la baja, debido a condición mecánica desfavorable, determinándose técnicamente no reparable, lo que impide cumplir con el dragado. En cambio, con la inversión en una nueva draga se podría obtener al final del 2033 una eficacia en la draga de tolva al 100 % y una eficacia acumulada al 65,4 %. El levantamiento de costos totales anuales determinó que se requiere como máximo 5 275 391 millones dólares anuales para el sostenimiento de las operaciones de toda la flota de dragas. La evaluación de inversión financiera dio los siguientes resultados proyectados: VAN positivo de \$ 31 903 267; TIR de 34,1 %, y un PAY BACK de 3 años y 40 días, tiempo en el cual sería cubierta la inversión. Los resultados financieros proyectados son favorables y demuestran la viabilidad del proyecto del cambio de la draga Nueva Loja por otra nueva de mayores capacidades y requerida por el mercado.

### Palabras clave:

Dragado, tolvas, navegabilidad, naviera, bandas, molinete.

## Abstract

---

Dredging with hopper vessels in the seas is an important productive activity for the commercial maritime sector because it prevents the accumulation of sediments and flooding and ensures the mobility of vessels. This research work is mainly aimed at hopper dredgers, as they are the ones with the highest production and the ones that report the highest costs to the SERDRA company. The objective of this work focuses on proposing a production model with technical support and a financial study that guarantees the sustainability of the company, for which information has been collected from 2010 to 2024. The critical drops in annual productivity at recent years they have been the consequence of the lack of maintenance of the machinery and the poor condition of the units. To solve these problems, the timely capital investment is proposed to change one dredging unit and manage the maintenance of another. Thus, a dredging production plan has been prepared, including major maintenance, projected for 10 years and based on the needs of clients and the frequency of dredging. With this, it is estimated that a dredging volume of 21,107,498 m<sup>3</sup> will be obtained for the years 2024-2033, which would represent a great improvement compared to previous years, specifically 2014-2023, which was 14,793,900 m<sup>3</sup>. . By the end of 2024, it was established that the dredging efficiency would be 0% and the accumulated efficiency would be 43.56% with a downward trend, due to the damage caused by the Nueva Loja dredge, a condition that prevents it from continuing to fulfill projects. of dredging, being determined technically not repairable. On the other hand, with the investment in a new dredge, 100% efficiency and 40% cumulative efficiency could be obtained at the end of 2033. With the survey of total annual costs, it was calculated that the operation of the dredger fleet would amount to 5 275,391 million dollars annually for the next 10 years. The financial investment evaluation gave the following projected results: positive VAN of \$30,690,417; TIR of 33.6%, and a PAY BACK of 2 years and 1 month, during which time the investment would be covered. These projected financial results are favorable and demonstrate the viability of the project to change the Nueva Loja dredge for a new one with greater capacities and required by the market.

**Keywords:**

Dredging, chute, navigability, shipowner.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El comercio marítimo mueve millones de dólares en todo el mundo, y esto se logra manteniendo rutas habilitadas para la navegación de buques comerciales. Ecuador está dando sus primeros pasos en el desarrollo portuario, aprovechando su salida al océano Pacífico. El dragado es una actividad de mantenimiento marítimo que se repite a lo largo del tiempo. La frecuencia del mantenimiento de las rutas fluviales se determina por el comportamiento de las mareas, las corrientes marinas y el tipo de material del subsuelo, que generalmente es arena. En los últimos años, el Estado se ha propuesto contar con puertos comerciales operativos con profundidades navegables superiores a 11 metros.

La empresa de Servicio de Dragas de la Armada del Ecuador es una entidad estatal. Con el paso de los años, sus unidades han mostrado una baja productividad debido a frecuentes paradas no programadas durante los contratos. Este deterioro, junto con los altos costos, ha generado incertidumbre sobre la conveniencia de seguir operando. Las opciones consideradas son invertir en la recuperación de las unidades o darlas de baja. En este contexto, dos dragas de tolva de la organización constituyen la columna vertebral del negocio y son el foco de este estudio, cuyo objetivo es analizar técnica y económicamente la propuesta de recuperación y puesta en operación de las dragas de tolva en el mercado nacional. Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la demanda para el servicio de dragado marítimo y analizar si la permanencia resulta favorable.
- Estimar el incremento de calidad a través de la eficacia operativa en procesos de dragado.
- Determinar y optimizar los costos operativos de las dragas de tolva.
- Minimizar el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto.

### 1.1. Formulación del problema

La empresa estatal de Servicio de Dragas de la Armada del Ecuador actualmente presenta baja productividad en sus operaciones debido a que dos de sus unidades de dragado de tolva se encuentran en un estado mecánico y estructural que no es favorable. Dada la competencia en el mercado nacional, es necesaria una valoración técnica y económica antes de realizar una inversión para recuperar estos buques y alcanzar los niveles de eficacia y competitividad en el mercado.

### 1.2. Justificación teórica

Es importante contar con el diagnóstico técnico de los buques de dragado tipo tolva a fin de determinar limitaciones técnicas y proponer correcciones para asegurar una operación segura y eficiente de la embarcación. El diagnóstico técnico se justifica en dos pilares: garantías en la seguridad del personal, al minimizar el riesgo de accidentes de la tripulación, la vida útil de la embarcación y valoración como activo productivo. (Parambath *et al.*, 2022)

### 1.3. Justificación práctica

En 2021, el Gobierno nacional, a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), invirtió 461 millones de dólares en el mantenimiento de puertos (actividades de dragado). El crecimiento de la demanda de dragado en los puertos ecuatorianos ha sido aprovechado por empresas extranjeras, creando una competencia desigual que roza el monopolio. Las rutas marítimas requieren mantenimiento aproximadamente cada tres años, lo que implica el retiro y reubicación de miles de metros cúbicos de materiales arenosos, rocas y sedimentos acumulados en los diversos puertos.

En los últimos años, SERDRA ha reportado baja productividad y mínima participación en el mercado, en gran medida debido a las condiciones operativas desfavorables de sus unidades. La institución debe tomar decisiones estratégicas respecto a la condición de sus activos, teniendo en cuenta que ya tiene varios años de experiencia a nivel nacional y posee respaldo jurídico como empresa nacional, lo que fundamenta sus actividades.

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

---

### 2.1. El dragado

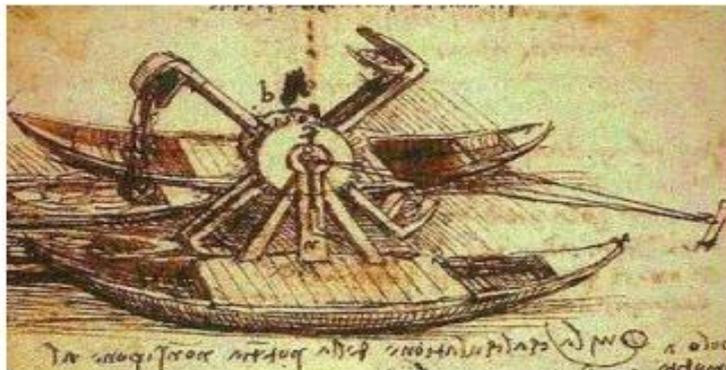
El proceso de dragado consiste en la remoción de materiales subacuáticos, como rocas y sedimentos, en ambientes marinos, fluviales o lacustres. Este proceso se originó en 1513 debido a la necesidad de habilitar canales para el paso de embarcaciones, evitar inundaciones y aumentar la capacidad de transporte en el agua. (Weeks y Fisher, 2022)

El dragado comprende varias etapas, incluyendo la extracción, transporte y disposición de materiales. La extracción se realiza con equipos como bombas de succión, mientras que el transporte se lleva a cabo a través de embarcaciones, gánguiles o tuberías. El material recolectado se descarga en el fondo de la embarcación transportadora o se bombea a través de tuberías. Es común aprovechar los materiales obtenidos mediante el dragado para obras de relleno de playas, rellenos en zonas rurales bajas o como materiales para obras civiles. (Ullrich, 2019)

Leonardo da Vinci fue el primero en diseñar una especie de excavadora o draga, compuesta por dos barcas paralelas con una gran rueda en el centro. Esta rueda tenía palas en forma de brazos que limpiaban los canales, extrayendo material (arena) de los ríos y almacenándolo temporalmente a bordo en un cajón. La draga se accionaba mediante una manivela montada directamente en el eje de la rueda. Adicionalmente, llevaba cuerdas sujetas al muelle y, al otro extremo, en un molinete, se enrollaban o desenrollaban según el área a dragar. En la Figura 1 se puede observar el bosquejo de la draga.

**Figura 1.**

Draga diseñada por Leonardo Da Vinci.



Fuente: *Mecanismos colsaf*, tomado de: *La Draga*, Leonardo da Vinci, (2022).

### 2.1.1. Dragas de tolva y actividad en el mar

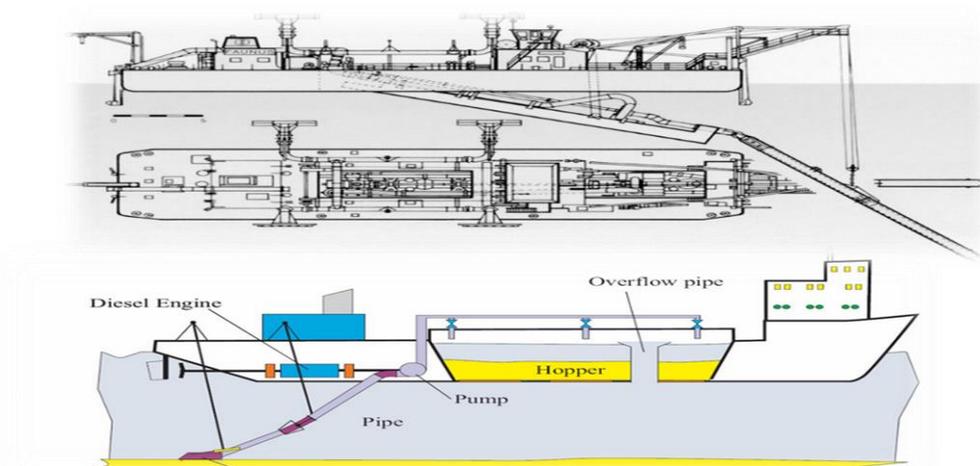
La draga de tolva pertenece a la clasificación de dragas hidráulicas y admite condiciones marítimas adversas. Está diseñada para dragado en el mar, áreas costeras y grandes esteros donde el calado y la propulsión le permita ingresar. Este tipo de embarcación es autopropulsada, preparada para dragar mientras navega, recogiendo elevados volúmenes de material de una forma sencilla y económica. Estructuralmente es un buque adecuado para transporte de cargas líquidas y semisólidas en su interior. Está recomendada para terrenos arcillosos, arenosos y rocas blandas, no materiales compactos (Asociación Internacional Empresas Dragado, 2014).

El proceso de dragado empieza con la ubicación de la draga en la zona de dragado y la regularización de la velocidad del barco, la cual debe ser inferior a cuatro nudos. El material se aspira por un tubo a sus bandas (extremos laterales), mediante un cabezal de succión acoplado a un brazo de dragado. En la embarcación se encuentra una bomba de dragado o aspiración que crea el vacío necesario en el cabezal para poner en suspensión los materiales sueltos en el agua y aspirar la mezcla agua-material. El material se vierte temporalmente en la cántara o tolva de la propia draga con capacidades de almacenamiento de 1 000 m<sup>3</sup> hasta 30 000 m<sup>3</sup> dependiendo de la draga, el uso y la generación; el agua que queda en la parte superior se decanta con el pasar del tiempo (los líquidos se evacúan a través de un dispositivo de rebose llamado

*overflow*). Una de las grandes ventajas de este tipo de dragas es la posibilidad de transportar material a grandes distancias en el mar y la descarga se produce por apertura de compuertas bajo la tolva, o bien se puede descargar material por aspersión como el caso de relleno de playas. Para una mejor comprensión, en la [Figura 2](#) se presenta un gráfico de la vista de la draga de tolva.

### Figura 2.

Draga de tolva (vista superior y lateral).



Nota. El gráfico muestra las vistas estructurales de las dragas de tolva con accesorios principales (Lucila, 2021)

En las dragas de tolva la medición de la producción se realiza en tiempo real, registrándose la cantidad de material sólido que ingresa a la tolva. Sin embargo, este equipo no está operativo en las dos dragas de tolva de la empresa. Actualmente se utiliza un método empírico de medición basado en la densidad de la mezcla y se confirma con batimetrías frecuentes.

#### 2.1.2. Limitantes históricas de producción con dragas de tolva

En el año 2018 la Autoridad Portuaria de Guayaquil (A.P.G) presentó batimetrías y modelos matemáticos para el canal de Guayaquil para una distancia de 95 km (área de mayor sedimentación del país). Los resultados del estudio mostraron para el 2018 y años posteriores requerimientos de dragado a profundidades y volúmenes anuales mayores

a la capacidad de extracción de las dragas de tolva de la Armada del Ecuador y de cualquier empresa nacional. A continuación, en la Tabla 1 se detallan los requerimientos de dragado para el canal de Guayaquil por A.P.G.

**Tabla 1.**

Proyección de volumen de dragado por estudio A.P.G 2018.

<b>Requerimientos de dragado 2007-2018</b>			
<b>Profundidad del canal de Guayaquil (m)</b>	<b>Volumen de mantenimiento anual en época seca (arena m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen de mantenimiento anual en época húmeda (arena m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen total de mantenimiento anual (arena m<sup>3</sup>)</b>
9,60	630 000 m <sup>3</sup> /año	1 120 000 m <sup>3</sup> /año	1 750 000 m <sup>3</sup> /año
<b>SERDRA</b>	 DRAGA LOJA Capacidad dragada	 DRAGA F. ORELLANA Capacidad dragada	
	Para macroproyectos las dragas trabajan en conjunto	12 h trabajo/día 2 376 000 m <sup>3</sup> /año	12h trabajo/día 1 039 500 m <sup>3</sup> /año
	24 h trabajo/día	24 h trabajo/día	6 831 000 m <sup>3</sup> /año
NOTA.- Impedimento de leyes impiden contratar personal en empresas estatales y así poder trabajar hasta 24 horas.			
<b>Requerimientos de dragado 2018 - 2023</b>			
<b>Profundidad requerida en el canal de Guayaquil (m)</b>	<b>Volumen anual (roca m<sup>3</sup>) (primer año)</b>	<b>Volumen anual (arena m<sup>3</sup>) (primer año)</b>	<b>Volumen anual (arena m<sup>3</sup>) Para área 52 millas</b>
	<b>APERTURA</b>	<b>APERTURA</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
	<b>DRAGA CORTADOR</b>	<b>DRAGA TOLVA</b>	<b>DRAGA TOLVA</b>
9,50	17 646	1 121 575	1 050 000
10,0	45 096	3 962 744	2 810 000
10,5	60 718	7 195 508 	2 910 000
11,0	198 201	11 476 384	3 040 000
11,5	1 403 154	18 230 548	3 830 000
NOTA.- La capacidad de las dragas de tolva nacionales no permite cumplir con el requerimiento de apertura de canal, matriz elaborada en base a estudio previo (Consulsua-Asociación-Geoestudios, 2012).			

La Tabla 1 muestra las limitaciones de capacidad de obtención de material para dragas de tolva de todas las empresas nacionales y la imposibilidad de cumplimiento de obras para etapas de aperturas a profundidades mayores a 10,5 metros MLWS (nivel promedio de baja mar) para volúmenes anuales de 7 195 505; sin embargo, para la condición de mantenimiento de dragado, etapa posterior a la de apertura, sí es factible el cumplimiento de producción con unidades del SERDRA.

En el año 2018 las condiciones técnico mecánicas no favorables de las dos unidades de tolva para el dragado en etapa de apertura de cota en el canal de Guayaquil y los hallazgos de roca en área de los Goles durante proyecto produjeron reportes mensuales de sedimentación natural acumulada mayor a la velocidad de retiro del sedimento. Por último, se cerró un contrato en el año 2019 con incumplimientos de volúmenes de dragado y la no apertura en profundidad de 9 m a 11,5 m en el canal de Guayaquil con las dragas nacionales.

Históricamente, la demanda de dragado en el país se ha dado para etapas de mantenimiento de cotas y en apertura de máximo de 2 metros de profundidad en suelo arenosos, pocos rocosos, y con producción por debajo de 2 000 000 m<sup>3</sup>/año; proyectos que la empresa nacional SERDRA ha cumplido con las dos dragas de tolva. La etapa de apertura en profundidad para canales de ríos no se da de carácter repetitivo en el tiempo.

En el dragado marítimo las dragas de cortador son unidades de apoyo a las dragas de tolva. Se utilizan para la etapa de apertura en áreas rocosas y, generalmente, representan menos del 15 % del proyecto total de dragado. La empresa nacional estatal DRAGAS posee dos dragas de cortador: draga Zamora y draga Tena para trabajos de profundización de hasta 14 metros para suelo duro o áreas rocosas con capacidades de 500 000 m<sup>3</sup>/año y 400 000 m<sup>3</sup>/año, respectivamente.

Las dragas de tolva pueden trabajar en el mar hasta 24 horas de manera continua en el día, sin embargo, a la realidad actual trabajan hasta 12 horas continuas debido al estado técnico mecánico de las unidades y la falta de personal para cubrir turnos adicionales. Existen restricciones por leyes estatales vigentes para la contratación de nuevo personal en entidades públicas.

## 2.2. Herramientas de la calidad

La calidad permite adecuar procesos, sistemas o equipos a fin de cumplir las necesidades del cliente y con esto aumentar los ingresos para la organización (Ahmed, 2011; Deming, 1989). También se concibe asociada al concepto de gestión; como todo lo que no se expresa en cifras no es posible gestionar, por ende, no se puede mejorar (Ruiz 2001).

La mejora en la calidad posibilita que los costos bajen, que las empresas aumenten su productividad y disminuyan los desperdicios. Los costos totales pueden ser mínimos cuando los bienes o servicios están libres de defectos. La calidad, o la falta de calidad, afecta a toda la organización desde el proveedor hasta el cliente. (Heizer, 2014)

A mediados del siglo pasado, Kaoru Ishikawa desarrolló 7 herramientas de calidad que pueden aplicarse para resolver cualquier problema relacionado con la calidad. Estas se basan en la recolección de datos y el análisis de los hechos a fin de subsanar errores o tomar decisiones más acertadas en cuanto a la calidad. (UNIR, 2022)

A continuación, se detallan las herramientas que se han utilizado en este estudio:

- **Hoja de control u hoja de recogida de datos:** documento que permite recoger y clasificar información de un proceso o producto cuyo diseño admite anotar resultados o variables relacionadas para comprobar tendencias.
- **Diagrama de espina de pescado, de causa-efecto o de Ishikawa:** se emplea para identificar las causas o raíces de un problema. Su nombre se debe a que su diseño es muy similar al de una espina de pez, donde se plantean el o los efectos y se estudian las causas con su respectiva valoración, con el fin de determinar las de mayor peso y dónde se debe atacar.

### 2.3. Indicadores financieros para proyección de inversión

Para garantizar la calidad en los servicios de dragado es importante contar con maquinaria operativa, para lo cual, dentro de la toma de decisiones, se considera la oportunidad de inversión en maquinaria o buques tipo draga de tolva; un proyecto nuevo o la mejora de uno existente con nueva maquinaria requiere de la evaluación financiera. Entre los indicadores financieros más utilizados se encuentran el valor actual neto (*VAN*), la tasa interna de retorno (*TIR*) y el periodo de recuperación de inversión (*PAYBACK*).

#### 2.3.1. *VAN*

El valor actual neto (valor presente neto) es un indicador financiero útil para valorar y determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de inversión. Se obtiene con la actualización de flujos de gastos e ingresos futuros del proyecto, menos la inversión inicial. Si el resultado de esta operación es positivo hay ganancia y el proyecto es viable, si el valor es igual a cero el proyecto no generará ganancias ni pérdidas, por el contrario, el valor es negativo, el proyecto no es viable. La ecuación 1 permite el cálculo del *VAN* (*NAFinsa. 2008*).

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{Ft(1+K)^1} + \frac{F_2}{Ft(1+K)^2} + \frac{F_3}{Ft(1+K)^3} + \dots \quad (1)$$

Donde:

*I<sub>0</sub>*: desembolso inicial de inversión

*F*: flujo de caja de ingresos menos egresos de cada periodo fiscal

*N*: número de periodos de tiempo

*K*: tasa de interés o descuento durante la inversión

#### 2.3.2. *TIR*

La tasa interna de retorno es uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión más recomendables, analiza viabilidad de un proyecto y determinar la tasa de beneficio o rentabilidad para una inversión. Estrechamente ligado al *VAN*, también es definido como el valor de la tasa de descuento que iguala a cero para un proyecto de inversión. Su resultado viene expresado en valor porcentual y el cálculo se realiza con la ecuación 2 (*Urbina, Junio2001*).

$$TIR = K(+) + \frac{VAN(+)*(K(-)-K(+))}{VAN(+)-VAN(-)} \quad (2)$$

Donde:

*VAN (+): valor actual neto positivo*

*VAN (-): valor actual neto negativo*

*K (+): tasa de interés durante la inversión que produce VAN (+)*

*K (-): tasa de interés durante la inversión que produce VAN (-)*

### 2.3.3. PAYBACK

Valor que se requiere para que los flujos de efectivo acumulados esperados de un proyecto de inversión iguallen al flujo de salida de efectivo inicial. Si el periodo de recuperación calculado es menor que un periodo mínimo de recuperación aceptable, es decir, menor al tiempo de duración del proyecto, se acepta la propuesta; de lo contrario se rechaza. La ecuación de cálculo es la ecuación 3 (Van Horne, 1992).

$$PAYBACK = a + \frac{I_0 - b}{F_t} \quad (3)$$

Donde:

*a: número de periodos inmediatamente anterior hasta recuperar inversión inicial*

*I<sub>0</sub>: inversión inicial del proyecto.*

*b: suma de flujos hasta el final del periodo "a"*

*F<sub>t</sub>: valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión.*

## 2.4. Indicadores de calidad en servicios de dragado

Un indicador es una expresión cuantitativa o cualitativa de una variable. Permite observar el comportamiento de una persona, un sistema, un proceso o una actividad específica. Los indicadores pueden ser de control o de apoyo para la toma de decisiones, deben ser sencillos de obtener, económicos, de respuestas inmediatas y deben brindar un significado del desempeño. Para un correcto análisis algunos indicadores tienen que ser normalizados a excepción de los indicadores puros (Productivity Commission, 2018).

Los indicadores de eficiencia y eficacia están estrechamente relacionados con la productividad, su medición permite obtener una radiografía de la organización. La

productividad es una medida que representa la producción de bienes y servicios por unidad de insumo como mano de obra, capital, materias primas, tecnología, etc. (Productivity Commission, 2018). Entre los factores que afectan al crecimiento de la productividad está la operatividad de la maquinaria y el nivel de tecnología aplicada en los procesos (Fontalvo, 2018).

#### 2.4.1. Eficacia

Partiendo del hecho de que eficacia es una medida de cumplimiento de resultados, es la actuación necesaria para lograr los objetivos propuestos, pero no toma en consideración el tiempo invertido o los recursos empleados.

Para la actividad de dragado se considera a la eficacia como la relación del volumen dragado real con respecto al volumen dragado planificado en un mismo periodo de tiempo, según se detalla en la ecuación 4.

$$Eficacia = \frac{Volumen\ dragado\ real\ (m^3)}{Volumen\ dragado\ planificado\ para\ operación\ (m^3)} \quad (4)$$

Para la aplicación de la ecuación el volumen de dragado real ejecutado será tomado de una cartilla de planillaje de años anteriores de las dragas de tolva y el volumen de dragado planificado será tomado de una matriz la que se elaborará más adelante basado en proyecciones técnicas de capacidad de dragado  $m^3$  al año, la demanda existente, los ciclos de dragado de las unidades.

#### 2.4.2. Costos

En toda empresa los costos totales se encuentran determinados por la sumatoria de los costos fijos, los costos variables y los gastos administrativos o ventas. Para el caso de este trabajo de investigación no se incluirán costos de impuestos ni adicionales por tratarse de una empresa estatal.

Las empresas que realizan actividades de ingeniería civil o proyectos deben cumplir con las Normas de Control Interno dadas por la Contraloría, la cuales direccionan al cálculo

de presupuestos anuales, estimación de costos, detalle de precios unitarios, costos generales y márgenes de utilidad.

En los sectores productivos, el costo unitario es un indicador utilizado para valorar cuánto cuesta producir, almacenar y vender una sola unidad de un producto o servicio, es la cantidad que le cuesta a la empresa producir un producto. A continuación, se presentan un conjunto de ecuaciones que serán consideradas en la evaluación de costos para el sector del dragado:

$$\text{Costos Totales} = \text{Precio venta} - \% \text{ de utilidad deseado} \quad (5)$$

$$\text{Costos Totales} = \text{Costo Producción} + \text{Gastos comerciales (operación)} \quad (6)$$

$$\text{Costos Producción} = \text{Costo Primo} + \text{Gastos indirectos.} \quad (7)$$

$$\text{Costos Primo} = \text{Materia prima} + \text{Mano de obra directa.} \quad (8)$$

$$\text{Gastos Comercial} = \text{gastos ventas} + \text{gastos administración} + \text{gastos de financiamiento} \quad (9)$$

$$\text{Costos Unitarios} = \frac{\text{Costos Totales}}{m^3 \text{ dragados totales}} \quad (10)$$

Los costos de producción están relacionados con el servicio o el producto fabricado, estos costos pueden ser costos fijos como variables, entre ellos tenemos; costo de materias primas, mantenimiento de las máquinas, salarios de empleados, costos logísticos, impuestos, etc.

Los costos de la operación son gastos que están relacionados con las actividades del ejercicio del negocio, parte administrativa y ventas. Son costos utilizados por una organización solo para mantener su existencia.

## 2. MARCO SITUACIONAL EMPRESA SERVICIO DE DRAGAS

---

El 3 de mayo de 1971 se transfiere a la Armada del Ecuador el equipo de dragado. Mediante el decreto ejecutivo No 1009 del 08 de Julio de 1971 se autoriza a la Armada del Ecuador realizar trabajos de dragado y limpieza, tanto marítima como fluvial en todo el territorio nacional, rellenos hidráulicos y trabajos afines al desarrollo de obras portuarias.

El 18 de junio de 1981 se crea la Dirección de Dragas, hoy denominada Servicio de Dragas (SERDRA), reparto técnico productivo subordinado a la Dirección General de Intereses Marítimos (DIGEIM) según acuerdo ministerial No 353-S del 02 de septiembre del 2002 y ratificado mediante Oficio No SENRES-RH-004475 del 07 de agosto del 2007.

Durante 43 años SERDRA ha contribuido al desarrollo de la sociedad, basado en los principios de los intereses marítimos nacionales al ejecutar obras de mantenimiento en puertos, canales y rellenos hidráulicos en ciudades asentadas en áreas fluviales.

En la actualidad, los recortes presupuestarios anuales por parte del Estado a las instituciones públicas han repercutido en disposiciones institucionales de priorización de recursos para las dragas que tienen firmado contrato y están en proyectos como la draga de cortador Zamora. No obstante, las dos dragas de tolva de la empresa, las que generan mayores ingresos, se encuentran a la fecha fondeadas no operativas; la draga Nueva Loja desde su llegada al país hace 10 años, no ha ingresado a dique para mantenimiento mayor, lo que ha resultado en 4 años de no operatividad (no productividad); la draga Francisco de Orellana frecuentemente reporta cumplimiento mantenimiento mayor con retrasos. La toma de decisiones es importante para determinar prioridades con respecto a que activos puedo mantener en el tiempo considerando los bajos presupuestos asignados, las deudas generadas por activos improductivos y falta de control de costos.

### 3.1. Misión de SERDRA

Ejecutar actividades de dragado, relleno hidráulico y obras afines, en todo el territorio nacional, a fin de mantener expeditas las vías de navegación y facilitar las obras de infraestructura, contribuyendo al desarrollo del país y al mejoramiento de la calidad de vida de su población.

### 3.2. Visión de SERDRA

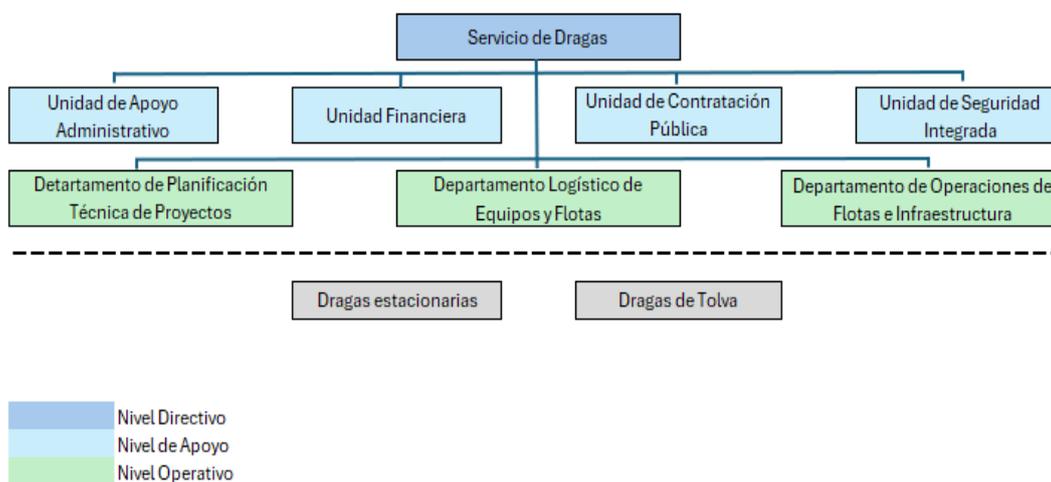
Constituir un organismo altamente competitivo en los servicios de dragado, relleno hidráulico y obras afines, contando con tecnología de punta y personal de elevada calidad moral y profesional, capaz de satisfacer la demanda nacional, con proyección internacional.

### 3.3. Ubicación geográfica y estructura de la empresa

Las oficinas de SERDRA se encuentran ubicadas en la ciudad de Guayaquil a 300 metros del puerto marítimo en la avenida 25 de julio, en el área de la Base Naval Sur. Administrativamente mantiene tres niveles de jerarquía: operativo, apoyo y directivo, según se detalla en la Figura 3.

**Figura 3.**

Estructura organizativa.



Las unidades de dragado durante los proyectos se ubican en los principales puertos del país, mientras que en etapa de no producción permanecen en el puerto de la base naval al sur de Guayaquil. Cercano al puerto marítimo internacional de Guayaquil.

Las dragas de cortador en proyectos se ubican temporalmente a orillas de áreas fluviales de los principales ríos de la región de la costa ecuatoriana y en etapa de no producción en la base naval sur, según se puede observar en la Figura 4.

#### Figura 4.

Ubicación geográfica de las dragas en el país.



Detalle: Tolvas: Drafor y Dralouj; Cortador: Drazam y Draten

### 3.4. Tipos de dragas en la empresa

La empresa cuenta actualmente con cuatro dragas divididas en dos buques tipo dragas de tolva y dos dragas de cortador (embarcaciones sin propulsión). Las dragas de tolva se utilizan en la succión de arenas de mares y grandes ríos donde exista suficiente área de maniobra, mientras que el campo de operación de las dragas de corte es excavación con taladro dentado, remoción de material rocoso y arenoso, succión y descarga por tubería a corta distancia. En muchos casos las dragas de cortador sirven como unidades de apoyo a las dragas de tolva. En la Tabla 2 se presentan principales características técnicas.

**Tabla 2.**

Características técnicas de dragas de corte y tolva.

Tipo de Draga	Dragas de tolva		Dragas de corte	
Unidades de dragado				
	<b>DR-85-DRALOJ</b>	<b>DR-90-DRAFOR</b>	<b>DR-89-DRAZAM</b>	<b>DR-88-DRATEN</b>
<b>Operatividad</b>	No operativa	Operativa con limitaciones	Operativa	Operativa
<b>Dimensiones</b>	Desp*= 9 621 t	Desp*=2 500 t	Desp*=400 t	Desp*=135 t
	Eslora= 110 m	Eslora=75 m	Eslora=45 m	Eslora=33,3 m
	Manga= 20,6 m	Manga=15 m	Manga=10 m	Manga=7,87 m
	Puntal= 8 m	Puntal=5 m	Puntal=2,97 m	Puntal=2,04 m
<b>Producción anual estimada</b>	2 376 000 m <sup>3</sup> /año 12 h x día	1 039 500 m <sup>3</sup> /año 12 h x día	570 240 m <sup>3</sup> /año 12 h x día	463 320 m <sup>3</sup> /año 12 h x día
<b>Capacidades referenciales</b>	7 000 m <sup>3</sup> /2 h	1 500 m <sup>3</sup> / 1h	130 m <sup>3</sup> /h; Distancia descarga material: 2 km	100 m <sup>3</sup> /h Distancia descarga material: 2 km
<b>Año de fabricación</b>	2010	2008	1992	2014
<b>Fabricante</b>	Zoushan China	IHC Holland N.V.	IHC Holland N.V.	IHC Holland N.V.

\*Desplazamiento

Nota. Datos en su mayoría han sido tomada de placas de equipos de dragado y en pocos casos de presentación institución (Autoridades SERDRA, 2021).

### 3.5. Los ciclos de dragado para unidades de tolva

El ciclo de dragado está determinado por un conjunto de procedimientos secuenciales y organizados los cuales se resumen en 12 pasos en la Tabla 3 y la secuencia lógica se puede observar en la Figura 5.

**Tabla 3**

Actividades del proceso de dragado

No	Detalle
1	Posicionamiento de draga en sitio de dragado
2	Descenso de brazo dragado hasta el fondo marino apoyado por pescantes hidráulicos
3	Inyección de agua a alta presión para poner en suspensión material
4	Navegación de la draga velocidad menor 4 nudos
5	Succión de sedimento por bomba de dragado de la Unidad
6	Almacenaje temporal del sedimento en tolvas de la unidad
7	Aplicación de rebose agua para acoger mayor material pesado
8	Ascenso brazo dragado y reubicación
9	Navegación al sitio del depósito velocidad aproximada de 8 nudos
10	En el depósito se abre compuertas de fondo y se deja caer material
11	Se cierra compuertas
12	Retorno y posicionamiento en el sitio de dragado

Tabla desarrollada de acuerdo por experiencia y registro de actividades a bordo de las dragas de tolva.

**Figura 5.**

Ciclo de dragado.



Para detalles de cálculos de ciclos y tiempos en las estaciones del proceso de dragado con unidades de tolva, en el Anexo 1 se adjunta flujograma para las dos dragas de tolva de la empresa, las cuales difieren por las características técnicas propias de cada una. En Anexo 2 se encuentran a detalle cálculos matemáticos de proyecciones de dragado para

diferentes escenarios de tiempo de operación para las dos principales dragas productivas de la empresa.

En la Tabla 4 se presenta resumen de capacidad de diseño de tolva y la producción teórica de las dragas de tolva de la empresa, las que se basaron en reportes de producción de años anteriores.

**Tabla 4.**

Resumen de capacidades de dragado.

Draga	Producción		Porcentaje rendimiento de material (K)	Capacidad de diseño de la tolva (J)	Ciclos/mes	Ciclos/día	Horas de trabajo/día
	m <sup>3</sup> /año	11 meses m <sup>3</sup> /mes	%	m <sup>3</sup>	Unidad	unidad	H
Francisco de Orellana	1 039 500	94 500	0,7	1 500	90	3	11,7
Nueva Loja	2 376 000	216 000	0,5	7 200	60	2	10,1

Nota. Tabla de elaboración propia, basada en tabla 2

### 3.6. Participación actual de SERDRA en el mercado

La demanda de dragado en los últimos años se ha incrementado; sin embargo, también ha crecido el número de empresas privadas participantes de esta actividad en el Ecuador, de manera tal, que se requiere mejorar la calidad de servicios entregados; no obstante, la falta de normativas regulatorias y defensoras del mercado nacional han permitido el ingreso indiscriminado de empresas privadas internacionales con maquinaria y unidades de mayores capacidades creando una competencia desigual donde los oferentes de servicios de dragado nacional no tienen oportunidades. En la Tabla 5 y Figura 6 se detallan las principales empresas que ejecutan proyectos de dragado en el país o que intentaron ingresar en los últimos años en el mercado nacional con sus respectivos porcentajes de participación.

**Tabla 5**

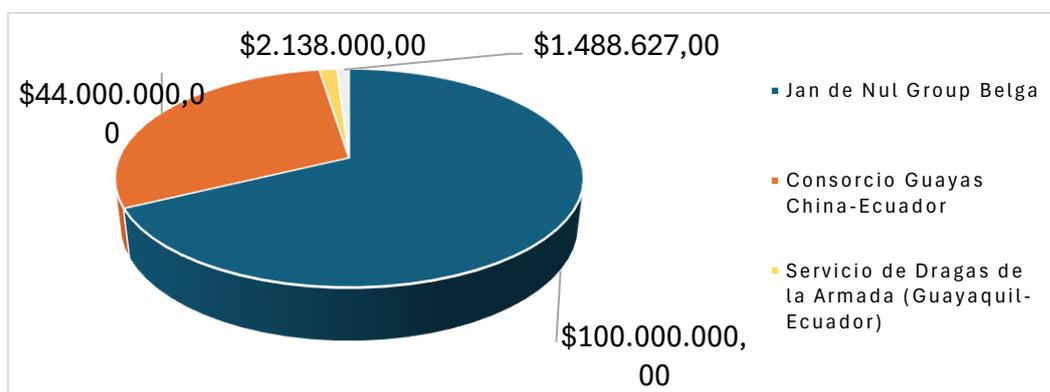
Empresas de dragado en el Ecuador

Empresas de dragado en Ecuador	País de origen	Porcentaje participación	Observaciones
ROYAL BOSKALIS WESTMINSTER	Belga	0%	No reporta adjudicación de contratos actuales.
DREDGING, ENVIRONMENTAL AND MARINE ENGINEERING (DEME)	Holandesa	0%	No reporta adjudicación de contratos actuales.
HARBOUR ENGINEERING COMPANY LT	China	0%	No actualmente, no ejecuta contrato de dragado.
VAN OORD, MARINE INGENUITY	México	0%	No reporta adjudicación de contratos.
JAN DE NUL GROUP	Belga	67,70%	Sí actualmente ejecuta contrato de dragado, sector canal Guayaquil- puerto marítimo por 25 años con dragas de tolva.
CONSORCIO DRAGANDO POR GUAYAS	China-Ecuador	29,8%	Sí, ejecuta contrato de dragado del sector Palmar en Guayaquil y Duran con draga de cortador.
SERVICIO DE DRAGAS (ARMADA)	Guayaquil-Ecuador	1,4%	Sí, se ejecuta contrato de dragado del sector Brisas del Sol en Babahoyo con draga de cortador.
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE RIEGO, DRENAJE Y DRAGADO	Guayaquil-Ecuador	1%	Sí, se ejecuta contrato de dragado del sector el Caracol en Babahoyo con draga de cortador.

Tabla de elaboración propia, basada en recopilación de información Institucional de proyectos de dragado para el año 2023.

**Figura 6.**

Porcentaje de participación del dragado en la economía nacional.



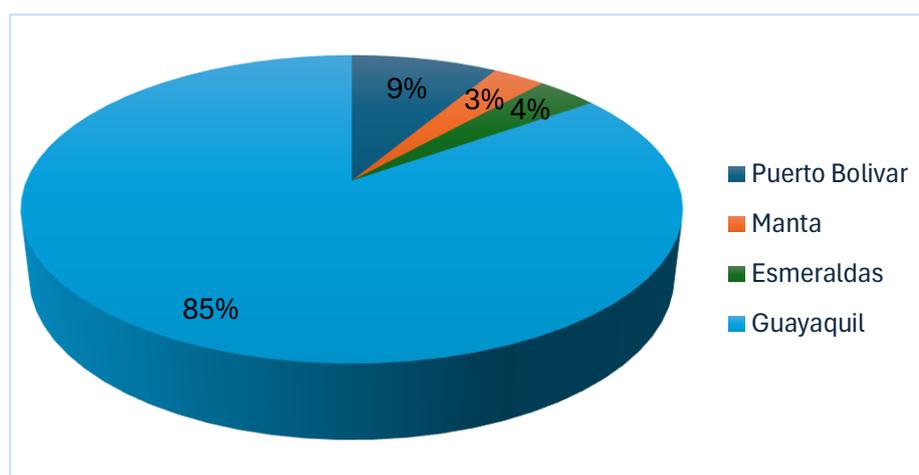
### 3.7. Puertos comerciales considerados a dragar

La visión global indica que más del 80 % del comercio internacional se desarrolla por vías marítimas y puertos comerciales, estas actividades comerciales requieren de servicios de mantenimiento de vías y corredores marítimos. (Jácome Vélez, 2020)

Ecuador es un importante exportador de carga refrigerada en el mundo con productos como el banano y el camarón con cientos de miles de contenedores *TEU* (*twenty foot equivalent unit*) al año. La principal ciudad de exportación es Guayaquil con el 85% de participación, seguida de los puertos observados en la gráfica, los que se consideraran prioritarios para la planificación del dragado con tolva en la mar. En la **Figura 7** se presenta los mayores demandantes del dragado en el país, esto relacionado directamente con los puertos de mayor tráfico marítimo de productos.

**Figura 7.**

Demandantes del dragado en puertos del país.



Nota. - De la gráfica se excluyó carga petrolera.

### 3.8. Inversión y estimación costos para reparación de dragas de tolva

Existen dos tipos de mantenimiento: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo (falla no programada). El mantenimiento preventivo se enfoca en atender el proceso y mantenerlo operando sin interrupción esto se logra con cumplimiento de planes de mantenimiento. El mantenimiento por falla ocurre cuando el equipo se descompone sin aviso, condición no programada y debe atenderse inmediatamente evitando tiempos prolongados de para (Jay Heizer, 2014). El presupuesto anual debe ser equilibrado para mantenimientos preventivos como para correctivos, se debe considerar que con el pasar de los años las máquinas y embarcaciones tienden a incrementar el número de fallas no programadas, por lo cual es indispensable determinar hasta cuando seguir utilizando la maquinaria y la embarcación sin que se vuelva una carga económica, reporte de paras frecuentes y daños no recuperables disminuyen la producción anual.

Las dragas de la empresa cuando fueron adquiridas años atrás contaban con controles de producción y software acorde con la tecnología del año 2010, incluyendo interfaces hombre-máquina que permitían registrar y almacenar información del proceso de dragado en bases de datos, facilitando así la fiscalización de las obras, en la actualidad se ha retornado a métodos convencionales no automatizados debido al desperfecto de los mismos.

Trabajar con maquinaria defectuosa, inoperativa, sin sistemas redundantes, o con sistemas automatizados defectuosos, afecta la calidad del producto o servicio de cualquier empresa. En el caso de las dragas de tolva de la empresa, las condiciones mecánicas desfavorables actuales, las que impactan negativamente en el servicio de retiro de arena del mar, lo que se refleja en el planillaje, la facturación de las obras, el aumento de los costos operativos y el incumplimiento de contratos. La compra de maquinaria es una forma eficaz de innovar en el negocio, siempre y cuando se haga una planificación previa evaluando el requerimiento, la disponibilidad de financiación de la empresa y la eficacia de uso, así se determinara el invertir en mantenimiento o la compra de nueva maquinaria. La tecnología avanzada es esencial en las operaciones

industriales, pero eso no significa que la empresa adquiera los lanzamientos del mercado, debe estudiar los requerimientos de la empresa y de sus clientes (SICMA21, 2022).

En el Anexo 3 se confirma condición operativa actual de la draga Nueva Loja y se da una visión de la problemática tratada observando oficios de la institución.

**Condición técnica Draga Francisco de Orellana.** - La unidad se encuentra todavía en etapa de mantenimiento inteligente, opera con limitaciones, se debe considerar un presupuesto para recuperar sistemas de automatización de procesos de producción, lo que permitirá garantizar la cantidad y calidad del dragado en auditorías. la inversión en sistemas de control de procesos permite competitividad, calidad del servicio y respaldo del planillaje por medios tecnológicos.

La última reparación mayor a la Draga F. Orellana se le realizó en el 2020, cumpliéndose con el plan de mantenimiento mayor, los equipos y la draga se mantienen en etapa aceptable, costos de operación son bajos, se debe repetir un nuevo mantenimiento en el 2024 por \$ 880 000,00 aproximadamente y será repetible en el 2028.

**Condición técnica Draga Nueva Loja.** - La falta de mantenimiento preventivos y mantenimiento mayor programado de años anteriores a llevado a la Unidad a deterioro total del casco, daños frecuentes y no navegabilidad, poca confiabilidad de los sistemas, condición atenta contra la vida humana. Se debe considerar la necesidad de reemplazo. Inconvenientes para reparación de la draga Nueva Loja:

- La reparación para la Draga Nueva Loja implica costos de reconstrucción estructurales, reconstrucción de todo el casco y planchaje.
- Se debe realizar tramitología de matriculación de la nave antes de ser remolcada hasta astilleros SIMA-PERU.
- Deterioro del casco no da garantías para que la unidad soporte el viaje fuera del país.

- El intentar repararla fuera del país implicaría una inversión financiera de \$ 8 833 000 aproximadamente, considerando \$ 6 700 000 del costo de reparación, \$ 1 133 000 el servicio de remolque y \$ 1 000 000 la comisión, capacitación y traslado de la draga.

En la Tabla 6 se presentan dos opciones de solución para las dragas de tolva de la empresa con respectivos costos.

**Tabla 6.**

Detalle y costos de reparación y adquisición dragas de tolva.

Años Históricos	Costo referencial	Lugar Dique	Observaciones
2020	\$ 410 844,00	Astinave- Ecuador- Guayaquil (30 días)	Dique básico draga Orellana presupuesto PLA-3389 bandramuño
2017	\$1 133 000,00	Sima-Perú (30 días)	Dique básico draga Nueva Loja Presupuesto JSCP/DRN-2018-256
<b>Proyección presupuestaria opción A (Mínimo) 2024</b>			
Año	Costo referencial	Lugar dique	Observaciones
	\$ 500 000,00	Astinave- Ecuador- Guayaquil (30 días)	Dique básico draga Orellana
	\$380 000,00	Empresas servicios de instrumentación en muelles cercanos a proyectos	Recuperación sistema. Medición producción, draga Orellana
2024			Adecuación de varios sistemas de draga Orellana
	\$ 8 833 000.00	Sima- Perú (30 días)	Dique recuperación draga Nueva Loja (urgente)
	<b>\$ 9 713 000,00</b>		<b>Total, a devengar</b>
<b>Proyección presupuestaria opción B (Adecuado) 2024</b>			
Año	Costo referencial	Lugar dique	Observaciones
	\$ 34 120 000,00	Adquisición draga holandesa	Adquisición de draga nueva que reemplace a la draga Nueva Loja JSCP/DRN-2018-256
2024			
	\$ 880 000,00	Dique Ecuador	Adecuación de la draga F. Orellana Recuperación sistema. Medición producción, con equipos de control de procesos y automatización
	<b>\$ 35 000 000,00</b>		<b>Total, a devengar</b>

Nota. Valores han sido referenciados a información de archivo. (Logística SERDRA, 2016-2024)

La opción A contempla el mantenimiento mínimo de la draga Nueva Loja, mientras que la opción B implica la adquisición de una nueva draga. En ambos casos, la inversión incluye la automatización de los equipos de producción de dragado de la draga F. Orellana.

Es crucial incorporar el componente económico-administrativo en las dragas de tolva, ya que esto permite valorar adecuadamente los activos productivos en la empresa y por otro lado se debe considerar la depreciación la que deduce anualmente de los valores de activos fijos por concepto de paso del tiempo.

En la Tabla 7 se detalla la depreciación de las dragas de tolva y posteriormente se realizará el análisis técnico y la toma de decisión de inversión.

**Tabla 7.**

Depreciación para dragas de tolva.

ANÁLISIS DE VARIABLES	DEPRECIACIÓN	
	DRAGA NUEVA LOJA	DRAGA FRANCISCO ORELLANA
Año de fabricación	2010	2007
Año de adquisición	2014	2008
Valor del activo a la adquisición	\$24 413 105,34	\$24 308 165,74
Años de vida útil	10	10
Años transcurridos a partir de la compra	10	16
Depreciación anual	\$2 441 310,53	\$2 430.816,57
Depreciación actual	\$24 413 105,34	\$24 308 165,74
Valor del activo al 2024	\$0,00	\$0,00
Condición técnico mecánica operativa	Desfavorable	Aceptable
Valores pendientes por devengar	0	0
Reporte técnico	No es recomendable reparar por condición crítica del casco para un viaje largo fuera del país porque posiblemente no resistiría el material.	Es recomendable reparar
Costos de reparación	Aproximadamente 38 % costo total	Menor al 5% costo total de la draga
Costo estimado de draga Nueva	\$ 34 120 000,00	NA

La vida útil de un buque de dragado construido internacionalmente con acero naval es de 18 años. Sin embargo, según la normativa financiera nacional, los activos productivos como la maquinaria y los equipos tienden a depreciarse completamente en 10 años. La

reconstrucción de estas unidades a condiciones óptimas podría extender su vida útil, siempre que se haya realizado un mantenimiento adecuado y oportuno.

### **Resumen técnico financiero**

La draga F. Orellana fue comprada en el año 2008 y a la fecha registra 16 años operativa, la unidad es recuperable para reparación mayor con un costo menor al 5 % del costo de la unidad y por histórico este tipo de unidades holandesas IHC se han mantenido en la empresa por más de 30 años operando favorablemente, se estima operación aceptable por 10 años o más con mantenimiento oportuno.

La draga Nueva Loja después de 14 años en servicio, 4 años en China y 10 años en Ecuador, presenta condiciones técnicas desfavorable, consta en registros contables como un solo activo con un valor de compra de \$24 413 105,34, el mismo ya fue devengado en el tiempo, ya cumplió su vida útil, no ha recibido mantenimiento mayor por 10 años y los costos de reparación son elevados (aproximadamente un 30% del costo de la compra inicial). debido a que se lo debe hacer fuera del país, cuyo traslado implicaría alto riesgo de hundimiento y muerte para el personal embarcado. Por todo lo antes mencionado se toma la opción de compra de una nueva draga de características superiores.

### **Propuesta técnica**

Para la draga F. Orellana se realizará el ingreso a Dique para reparación y adecuación técnica, la recuperación y automatización de los sistemas de producción aquí en el país con Astilleros Nacional (Astinave) por \$ 880 000,00.

Para la draga Nueva Loja se tomará la opción (B) cambio de la draga por una de características superiores. El tiempo de importación sería de 1 año y el costo de \$ 34 120 000,00. Esta embarcación preliminarmente se esperaría pagarla en un tiempo menor a 10 años, se confirmará con estudio financiero presentado en próximo capítulo.

### 3.9. Históricos de caída de eficacia en draga Nueva Loja

La draga Nueva Loja fue adquirida en el año 2014 para cumplir con mega proyecto de dragado en puertos de CONTECOM Guayaquil a lo largo de 95 km. Se la consideró para análisis por ser la draga que representa los mayores ingresos de producción en los tiempos de operatividad y el activo que reporta los mayores costos.

Los indicadores de eficacia dependen de la información de la cartilla histórica del planillaje de la draga que va desde el año 2014 al 2023, adicional el volumen planificado anual, el que se considerará constante, se lo determina por las características técnicas de la draga y horas de operación en la mar (12 horas). En la Tabla 8 se recuerda estimado de volumen de dragado anual que puede cumplir la draga Nueva Loja en condiciones normales.

**Tabla 8.**

Resumen de capacidad de dragado Nueva Loja.

Draga	Producción		Porcentaje rendimiento de material (K)	Diseño capacidad de la tolva (J)	Ciclos/mes	Ciclos/día	Horas de trabajo/día
	11 meses m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /mes					
Nueva Loja	2 376 000	216 000	0,5	7 200	60	2	10,1

Nota. La eficacia de la draga Nueva Loja y la tendencia (eficacia acumulada) se determinan con la ecuación (4).

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Volumen dragado real (m}^3\text{)}}{\text{Volumen dragado planificado para operación (m}^3\text{)}} \quad (4)$$

En la tabla 9 se presenta levantamiento organizado de indicadores de eficacia para la draga de tolva Nueva Loja y en la Figura 8 la respectiva grafica de comportamiento.

**Tabla 9.**

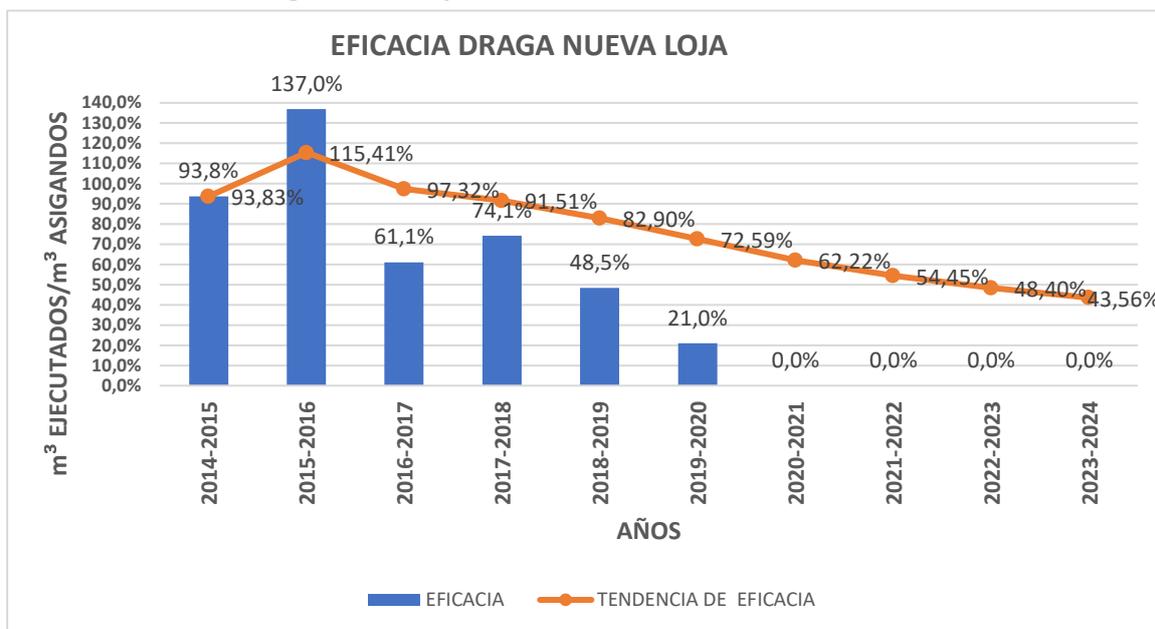
Histórico de eficacia para dragas Nueva Loja.

AÑO	VOLUMEN DRAGADO EJECUTADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DRAGADO ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DRAGADO PLANIFICADO (m <sup>3</sup> ) ANUAL	HORAS TRABAJO X DIA	VOLUMEN DRAGADO PLANIFICADO ACUMULADO (m <sup>3</sup> ) ANUAL	EFICACIA	TENDENCIA EFICACIA
2014-2015	2 229 500,0	2 229 500,0	2 376 000,0	12,0 h	2 376.000,0	93,8%	93,83%
2015-2016	3 255 000,0	5 484 500,0	2.376 000,0	12,0 h	4 752.000,0	137,0%	115,41%
2016-2017	1 452 500,0	6 937 000,0	2.376.000,0	12,0 h	7 128.000,0	61,1%	97,32%
2017-2018	1 760 500,0	8 697 500,0	2.376 000,0	12,0 h	9 504.000,0	74,1%	91,51%
2018-2019	1 151 501,0	9 849 001,0	2 376 000,0	12,0 h	11 880.000,0	48,5%	82,90%
2019-2020	500 000,0	10 349 001,0	2 376 000,0	12,0 h	14 256.000,0	21,0%	72,59%
2020-2021	0,0	10 349 001,0	2 376 000,0	12,0 h	16 632.000,0	0,0%	62,22%
2021-2022	0,0	10 349 001,0	2 376 000,0	12,0 h	19 008.000,0	0,0%	54,45%
2022-2023	0,0	10 349 001,0	2 376 000,0	12,0 h	21 384.000,0	0,0%	48,40%
2023-2024	0,0	10.349.001,0	2 376 000,0	12,0 h	23 760.000,0	0,0%	43,56%

Color rojo representa años donde la eficacia es 0% debido a para de la draga Nueva Loja

**Figura 8.**

Histórico eficacia draga Nueva Loja.



La caída brusca de producción de los últimos años por la draga china Nueva Loja ( producción de 0 m<sup>3</sup> anuales ), afecta directamente a la eficacia anual la que se reporta en la gráfica como los peores años 2020 al 2023, cierra el año 2023 con una eficacia del 0% y eficacia acumulada del 43.56%, las condiciones técnico mecánicas desfavorables de la unidad influyeron en los resultados nefastos obtenidos.

### 3.10. Históricos de costos deficientes de la empresa

La recolección de información histórica desde el año 2013 al 2023 aportan a la elaboración de costos totales de la empresa para la actividad de dragado. indicadores de costos unitarios se presentan en la Tabla 10, para la elaboración de la tabla se utilizarán los siguientes insumos:

- Recolección de históricos de las ventas anuales de la empresa.
- Recolección de históricos de costos totales de la empresa, que para el caso será el registro de las partidas presupuestarias asignadas anualmente para cubrir costos (Costos Fijos + Costos Variables + Gastos de Administración y Ventas).

- Recolección de Registros de volúmenes de dragado anual por parte de la empresa.
- Aplicación de la fórmula (10) para estimar costo unitarios totales:

$$\text{Costos unitarios} = \frac{\text{Costos totales}}{m^3 \text{ dragados totales anuales}} \quad (10)$$

**Tabla 10.**

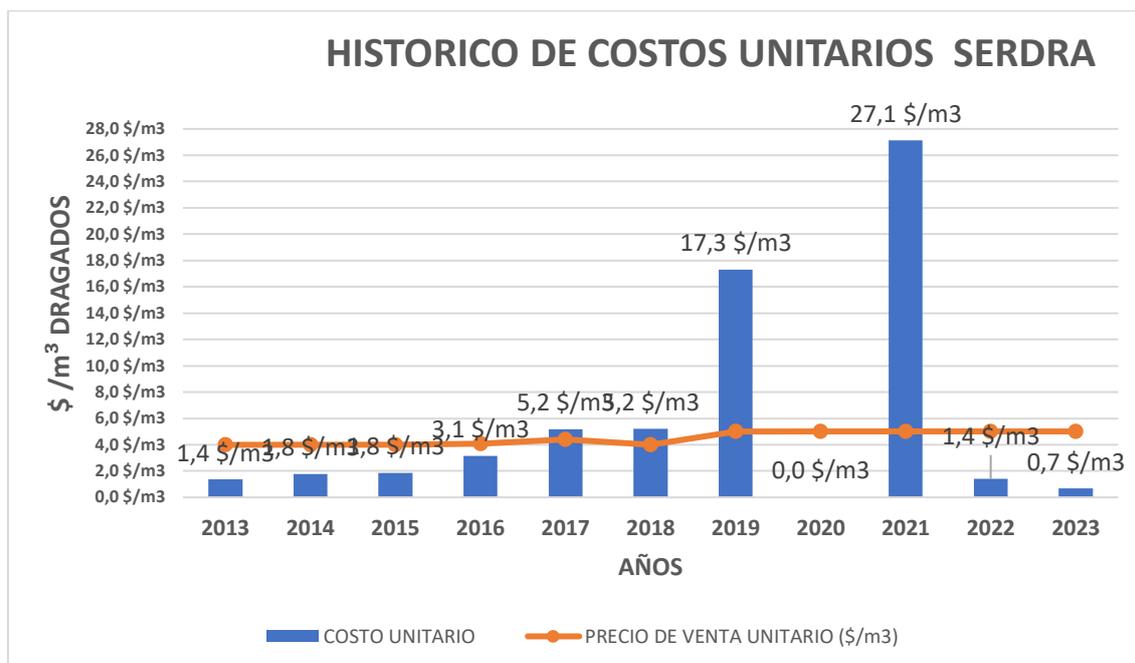
Histórico de costos de la empresa SERDRA.

AÑOS	VENTA TOTAL (\$)	COSTOS (PARTIDAS PRESUPUESTARIAS ANUALES) (\$)	UTILIDADES = VENTAS - COSTOS (\$)	VOLUMEN DRAGADO (m <sup>3</sup> )	EST. OPE. DRAFOR	EST. OPE. DRALOJ	COSTO UNITARIO (\$/m <sup>3</sup> )	PRECIO VENTA UNITARIO (\$/m <sup>3</sup> )
2013	6 446.844	2 186 000	4 260844	1 615 000	OP	OP	1,3	4,0
2014	17 651.499	7 867 945	9 783 553	4 410 000	OP	OP	1,8	4,0
2015	11 008.803	5 047 701	5 961 101	2 750 000	OP	OP	1,8	4,0
2016	9 371.448	7 216 393	2 155 054	2 300 000	OPCL	OP	3,1	4,0
2017	7 960.052	9 312 259	-1 352 206	1 800 000	OPCL	OP	5,2	4,0
2018	9 287.801	12 070 333	-2 782 531	2 321 000	OP	OPCL	5,2	4,0
2019	2 270.847	7 852.589	-5 581 741	454 000	OP	OPCL	17,3	5,0
2020	-	7 308.160	-	0	OPCL	NOP	0	0
2021	923.000	5 008.051	-4 085 051	184 600	OPCL	NOP	27,1	5,0
2022	1 215.102	339 196	875 906	243 000	OPCL	NOP	1,4	5,0
2023	1 656 862	220 691	1 436 170	331 300	OPCL	NOP	0,7	5,0
<b>\$ 64 429 323</b>								
CELDA COLOR ROJO IDENTIFICA CONDICIÓN OPERATIVA CON LIMITACIONES O NO OPERATIVA PARA DRALOJ Y DRAFOR								

Del conjunto de costos unitarios observados en la tabla 10 y la gráfica en barras de la Figura 9, se puede mencionar que un costo unitario aceptable como empresa fue el de 1.8\$/m<sup>3</sup> reportado del año 2015, cuando las dos dragas de tolva se encontraban operativas.

**Figura 9.**

Histórico de costo unitario empresa SERDRA.



En el año 2020, la empresa suspendió la actividad de dragado, (producción 0 m<sup>3</sup>) debido a la pandemia mundial y utilizó los recursos anuales para el mantenimiento mayor de 2 de las 4 unidades de la empresa (draga Orellana, draga Zamora). En 2021, la empresa reportó costos unitarios extremadamente altos, sin precedentes en su historia, con una inversión elevada en reparaciones de unidades y casi nula producción. Para los años 2022 y 2023, los indicadores teóricos fueron aceptables; sin embargo, la empresa enfrenta un déficit de recursos debido a la falta de asignaciones presupuestarias que no permiten cubrir los costos demandados por la flota de dragas.

### 3. METODOLOGÍA

#### 4.1. Método de investigación

Se empleó un método de investigación no experimental. El análisis de los indicadores de eficacia para la draga Nueva Loja y el control de costos unitarios para la empresa de dragado se realizó mediante un método cuantitativo que permitió, al final, llevar a cabo comparaciones y determinar diferencias entre los indicadores previos y los resultados obtenidos con los cambios propuestos.

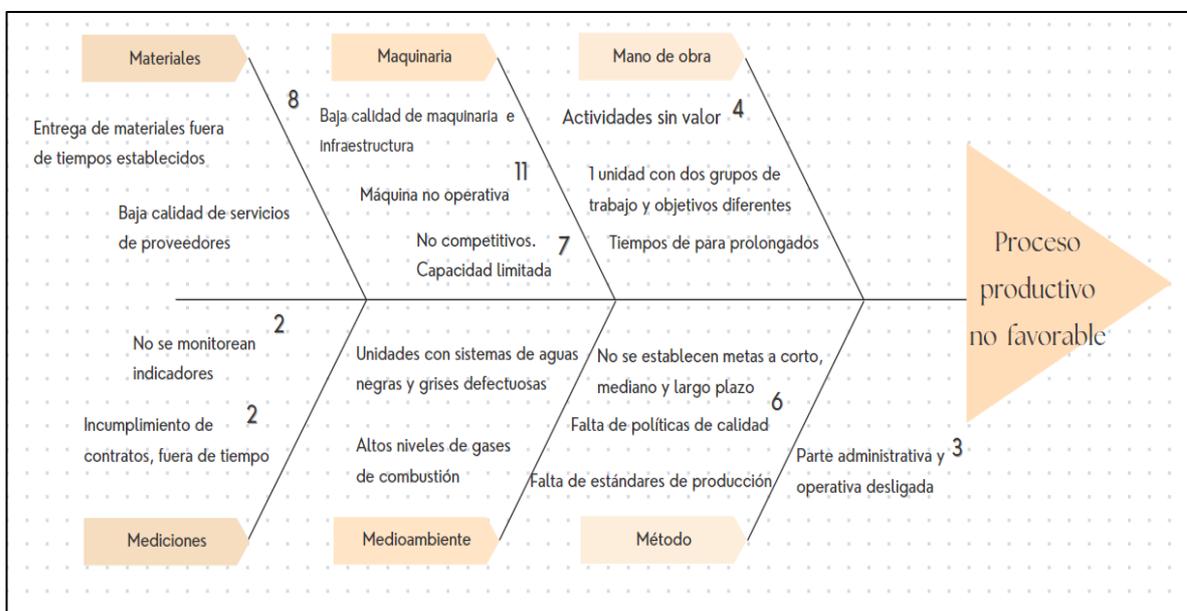
En la investigación se observaron situaciones desfavorables bajo las cuales operaban las unidades de dragado de la empresa, esto reportado por los indicadores de eficacia de la draga Nueva Loja y costos unitarios totales calculados en el capítulo anterior. Además, se estructuraron las acciones y estrategias con un escenario futurista en la que estas unidades de tolva deberían operar, con un control de costos limitado y la inversión en una nueva draga de tolva en reemplazo de la draga Nueva Loja. Así, se propuso la oportunidad de mantenerse en el mercado, justificando dichas decisiones con cálculos financieros que las respaldan.

#### 4.2. Determinación de problemas en la organización

En la empresa, se estableció una reunión de trabajo con 46 empleados escogidos al azar de los diferentes departamentos de logística, financiero, operaciones, mantenimiento, administrativo, producción, planificación y mercadeo de un total de 177 personas, a fin de realizar una lluvia de ideas relacionada con los problemas de la reducción de producción y la poca eficacia en el cumplimiento de tareas de dragado en los últimos años. La información se planteó en un diagrama de Ishikawa que se presenta en la Figura 10.

**Figura 10.**

Diagrama de causa raíz. Proceso productivo ineficaz.



Se identificaron 2 grandes problemas:

- a) las embarcaciones permanecen mayormente indispuestas por falta de mantenimiento
- b) la empresa nunca ha planteado un plan de producción a largo plazo con control costos (activos improductivos).

Posterior al análisis se determinó la causa raíz, en el mismo capítulo se desarrollaron las soluciones a los problemas raíz.

#### 4.3. Determinación de la demanda del servicio de dragado

Se inició identificando algunas oportunidades de mejora en el área de operaciones y en la planificación de proyectos, según se presenta a continuación:

- No constan registros en la empresa de un plan de producción plurianual.
- Se detectó desorganización al implicar a unidades en el servicio de dragado cuando estas se mantenían comprometidas y operando en otros proyectos.
- El afán de efectuar operaciones de producción impedía el cumplimiento de planes de mantenimiento mayor (unidades en dique).
- El no poder concretar fechas de disponibilidad de las unidades y la falta de comunicación oportuna con los clientes provocó deserción con el pasar de los años.

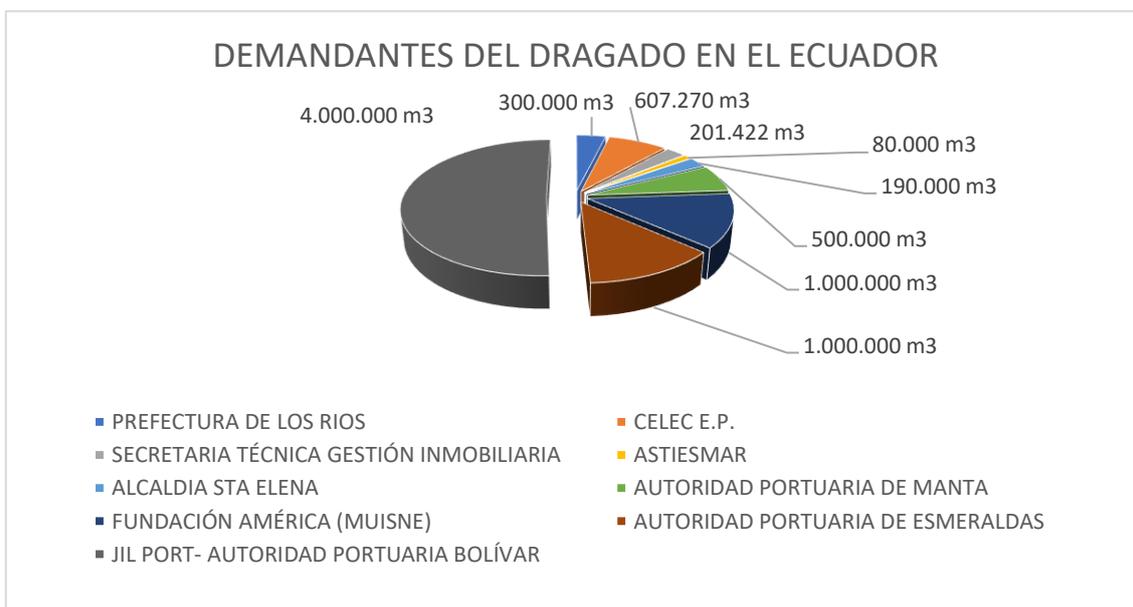
Con la cartera de clientes de la empresa se planificó por importancia de los proyectos de dragado, orientándose desde mayor demanda para volumen de dragado hacia abajo.

No fue posible predecir la demanda por proyección de producción utilizando FORECAST, debido a que, antiguamente, la base de producción de la empresa dependía de un solo cliente potencial como es el canal de Guayaquil (Prefectura de Guayaquil). Ahora, el plan diversificará los clientes, y esto rompe el esquema de continuidad anterior, puesto que el nuevo plan busca como clientes los puertos en orden de importancia económica. Es el caso de Puerto Bolívar, donde se requiere dragar un

estimado de más de 3 000 000 m<sup>3</sup>/año, para lo cual se buscará en el mercado una draga de tolva de 10 000 m<sup>3</sup> de tolva con la que se logre cumplir los requisitos.

### Figura 10.

Proyección de demandantes de dragados en Ecuador.



Se elaboró la matriz de producción considerando la participación de toda la flota de dragas con información de los demandantes (requirentes del dragado) a nivel nacional. Se tuvieron en cuenta puertos y áreas principales de interés en el dragado y se programó en el tiempo y espacio, excluyéndose proyectos concesionados o ya comprometidos. En la matriz planteada se presentó un orden para los proyectos, de manera que se incluyeron mantenimientos mayores programados; se distribuyeron responsabilidades y frecuencias de mantenimiento, y se dejó una disponibilidad de tiempo cada tres años para concretar nuevos contratos eventuales si así fuera solicitado.

#### 4.4. Determinación de costos de producción y administrativos

En el área financiera y operaciones se identificaron algunas oportunidades de mejora, para costos y presupuesto, las cuales se presentan a continuación:

- En política interna dar uso completo de las partidas presupuestarias anuales asignadas a las flotas de dragado en el menor tiempo.
- Priorizar y respetar presupuestos de mantenimiento mayor y preventivo de todas las unidades.
- Garantizar la asignación de presupuesto para situaciones de emergencia operativa.
- Evitar el gasto excesivo en unos años y escasez de recursos en otros, manteniendo una banda de control de costos anuales durante todo el proyecto.

Se creó una planificación para costos totales anuales considerando también los mantenimientos mayores cada 3 años, cumpliéndose con ello las recomendaciones del fabricante. A continuación, los costos más representativos en las operaciones de dragado con tolva son los siguientes:

- **Combustible y lubricantes:** esta actividad representa el rubro de mayores costos operativos y se considera prioritaria. Tiene particularidad en dragado que genera costos, aunque la producción esté parada, si bien no siempre se encuentran muelles o áreas de atraque con facilidades de servicios básicos de electricidad.
- **Mantenimientos de la unidad:** son costos preventivos, en su mayoría planificados, que se realizan con personal de bordo; sin embargo, este rubro se eleva al tener equipos o maquinaria defectuosa que debe ser intervenida por técnicos externos o proveedores de servicios (costos fijos).
- **Personal embarcado:** personal especializado a cargo de las operaciones de dragado, tanto en las dragas de tolva o autopropulsadas como en las dragas de corte o no autopropulsadas.
- **Viveres y agua dulce:** se entregan frecuentemente a las dragas de tolva, y es el conjunto de suministros básicos necesarios para lograr permanencia del personal embarcado por semanas, mientras cumplen con la continuidad de operaciones de dragado en el mar. En las dragas de cortador, debido a que

realizan la operación en canales, esteros y ríos cercanos a poblaciones, existe la facilidad de cubrir la alimentación en tierra.

- **Insumos y materiales:** durante la producción del dragado se ocupan gran cantidad de materiales de ferretería y suministros, propios de la actividad del dragado, y estos se incrementan conforme aumenta la producción del dragado.

Se estableció que, en el futuro, los costos deberían estar apegados al plan de producción, proyectándolo desde el año 2024 al 2033, con las necesidades prioritarias de las dragas. En La Tabla 11 resume por bloques los costos que hay que considerar en los análisis para obtener el costo total anual. En el Anexo 4 se detallan los costos de operación por draga.

**Tabla 11.**

Resumen de determinación de costos.

FLOTA DE DRAGAS DE LA EMPRESA		CAPACIDAD ANUAL PRODUCCIÓN ( 12 H X DIA)	COSTOS VARIABLES	COSTOS FIJOS	COSTOS ADMINISTRATIVOS	COSTOS REPARACIÓN MAYOR UNIDADES
DRAGAS EN PRODUCCIÓN	DRAGA REEMPLAZO	2 376 000 m <sup>3</sup> /año				
	DRAGA NUEVA LOJA	1 039 500 m <sup>3</sup> /año				
	DRAGA F. ORELLANA	570 240 m <sup>3</sup> /año				
	DRAGA ZAMORA	463 320 m <sup>3</sup> /año				
	DRAGA TENA	463 320 m <sup>3</sup> /año				
		4 449 060 m <sup>3</sup> /año				
PRODUCCIÓN TOTAL			COSTO PROYECTADO TOTAL			

Las dragas de tolva de la empresa que deberían ser intervenidas son 2 dragas de tolva (01 Draga Adquirida + 01 Draga reparada); sin embargo, en el cálculo de costos se ha incluido las 4 dragas de la empresa. Los indicadores de costos unitarios se han calculado con la ecuación (10) que se presenta a continuación:

$$Costo\ unitario\ anual = \frac{Costos\ anuales\ totales}{m^3\ dragado\ anualmente\ por\ la\ flota\ dragas} \quad (10)$$

Para el cálculo del costo unitario anual proyectado para los años 2024 a 2033 se han tomado los datos de costos de operación por buque del anexo 4.

En casos puntualizados, se presentaron costos unitarios anuales elevados relacionados al cumplimiento de los mantenimientos mayores programados. La matriz proyectada de costos anuales se muestra posteriormente en la Tabla 19.

#### 4.5. Indicadores financieros para inversión en unidades de dragado

La propuesta de solución incluye la inversión para una nueva draga de tolva holandesa con capacidad de 10 000 m<sup>3</sup> certificada internacionalmente y de materiales de calidad, la cual suplirá a la draga Nueva Loja, está permitirá cumplir con el plan de producción planteado. Su compra se justifica a través del resultado favorable de los indicadores financieros obtenidos, con lo cual se podría contar con un activo capaz de operar en el mercado nacional por 20 años sin complicaciones de deterioro del material o vetustez a mediano plazo.

En primer lugar, se ha registrado los ingresos de ventas y egresos (costos de la empresa) de manera anual para 10 años proyectados. Adicional, se registra el activo adquirir, el cual se considera una inversión de \$ 35 000 000 incluida la reparación mayor de la draga F. Orellana.

Se ha aplicado la respectiva depreciación del activo nuevo a 10 años bajo la legislación actual.

Posteriormente se continuó con los cálculos de flujos de caja de los años futuros en los que se devengará la deuda de la inversión realizada para las unidades de dragado. El flujo de caja sirve para determinar si las actividades de la empresa son rentables o no, y el control de los compromisos financieros acumulados.

Se aplicó el método directo de cálculo con las siguientes ecuaciones (11 al 14):

$$\text{Flujo de caja} = \text{recibido} - \text{pagos} - \text{gastos} - \text{intereses} - \text{impuestos} \quad (11)$$

$$\text{Flujo de caja} = \text{Utilidad bruta} + \text{venta activos} - \text{depreciación} \quad (12)$$

$$Utilidad\ bruta = Ingresos\ totales - costos\ fijos - costos\ variables \quad (13)$$

$$Utilidad\ neta = Utilidad\ bruta + venta\ activos - Depreciación \quad (14)$$

Los impuestos no se han considerado en el cálculo, ya que se trata de una empresa estatal.

Por último, se calculará **VAN, TIR y PAYBACK** con las ecuaciones siguientes:

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{Ft(1+K)^1} + \frac{F_2}{Ft(1+K)^2} + \frac{F_3}{Ft(1+K)^3} + \dots \quad (1)$$

$$TIR = K(+) + \frac{VAN(+)*(K(-)-K(+))}{VAN(+)-VAN(-)}$$

$$PAYBACK = a + \frac{I_0 - b}{Ft}$$

#### 4.6. Eficacia operativa en la nueva draga de tolva

El indicador de eficacia operativa se ha utilizado para calcular cuán eficaz podría ser la nueva draga de tolva para la empresa en el cumplimiento de los objetivos planteados con el plan de producción. Cabe destacar que la capacidad de la nueva draga es superior a la de la antigua draga Nueva Loja, lo que hace posible cumplir con los niveles de producción anuales planteados. Queda por definir, mediante el cálculo, la recuperación de la tendencia de la eficacia en el dragado y el porcentaje de mejora para los años futuros.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Causa raíz de problemas de la empresa

Se realizó un procedimiento de 5 pasos para la búsqueda de los problemas raíces y saber dónde atacar, esto se presenta en la Tabla 12 y Tabla 13.

**Tabla 12.**

No conformidad. Estado crítico mecánico de la draga de Nueva Loja.

No	Paso	Análisis	Propuesta
1	No conformidad	La draga de tolva Nueva Loja es la de mayor capacidad de la flota. Está sin operar desde hace algunos años, por maquinaria y sistemas en mal estado (la draga Orellana requiere recuperación en los sistemas dragado).	NA
2	Corrección inmediata	Puesta en operación de sistemas redundantes o auxiliares operativos como <i>backup</i> , a fin tener producción (incrementos de riesgos).	Presupuesto mínimo disponible para poner en operación auxiliar.
3	Causa raíz	No cumplimiento de planes de mantenimiento mayor según la programación (no ingresos a dique).	
4	Acción correctiva	Estudio técnico financiero a fin de determinar reparación o compra de nuevas unidades; mantenimiento mayor en dique o considerar la adquisición de una nueva unidad en reemplazo.	Reparación mayor o adquisición de nueva maquinaria o draga.
5	Eficacia	Posterior a las reparaciones o adquisición hace falta realizar monitoreo de la operación de unidades y control de horas de mantenimiento y parada de equipos.	

**Tabla 13.**

No conformidad. Falta de control de producción y costos de dragado.

No	Paso	Análisis	Propuesta
1	No conformidad	Con las embarcaciones dañadas por años, los equipos y sistemas de dragado fuera de servicio, las unidades siguen consumiendo combustible, agua dulce y lubricantes, mientras que las dotaciones han seguido recibiendo sueldos sin operar las unidades.	
2	Corrección inmediata	Control de recursos a unidades que no se encuentran produciendo por periodos largos; reubicación de personal.	
3	Causa raíz	Falta de control técnico anual, asesoramiento financiero en reportes de pérdidas y ganancias, falta de toma de decisiones en control de activos.	Realizar los estudios a fin de determinar la baja de la unidad y si merece la pena la compra de otra.
4	Acción correctiva	Levantamiento de información, estudios, análisis técnico, control económico financiero con proyección a 10 años, acortar tiempos de respuesta, reorganización de la producción con activos productivos, control de costos y baja de los activos no productivos y propuesta.	Asesorar a los mandos Institucionales de la importancia de actividades de dragado y comprometerles con el presupuesto para adquirir una nueva unidad.
5	Eficacia	Control de eficacia y aprovechamiento de los activos en los objetivos institucionales, determinándose anualmente costos invertidos /m <sup>3</sup> invertidos.	Monitorear indicadores de producción y eficacia durante la operación.

## 5.2. Proyección de la demanda y determinación de permanencia

Se ha identificado la gran oportunidad de un contrato para dragar 4 000 000 m<sup>3</sup> en dos años en Puerto Bolívar, con una frecuencia de repetición de 4 años, donde se requiere dragar no menos del 75 % en el primer año y lo restante al año siguiente. Esto respalda el cambio de la draga obsoleta Nueva Loja por una de mayor capacidad, operatividad y confiabilidad. Con la flota actual de la empresa no es posible cumplir con la gran demanda de dragado anteriormente planteada. Se requiere hacer cambios en las dragas de tolva, por tanto, se procede con la reorganización de la flota, reemplazando la draga Nueva Loja por una draga de origen holandés e incluyendo el proyecto de Puerto Bolívar dentro de la planificación. Así se garantiza el cumplimiento de m<sup>3</sup>/anual estimado de dragado dentro de la matriz de producción y los ingresos anuales.

Con la recolección de requerimientos de los clientes a nivel nacional se elaboró la matriz de producción anual de la flota de dragas de la empresa. En esta matriz se asignan proyectos mensuales y se distribuyen las cargas de manera equilibrada según las capacidades de cada draga de la flota. Esta información se presenta a continuación en la Tabla 14.

**Tabla 14.**

Planteamiento de nueva matriz de producción.

Clientes	Cantidad a dragar	Producción mínima mensual requerida	Ubicación geográfica	Unidad	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
PREFECTURA DE LOS RÍOS	300 000,0	30 000,0	Babahoyo (Paraíso sur)	DRAZAM	300 000		REPARA. DIQUE	PAUSA	300 000		PAUSA	REPARA. DIQUE	300 000	
CELEC E.P.	607 270,0	50 605,8	Manabí (Pichincha)			607 270				607 270				607 270
SECRETARÍA TÉCNICA GESTIÓN INMOBILIARIA	201 422,0	33 570,3	Manabí (Manta)	DRATEN	201 422	APOYO DRAFOR	REPARA. DIQUE	201 422	APOYO	APOYO DRAFOR	201 422	APOYO DRALOJ	REPARA. DIQUE	201 422
ASTIESMAR	80 000,0	40 000,0	Manabí (Jaramijó)		80 000			80 000			80 000			80 000
ALCALDÍA STA. ELENA	190 000,0	95 000,0	Santa Elena	DRAFOR + DRATEN	190 000			190 000			190 000			190 000
AUTORIDAD PORTUARIA DE MANTA	500 000,0	50 000,0	Manta		REPARA. DIQUE DRAFOR	500 000	REPARA. DIQUE DRAFOR		PAUSA	500 000		REPARA. DIQUE DRAFOR	PAUSA	500 000
FUNDACIÓN AMÉRICA	1 000 000,0	166 666,7	Esmeraldas (Río Verde)				1 000 000				1 000 000			
AUTORIDAD PORTUARIA DE ESMERALDAS	1 000 000,0	166 666,7	Esmeraldas					1 000 000				1 000 000		
JIL PORT-AUTORIDAD PORTUARIA BOLÍVAR	4 000 000,0	370 000,0	Puerto Bolívar	DRALOJ		3 000 000	1 000 000			3 000 000	1 000 000			3 000 000

**Tabla 15.**

Comparación de ingresos por ventas y volumen dragado antes y después.

TABLA DE COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE INGRESOS X VENTAS Y PRODUCCIÓN											
AÑOS PRODUCCIÓN FUTURO	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Resultados
VOLUMEN A DRAGAR m <sup>3</sup>	771 422	4 107 270	2 000 000	1 471 422	300 000	4 107 270	2 471 422	1 000 000	300 000	4 578 692	<b>21 107 498,0 m<sup>3</sup></b>
PRECIO UNIT X m <sup>3</sup> DRAGADO \$/m <sup>3</sup>	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	10	10	10	10	
INGRESO X VENTAS	\$ 5.399.954	\$ 28 750 890	\$ 14 000 000	\$ 13 242 798	\$ 2 700 000	\$ 36 965 430	\$ 24.714.220	\$ 10 000 000	\$ 3 000 000	\$ 45 786 920	<b>\$ 184 560 212</b>

AÑOS PRODUCCIÓN PASADO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
VOLUMEN DRAGADO m <sup>3</sup>	4 410 000	2 750 000	2 300 000	1.800.000	2 321 000	454 000	0 m3	184 600	243 000	331 300	<b>14 793 900 m<sup>3</sup></b>
INGRESOS X VENTAS	\$ 17 651 499	\$ 11 008 803	\$ 9 371 448	\$ 7 960 052	\$ 9 287 801	\$ 2 270 847	\$ -	\$ 923 000	\$ 1 215 102	\$ 656 862	<b>\$ 61 345 416</b>
PRECIO UNIT X m <sup>3</sup> DRAGADO \$/m <sup>3</sup>	4,0	4,0	4,1	4,4	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	

El volumen dragado proyectado al final del periodo fue de **21 107 498,0 m<sup>3</sup>**, con respecto a los años anteriores de **14 793 900 m<sup>3</sup>**, lo cual se debió a largos periodos de paros por tener unidades en mal estado. Los ingresos por ventas se han estimado en **\$ 184 560 212** dólares en comparación con el histórico acumulado de **\$ 61 345 416** dólares. Una de las políticas estratégicas fue elevar el costo unitario de dragado de manera progresiva a un valor competitivo. Esto último se justifica con el hecho de brindar un mejor servicio al cliente con unidades en buen estado y disminuyendo el número de paros en las unidades durante proyectos.

### 5.3. Determinación de costos

La tabla 16 permite comparar costos en condiciones de producción y no producción incluyendo costos fijos y costos variables, con base en tablas de costos por buque, considerándose también la draga nueva adquirir.

**Tabla 16.**

Costos relacionados con volumen de producción.

Draga	COSTOS CON DRAGAS EN PRODUCCIÓN			COSTOS CON DRAGAS SIN PRODUCCIÓN		
	Total anual	Gastos variables anuales	Gastos fijos anuales	Total anual	Gastos variables anuales	Gastos fijos anuales
<b>Reemplazo Nueva Loja</b>	\$ 2 114 592,0	\$ 1 495 392,00	\$ 619 200,00	\$ 1 010 496,0	\$ 391 296,00	\$ 619 200,00
<b>Francisco de Orellana</b>	\$ 1 353 152,0	\$ 1 009 952,00	\$ 343 200,00	\$ 610 000,0	\$ 266 800,00	\$ 343 200,00
<b>Zamora</b>	\$ 812 496,00	\$ 636 096,00	\$ 176 400,00	\$ 287 448,00	\$ 111 048,00	\$ 176 400,00
<b>Tena</b>	\$ 493 296,00	\$ 327 696,00	\$ 165 600,00	\$ 236 848,00	\$ 71 248,00	\$ 165 600,00
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 4 773 536,00</b>			<b>\$ 2 144 792,0</b>		
<b>Gastos fijos administrativos</b>	\$ 501 855			\$ 501 855		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5 275 391</b>			<b>\$ 2 646 647</b>		

La no producción de las dragas baja costos; sin embargo, dicha condición no es favorable en el tiempo, pues la empresa depende de las utilidades y estas se obtienen invirtiendo previamente recursos. El uso de las dragas depende de las necesidades planteadas por los clientes y de la organización de la empresa en el tiempo.

La Tabla 17 se basa en la tabla 16 añadida los costos administrativos y costos de diques en una planificación anual de producción proyectada a 10 años.

**Tabla 17.** Matriz de planificación de costos proyectados en el tiempo.

UNIDAD	COSTOS	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
DRAZAM	Costos fijos	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	\$ 176 400	
	Costos variables	\$ 636 096	\$ 636 096	\$ 111 048	\$ 111 048	\$ 636 096	\$ 636 096	\$ 111 048	\$ 111 048	\$ 636 096	\$ 636 096	
	Mantenimiento mayor			\$ 300 000					\$ 300 000			
DRATEN	Costos fijos	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	\$ 165 600	
	Costos variables	\$ 327 696	\$ 327 696	\$ 71 248	\$ 327 696	\$ 327 696	\$ 71 248	\$ 327 696	\$ 327 696	\$ 71 248	\$ 327 696	
	Mantenimiento mayor			\$ 300 000						\$ 300 000		
DRAFOR	Costos fijos	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	\$ 343 200	
	Costos variables	\$ 1 009 952	\$ 1 009 952	\$ 266 800	\$ 1 009 952	\$ 266 800	\$ 1 009 952	\$ 1 009 952	\$ 266 800	\$ 266 800	\$ 1 009 952	
	Mantenimiento mayor	\$ 500 000		\$ 500 000					\$ 500 000			
REEMPLAZO DRALOJ	Costos fijos		\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	\$ 619 200	
	Costos variables		\$ 1 495 392	\$ 1 495 392	\$ 1 495 392	\$ 391 296	\$ 1 495 392	\$ 1 495 392	\$ 1 495 392	\$ 391 296	\$ 1 495 392	
	Mantenimiento mayor	Compra draga				\$ 1 100 000				\$ 1 100 000		
	Gastos fijos operacionales administrativos	\$ 501 855	\$ 501 855	\$ 501.855	\$ 501 855	\$ 501 855	\$ 501 855	\$ 501 855	\$ 501 855	\$ 501 855	\$ 501 855	
	<b>AÑOS</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>TOTAL FINAL PERIODO</b>
	<b>Costos variables totales</b>	\$ 1.973.744	\$ 3.469.136	\$ 1.944.488	\$ 2.944.088	\$ 1.621.888	\$ 3.469.136	\$ 2.944.088	\$ 2.200.936	\$ 1.365.440	\$ 3.469.136	\$ 25.402.080
	<b>Costos fijos totales</b>	\$ 1.687.054	\$ 1.806.254	\$ 2.906.254	\$ 1.806.254	\$ 1.806.254	\$ 1.806.254	\$ 1.806.254	\$ 2.606.254	\$ 2.106.254	\$ 1.806.254	\$ 20.143.346
	<b>Costos anuales flotas dragas</b>	\$ 3.660.798	\$ 5.275.390	\$ 4.850.742	\$ 4.750.342	\$ 4.528.142	\$ 5.275.390	\$ 4.750.342	\$ 4.807.190	\$ 4.571.694	\$ 5.275.390	\$ 47.745.426

Los datos sombreados en la tabla 17, son costos para la condición de Dique o pausa operativa en las dragas de la flota.

Los costos acumulativos históricos de la empresa de los 10 últimos años (del 2014 al 2023), incluidos los costos de reparaciones de dique, fueron de **\$ 62 243 324,00**. No existía una franja de control de gastos y en los años 2022 y 2023 se aplicaron políticas económicas de austeridad no favorables que limitó el cumplimiento de trabajos.

Los costos acumulativos proyectados para los siguientes 10 años (del 2024 al 2033), con una gestión ordenada, incluidos los costos de reparaciones de dique, son de **\$ 47 745 426**. En este escenario proyectado, la flota de dragas trabajaría de una manera más activa.

En la Tabla 18 se presentan cálculos y los resultados para costos unitarios anuales para la flota de dragas. Adicional, en la Figura 12 se representan dichos resultados en gráfica de barras para comparaciones entre el antes y las proyecciones futuras.

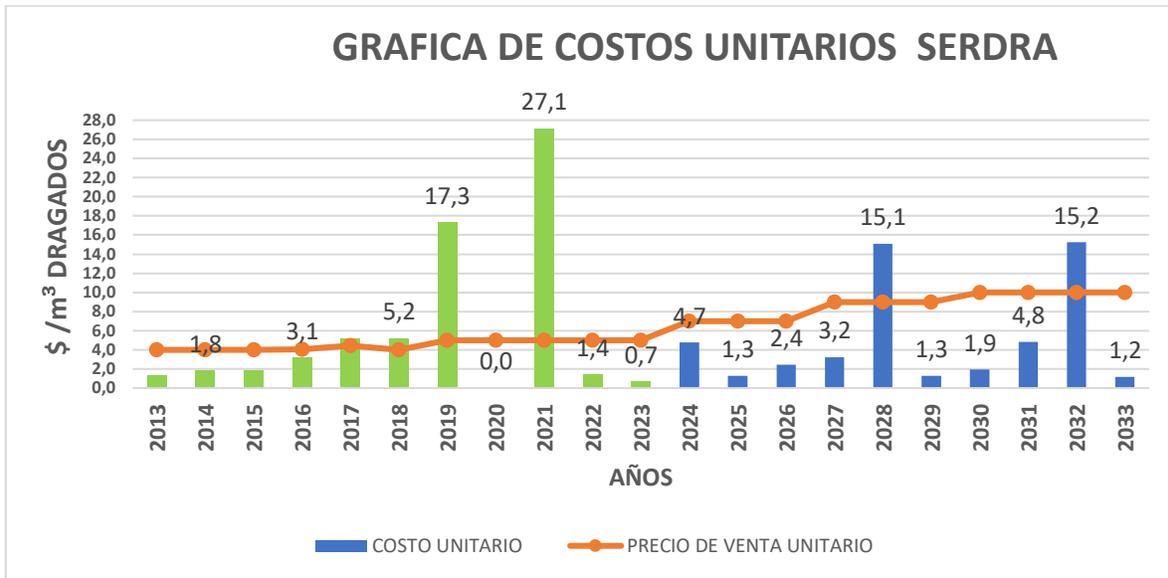
**Tabla 18.**

Comparación de costos antes y después de intervención.

COSTOS ANUALES FLOTA DRAGAS	AÑOS	COSTOS ANUALES FLOTA DRAGAS	m <sup>3</sup> DRAGADO	COSTO UNITARIO	PRECIO DE VENTA UNITARIO
HISTÓRICO DE COSTOS 10 AÑOS 2014-2023	2013	\$ 2 186 000	1 615 000 m <sup>3</sup>	1,4 \$/ m <sup>3</sup>	4,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2014	\$ 7 867 946	4 410 000 m <sup>3</sup>	1,8 \$/ m <sup>3</sup>	4,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2015	\$ 5 04 702	2 750 000 m <sup>3</sup>	1,8 \$/ m <sup>3</sup>	4,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2016	\$ 7 216 393	2 300 000 m <sup>3</sup>	3,1 \$/ m <sup>3</sup>	4,1 \$/ m <sup>3</sup>
	2017	\$ 9 312 259	1 800 000 m <sup>3</sup>	5,2 \$/ m <sup>3</sup>	4,4 \$/ m <sup>3</sup>
	2018	\$ 12 070 333	2 321 000 m <sup>3</sup>	5,2 \$/ m <sup>3</sup>	4,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2019	\$ 7 852 589	454 000 m <sup>3</sup>	17,3 \$/ m <sup>3</sup>	5,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2020	\$ 7 308 161	0	0,0 \$/ m <sup>3</sup>	5,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2021	\$ 5 008 052	184 600 m <sup>3</sup>	27,1 \$/ m <sup>3</sup>	5,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2022	\$ 339 196	243 000 m <sup>3</sup>	1,4 \$/ m <sup>3</sup>	5,0 \$/ m <sup>3</sup>
<b>\$ 62 243 324</b>	2023	\$ 220 692	331 300 m <sup>3</sup>	0,7 \$/ m <sup>3</sup>	5,0 \$/ m <sup>3</sup>
PROYECCIÓN DE COSTOS 10 AÑOS 2024-2033	2024	\$ 3 660 798	771 422 m <sup>3</sup>	4,7 \$/ m <sup>3</sup>	7,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2025	\$ 5 275 390	4 107 270 m <sup>3</sup>	1,3 \$/ m <sup>3</sup>	7,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2026	\$ 4 850 742	2 000 000 m <sup>3</sup>	2,4 \$/ m <sup>3</sup>	7,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2027	\$ 4.750.342	1 471 422 m <sup>3</sup>	3,2 \$/ m <sup>3</sup>	9,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2028	\$ 4 528 142	300 000 m <sup>3</sup>	15,1 \$/ m <sup>3</sup>	9,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2029	\$ 5 275 390	4 107 270 m <sup>3</sup>	1,3 \$/ m <sup>3</sup>	9,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2030	\$ 4.750.342	2 471 422 m <sup>3</sup>	1,9 \$/ m <sup>3</sup>	10,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2031	\$ 4 807 190	1 000 000 m <sup>3</sup>	4,8 \$/ m <sup>3</sup>	10,0 \$/ m <sup>3</sup>
	2032	\$ 4 571 694	300 000 m <sup>3</sup>	15,2 \$/ m <sup>3</sup>	10,0 \$/ m <sup>3</sup>
	<b>\$ 47 745 426</b>	2033	\$ 5 275 390	4 578 692 m <sup>3</sup>	1,2 \$/ m <sup>3</sup>

**Figura 12.**

Costos unitarios vs precio de venta SERDRA.



Antes y después existen costos elevados puntuales en la empresa, se deben al dique (mantenimiento mayor) para las unidades de dragado en el respectivo año; sin embargo, el incremento puntual anual de costos se compensa con los tres años siguientes de producción donde las unidades en estado óptimo bajan costos por debajo de los precios de venta y así se mantienen produciendo.

En el Anexo 4 consta la recolección de datos y la elaboración de matrices de los costos principales para la operación de las 02 dragas de Tolve y las 02 dragas de cortador de la empresa.

#### 5.4. Indicadores financieros de inversión y recuperación en unidades

Se inicia con la presentación de los ingresos y costos previamente levantados con proyecciones anuales del comportamiento de las dragas y el plan de producción.

**Tabla 19.**

Ingresos y costos planificados.

<b>CUADRO DE INGRESOS PARA SERDRA X SERVICIOS DE DRAGADO</b>										
<b>AÑOS</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>DRAGADO (m<sup>2</sup>) ANUAL</b>	771 422	4 107 270	2 000 000	1 471 422	300 000	4 107 270	2 471 422	1 000 000	300 000	4 578 692
<b>PRECIO</b>	7,0 \$/ m <sup>2</sup>	7,0 \$/ m <sup>2</sup>	7,0 \$/ m <sup>2</sup>	9,0 \$/ m <sup>2</sup>	9,0 \$/ m <sup>2</sup>	9,0 \$/ m <sup>2</sup>	10,0 \$/ m <sup>2</sup>	10,0 \$/ m <sup>2</sup>	10 \$/ m <sup>2</sup>	10 \$/ m <sup>2</sup>
<b>UNIT X m<sup>3</sup></b>										
<b>INGRESOS X VENTAS</b>	\$ 5 399 954	\$ 28 750 890	\$ 14 000 000	\$ 13 242 798	\$ 2 700 000	\$ 36 965 430	\$ 24 714 220	\$ 10 000 000	\$ 3 000 000	\$ 45 786 920
<b>INGRESOS X VENTA ACTIVOS</b>	\$ 5 000 000									
<b>INGRESOS ANUALES</b>	\$ 10 399 954	\$ 28 750 890	\$ 14 000 000	\$ 13 242 798	\$ 2 700 000	\$ 36 965 430	\$ 24 714 220	\$ 10 000 000	\$ 3 000 000	\$ 45 786 920
<b>CUADRO DE COSTOS DE LA EMPRESA SERDRA</b>										
	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
<b>COSTOS VARIABLES TOTALES</b>	\$ 1.973.744	\$ 3.469.136	\$ 1.944.488	\$ 2.944.088	\$ 1.621.888	\$ 3.469.136	\$ 2.944.088	\$ 2.200.936	\$ 1.365.440	\$ 3.469.136
<b>COSTOS FIJOS TOTAL INCLUIDO M. MAYOR</b>	\$ 1.687.055	\$ 1.806.255	\$ 2.906.255	\$ 1.806.255	\$ 1.806.255	\$ 1.806.255	\$ 1.806.255	\$ 2.606.255	\$ 2.106.255	\$ 1.806.255
<b>COSTOS ANUALES</b>	\$ 3.660.799	\$ 5.275.391	\$ 4.850.743	\$ 4.750.343	\$ 4.528.143	\$ 5.275.391	\$ 4.750.343	\$ 4.807.191	\$ 4.571.695	\$ 5.275.391

Posteriormente, las depreciaciones de la draga adquirida por un valor de \$ 35 000 000 se han calculado para 10 años, considerándose la vida útil real de la unidad de 20 años. En este caso no se han cargado los impuestos porque se trata de una empresa estatal.

**Se aplicó el método financiero de cálculo conocido como método directo:**

Flujo de caja = recibido - pagos - gastos - intereses – impuestos

En el anexo 5 se detallan las matrices de cálculo financiero elaboradas en el programa de cálculo Excel aplicando las ecuaciones (11) a la (14), y en la Tabla 20 se presentan los resultados de las operaciones de cálculo indicadas anteriormente.

$$\text{Flujo de caja} = \text{recibido} - \text{pagos} - \text{gastos} - \text{intereses} - \text{impuestos} \quad (11)$$

$$\text{Flujo de caja} = \text{utilidad bruta} + \text{venta activos} - \text{depreciación} \quad (12)$$

$$\text{Utilidad Bruta} = \text{Ingresos totales} - \text{costos fijos} - \text{costos variables} \quad (13)$$

$$\text{Utilidad Neta} = \text{Utilidad bruta} + \text{venta activos} - \text{depreciación} \quad (14)$$

**Tabla 20**

Determinación de utilidad bruta y flujo de caja de la empresa.

AÑO	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
UTILIDAD BRUTA	\$ 1.739.155	\$ 23.475.499	\$ 9.149.257	\$ 8.492.455	\$ - 728.143	\$ 31.690.039	\$ 19.963.877	\$ 5.192.809	\$ - 471.695	\$ 40.511.529
UTILIDAD NETA	\$ 3.239.155	\$ 19.975.499	\$ 5.649.257	\$ 4.992.455	\$ - 4.228.143	\$ 28.190.039	\$ 16.463.877	\$ 1.692.809	\$ - 3.971.695	\$ 37.011.529
FLUJO DE CAJA	\$ 6.739.155	\$ 23.475.499	\$ 9.149.257	\$ 8.492.455	\$ - 728.143	\$ 31.690.039	\$ 19.963.877	\$ 5.192.809	\$ - 471.695	\$ 40.511.529

Color rojo identifica valores negativos en utilidades, debido a inversión en dique para DRALOJ

\*Considerando una inversión de \$35 000 000,00 de dólares americano.

Los números en rojo indican utilidad negativa y esto se debe a la inversión en dique para DRALOJ y por la misma razón la producción es casi nula esos años.

Posterior al cálculo del flujo de caja se prosiguió con el cálculo del VAN, TIR Y PAYBACK, obtenidos con apoyo de las herramientas de fórmulas reestablecidas de cálculo del programa Excel.

$$VAN = -I_0 + \frac{F1}{Ft(1+K)^1} + \frac{F2}{Ft(1+K)^2} + \frac{F3}{Ft(1+K)^3} + \dots$$

$$TIR = K(+) + \frac{VAN(+)*(K(-)-K(+))}{VAN(+)-VAN(-)}$$

$$PAYBACK = a + \frac{I_0 - b}{Ft}$$

**Tabla 21**

Determinación de VAN, TIR y PAY BACK.

INDICADOR	VALOR	ANÁLISIS	RESULTADO
INVERSIÓN INICIAL	<b>\$ 35 000 000</b>	Capital requerido para proyecto de repotenciación y puesta en operación de unidades de dragado.	Alta probabilidad de asignación de recursos a la institución.
VAN	<b>\$ 31 903 267</b>	Un valor positivo del VAN significa que la inversión es recuperable por la sumatoria de los FNE actualizados.	La inversión es recuperable.
TIR	<b>+34,1%</b> > (tasa de renta de +15%)	El % TIR es la rentabilidad máxima que puede generar una inversión y se debe comparar con la tasa de renta	La inversión genera rentabilidad.
PAYBACK	<b>3,11</b>	El <i>payback</i> son todos los periodos fiscales necesarios para la recuperación de la inversión. Se proyectó a 10 años.	La inversión de \$ 35 000 000 millones se puede recuperar en 3 años y 40 días.

### 5.5. Indicadores de eficacia de la producción de la draga de tolva que se va a adquirir

Partiendo de la tabla de planillaje de producción se tomaron datos como el volumen anual de dragado m<sup>3</sup>/año, que es la variable del volumen de dragado ejecutado anual. De la tabla de cálculo de ciclos de dragado se toman datos estandarizados de producción planificada a dragar m<sup>3</sup>/año, llamada cartilla de planillaje anual. Con una proyección lineal (12 horas de trabajo por día), lo antes mencionado se presenta en la Tabla 22.

**Tabla 22**

Volumen de dragado planificado anual.

Draga	Producción		Porcentaje de rendimiento de material	Diseño capacidad tolva	Ciclos/mes	Ciclos/día	Horas de trabajo/día
	m <sup>3</sup> /año	11 meses m <sup>3</sup> /mes					
Francisco de Orellana	1 039 500	94 500	0,7	1500	90	3	11,7
Nueva Loja	2 376 000	216 000	0,5	7200	60	2	10,1
Nueva draga reemplazo de Nueva Loja	4 620 000	420 000	0,7	10 000	60	2	10,5

A continuación, en la Tabla 23 se presentan los resultados del indicador de eficacia proyectada para la draga de tolva adquirir en los años 2025 al 2033 en comparación con el histórico. Las filas verdes muestran año de compra de la draga y las fechas de mantenimientos mayores posteriores.

**Tabla 23.**

Comparación de Indicadores de eficacia para draga de tolva adquirir.

AÑO	VOLUMEN DRAGADO EJECUTADO	VOLUMEN DRAGADO ACUMULADO	VOLUMEN DRAGADO PLANIFICADO ANUAL	HORAS DE TRABAJO X DIA	VOLUMEN DRAGADO PLANIFICADO ACUMULADO	EFICACIA	TENDENCIA DE LA EFICACIA
2014-2015	2 229 500 m <sup>3</sup>	2 229 500 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	93,8%	93,83%
2015-2016	3 255 000 m <sup>3</sup>	5 484 500 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	4 752 000,0 m <sup>3</sup>	137,0%	115,41%
2016-2017	1 452 500 m <sup>3</sup>	6 937 000 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	7 128 000,0 m <sup>3</sup>	61,1%	97,32%
2017-2018	1 760 500 m <sup>3</sup>	8 697 500 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	9 504 000,0 m <sup>3</sup>	74,1%	91,51%
2018-2019	1 151 501 m <sup>3</sup>	9 849 001 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	11 880 000,0 m <sup>3</sup>	48,5%	82,90%
2019-2020	500 000 m <sup>3</sup>	10 349 001 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	14 256 000,0 m <sup>3</sup>	21,0%	72,59%
2020-2021	0,0 m <sup>3</sup>	10 349 001 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	16 632 000,0 m <sup>3</sup>	0,0%	62,22%
2021-2022	0,0 m <sup>3</sup>	10 349 001 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	19 008 000,0 m <sup>3</sup>	0,0%	54,45%
2022-2023	0,0 m <sup>3</sup>	10 349 001 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	21 384 000,0 m <sup>3</sup>	0,0%	48,40%
2023-2024	0,0 m <sup>3</sup>	10 349 001 m <sup>3</sup>	2 376 000,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	23 760 000,0 m <sup>3</sup>	0,0%	43,56%
2024-2025	0,0 m <sup>3</sup>	10 349 001 m <sup>3</sup>	0,0 m <sup>3</sup>	12,0 h	23 760 000,0 m <sup>3</sup>	0	43,56%
2025-2026	3 000 000 m <sup>3</sup>	13 349 001 m <sup>3</sup>	3 000 000,0 m <sup>3</sup>	10,2 h	26 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	49,88%
2026-2027	2 000 000 m <sup>3</sup>	15 349 001 m <sup>3</sup>	2 000 000,0 m <sup>3</sup>	5,1 h	28 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	53,37%
2027-2028	1 000 000 m <sup>3</sup>	16 349 001 m <sup>3</sup>	1 000 000,0 m <sup>3</sup>	5,1 h	29 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	54,94%
2028-2029	0,0 m <sup>3</sup>	16 349 001 m <sup>3</sup>	0,0 m <sup>3</sup>	0,0 h	29 760 000,0 m <sup>3</sup>	0	54,94%
2029-2030	3 000 000 m <sup>3</sup>	19 349 001 m <sup>3</sup>	3 000 000 m <sup>3</sup>	10,2 h	32 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	59,06%
2030-2031	2 000 000 m <sup>3</sup>	21 349 001 m <sup>3</sup>	2 000 000 m <sup>3</sup>	5,1 h	34 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	61,42%
2031-2032	1 000 000 m <sup>3</sup>	22 349 001 m <sup>3</sup>	1 000 000 m <sup>3</sup>	5,1 h	35 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	62,50%
2032-2033	0,0 m <sup>3</sup>	22 349 001 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0,0 h	35 760 000,0 m <sup>3</sup>	0	62,50%
2033-2034	3 000 000 m <sup>3</sup>	25 349 001 m <sup>3</sup>	3 000 000 m <sup>3</sup>	10,2 h	38 760 000,0 m <sup>3</sup>	100,0%	65,40%

Color amarillo identifica eficacia al final de periodo evaluado

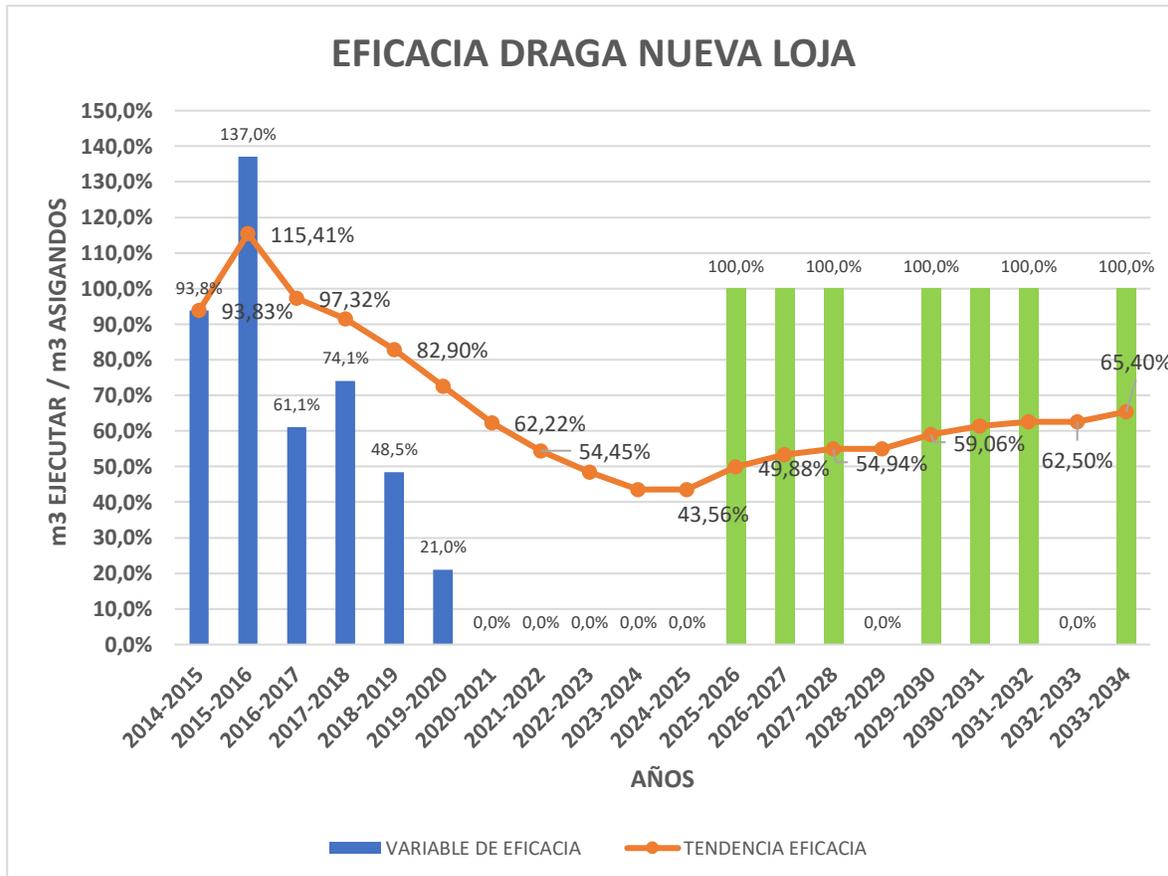
La eficacia del dragado comenzó a disminuir en los años 2018 y 2019. Posteriormente, la draga entró en obsolescencia y deterioro debido a la falta de mantenimiento, perdiendo oportunidades de ser considerada para contratos futuros por su inoperatividad. La acción correctiva se tomó con la adquisición de una nueva draga, lo que sirvió para aumentar la eficacia teórica y cumplir con el plan de producción planteado.

En la Figura 13 se presenta una gráfica de barras que muestra el comportamiento histórico de la eficacia de la draga Nueva Loja en comparación con la eficacia teórica calculada para

la nueva draga a ser adquirida. También se ha graficado el indicador de tendencia de la eficacia.

**Figura 13.**

Eficacia mejorada en draga.



El reemplazo de la draga Nueva Loja permitiría operatividad con pausas estimadas cada tres años para el dique, las cuales no durarían más de cinco meses, además de generar oportunidades para nuevos negocios.

La eficacia proyectada desde el año 2025 hasta el 2033 con la nueva draga de tolva podría ser del 100%, puesto que:

- La draga nueva cumple con las características del cliente, con una capacidad aproximada 4 000 000 m<sup>3</sup>/anual de dragado, la cual es superior a lo requerido por

él; adicional, bajo la planificación servirá también a otros clientes en los años siguientes.

- El periodo de trabajo del personal de la draga nueva es igual o menor a 12 horas de trabajo continuas, y esto encaja en el máximo de horas de trabajo x día autorizadas para el personal embarcado. Los proyectos no se ven afectados por el impedimento estatal actual de no contratación de personal profesional adicional en empresas estatales.
- El estado óptimo de la draga adquirida garantiza no tener paros de mantenimiento durante la producción anual, cumpliéndose con ello los objetivos planteados.
- La capacidad de la draga abre la posibilidad de incrementar en un futuro los turnos de producción con la contratación de personal profesional para las dragas de tolva aumentando el tiempo de trabajo a 24 horas.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El histórico de la Empresa para el volumen de arena acumulado por el dragado para el periodo 2014 al 2023 fue de **14 793 900 m<sup>3</sup>**, con un equivalente de ingresos por ventas **\$ 61 345 416** dólares americanos. La demanda de volumen de dragado estimada para el periodo 2024 al 2033 fue de **21 107 498,0 m<sup>3</sup>**, con un equivalente de ingresos por ventas de **\$184 560 212** dólares americanos. El incremento del volumen de dragado se produce a través de una planificación de producción considerando el reemplazo de la draga obsoleta Nueva Loja por una nueva draga de tolva con la capacidad anual máxima de dragado a 3 000 000 m<sup>3</sup>/anuales. Adicional, la aplicación de una estrategia comercial (incremento progresivo del precio de venta de \$5/m<sup>3</sup> a \$10/m<sup>3</sup> en un periodo de 10 años) resultó en que los ingresos totales de ventas del periodo 2024 al 2033 pudieran ser 3 veces más que lo registrado en el periodo 2014 al 2023.
- La eficacia en el dragado para la draga obsoleta Nueva Loja en comparación a la nueva draga de tolva, pasaría **0 %** en el **2024**, al **100 %** en el **2025**, con recuperación en la tendencia de la eficacia del **43,56 %** en el año **2024**, respecto a un **65.40 %** al final del año **2033**. Para este escenario planteado se consideran favorables los siguientes factores: disponibilidad inmediata de la draga nueva; excelentes condiciones técnico mecánicas de operatividad; disponibilidad de personal y cumplimiento oportuno de los mantenimientos ya planificados. Todos estos elementos garantizarán la operatividad y permanencia de la unidad por más de 10 años.
- El levantamiento de costos anuales garantiza sostenibilidad futura para una flota de 4 dragas operando en las costas ecuatorianas (costos operación + costos administrativos + costos mantenimiento mayor), donde presupuesto oscila entre

**\$ 3 660 798** y **\$ 5 275 391** millones de dólares americanos anuales dependiendo del nivel de actividad, lo que difiere en mucho de los costos de la empresa registrados históricamente de **\$ 9 312 259** y **\$ 12 070 333** millones de dólares americanos para los años 2017 y 2018, respectivamente.

- Con una planificación ordenada y la aplicación de un modelo de costos se incrementó la actividad laboral anual de la flota de dragas y se redujeron costos totales. Los costos acumulativos de la empresa para los años del 2014 al 2023 fueron de **\$ 62 243 324,00**, respecto a los costos acumulativos proyectados del 2024 al 2033 de **\$ 47 745 426.**, lográndose una reducción estimada de **\$14 497 898** (incluyendo costos de reparación en dique).
- Los resultados del cálculo para la inversión financiera son  **$VAN = \$ 31 903 267$** ,  **$TIR = 34,1\%$** , y  **$PAYBACK = 3,1$** , donde el  $VAN$  es positivo y la recuperación de la inversión podría ser efectiva en 3 años 40 días. , Con ello se sustenta el reemplazo de la draga Nueva Loja por un activo de mayor costo y tamaño, dando lugar al cumplimiento con nuevos proyectos de producción nacional. De esta forma se puede asegurar la sostenibilidad y el crecimiento económico de la empresa SERDRA en condiciones superiores a las registradas en los años 2014-2023.

## Recomendaciones

- La nueva draga de tolva en el futuro responderá a una eficacia teórica del 100% hasta el año 2033. Se sugiere llevar a cabo la renovación de los planes de mantenimiento preventivo y ejecutarlos en los tiempos programados con el fin de garantizar condiciones técnicas y mecánicas óptimas. De esta forma se tendrá disponibilidad inmediata para operaciones en nuevos proyectos.
- Se recomienda que SERDRA fortalezca su posición en el mercado nacional a través de alianzas estratégicas con empresas estatales, transmitiendo a la comunidad sus capacidades y logros con inversión en los medios de comunicación. Esto facilitará la captación de nuevos proyectos y contratos, asegurando un crecimiento continuo y sostenible en la empresa de dragado.
- La empresa debe trabajar en el futuro en programas de renovación, sustitución y reinversión sustentables para el resto de unidades y activos en general, evitando acumulación de activos improductivos. Tendrá que dar de baja aquellos activos que generen costos elevados y falta de liquidez.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

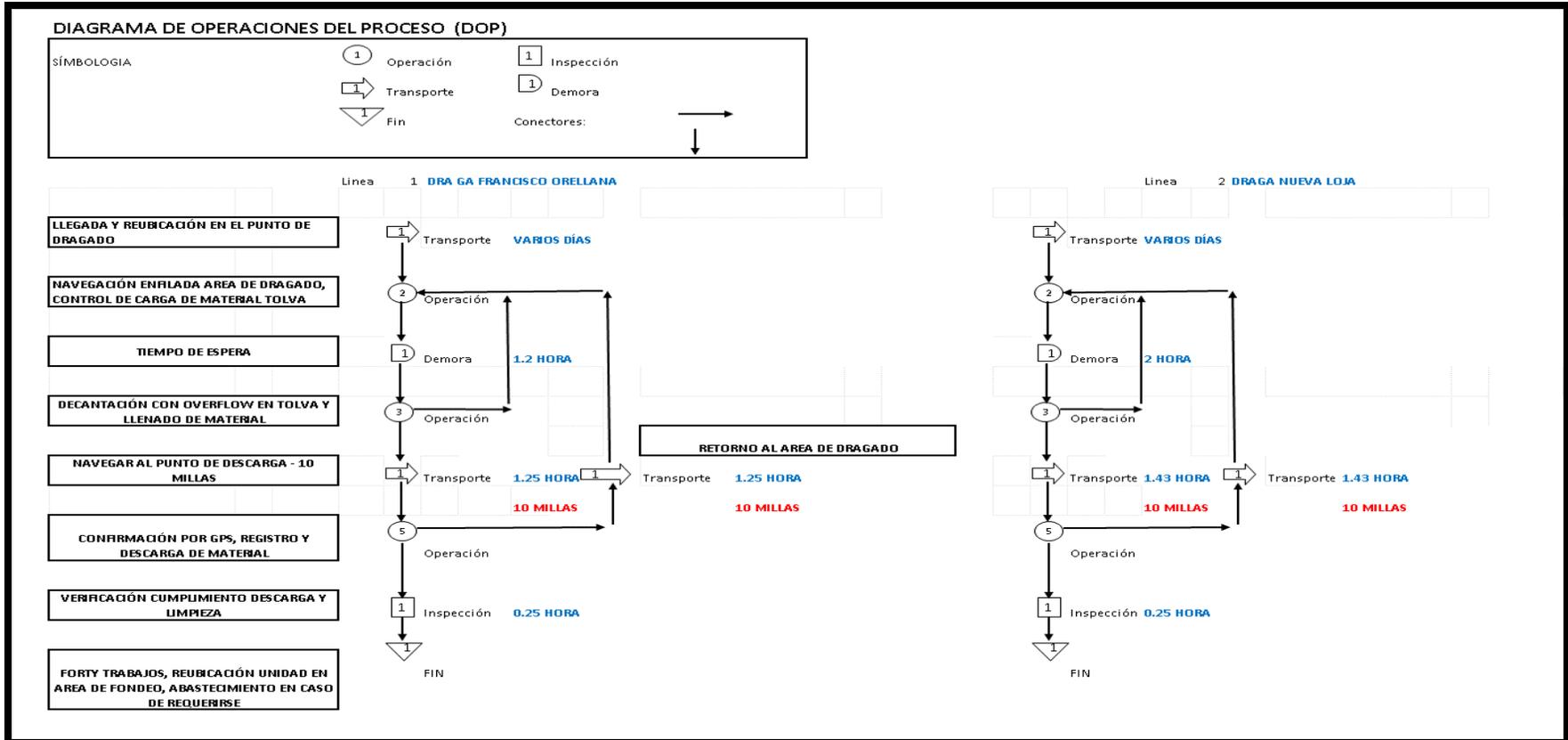
- Armijos, S. (2022). Industria de alimento balanceado mueve la economía de varios sectores. *Vistazo*.
- Berganzo, J. (2016). Las '5 eses' para ser más productivo. *OEE*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>
- Borja, G. (2019). Principles of Lean Manufacturing To Simplify and Scale. *Rever*. Obtenido de <https://reverscore.com/principles-of-lean-manufacturing/>
- Chumbile, L. (2021). Propuesta de mejora mediante Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de carpintería de una empresa mobiliaria. *Universidad Nacional Mayor De San Marco*. Obtenido de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16095/Chumbile\\_gl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16095/Chumbile_gl.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Daza, D. (2021). Diseño de una propuesta para mejorar el proceso productivo en la empresa manufacturas para Cereales S.A. mediante herramientas Lean Manufacturing. *Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/24620/DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20PROPUESTA%20PARA%20MEJORAR%20EL%20PROCESO%20PRODUCTIVO%20EN%20LA%20EMPRESA%20MANUFACTURAS%20PARA%20CEREALES%20S.A%20MEDIANTE%20HERRAMIENTAS%20LEAN%20MA>
- Freeman, O. (2020). Las 5 herramientas que hacen prosperar la manufactura esbelta. *Manufacturing*. Obtenido de <https://manufacturingdigital.com/lean-manufacturing/5-tools-make-lean-manufacturing-thrive>
- Gourav, V. (2022). Three types of Quality for Customer Satisfaction in any Industry. *isrgrajan*. Obtenido de <https://www.isrgrajan.com/three-types-of-quality-for-customer-satisfaction-in-any-industry.html>
- Kanbanize. (2020). Los 5 Porqués: La Mejor Herramienta de Análisis de Causa Raíz. *Kanbanize*.
- Kluaypa , P., & Onuh , S. (2010). The Development of Quality Management Model for Implementation in Thai Organisations. *Proceedings of the World Congress on Engineering*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/45534734\\_The\\_Development\\_of\\_Quality\\_Management\\_Model\\_for\\_Implementation\\_in\\_Thai\\_Organisations](https://www.researchgate.net/publication/45534734_The_Development_of_Quality_Management_Model_for_Implementation_in_Thai_Organisations)
- Kokemüller, N. (2018). Advantages & Disadvantages of Lean Production. *Bizfluent*. Obtenido de <https://bizfluent.com/about-5418429-advantages-disadvantages-lean-production.html>
- Lynn, R. (2022). Useful Lean Manufacturing Tools. *Planview*. Obtenido de <https://www.planview.com/resources/guide/what-is-lean-manufacturing/lean-manufacturing-tools/>
- Mazzini, J., & López, J. (2022). Propuesta de un diseño de modelo de calidad y mejora continua, basado en las directrices de la norma internacional ISO: 9001:2015, para una Industria de Balanceado de Camarón en la Ciudad de Guayaquil. *Universidad*

- Politécnica Salesiana.* Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22765/1/UPS-GT003793.pdf>
- Mohammed , S. (2020). *Jidoka: The Toyota Principle of Building Quality into the Process. The American University in Cairo.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/345702194\\_Jidoka\\_The\\_Toyota\\_Principle\\_of\\_Building\\_Quality\\_into\\_the\\_Process#pf5](https://www.researchgate.net/publication/345702194_Jidoka_The_Toyota_Principle_of_Building_Quality_into_the_Process#pf5)
- Pincay, Y., & Parra, C. (2020). Gestión de la calidad en el servicio al cliente de las PYMES comercializadoras. *Revista Científica dominio de las ciencia.* Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539747>
- Portada, L. (2017). Propuesta de mejora continua de procesos Lean Manufacturing para una empresa cartonera. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.* Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622205/PORTADA\\_HL.pdf?sequence=5](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622205/PORTADA_HL.pdf?sequence=5)
- Prachi , J. (2021). Total Quality Management. *Managementstudyguide.* Obtenido de <https://www.managementstudyguide.com/total-quality-management-models.htm>
- Productivity Commission. (2018). *What is Productivity?* Obtenido de <https://www.pc.gov.au/what-is-productivity>
- Ramírez, L. (2022). ¿Qué es el Lean Manufacturing o producción ajustada? *IEBS.* Obtenido de <https://www.iebschool.com/blog/que-es-lean-manufacturing-negocios-internacionales/#:~:text=El%20Lean%20Manufacturing%20o%20Lean,reduce%3%B3n%20y%20eliminaci%3%B3n%20del%20desperdicio.>
- Rasika, G. (2020). Chapter 1-Quality. *aissmschmct.* Obtenido de <https://aissmschmct.in/wp-content/uploads/2020/07/Chapter-1-Quality.pdf>
- Ricard, B. (2020). Como el flujo continuo ayuda a reducir los residuos. *Flexpipe.*
- Rodríguez , J. (2022). Círculo de Deming. *SPC Consulting Group.*
- Rojas, A., & Soler, V. (2017). Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C Empresa.* Obtenido de [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_14.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf)
- Serrat, O. (2009). The Five Whys Technique. *Knowledge Solutions.* Obtenido de <https://www.upstate.edu/medresidency/pdf/the-5-whys.pdf>
- SSDSI. (2021). what is gemba? *Sixsigmads.*
- Torres, M., & Vásquez, C. (2010). La Calidad: Evolución de su significado y aplicación en servicios. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología. Vol 4.*
- TWI. (2022). What is Lean Manufacturing and the 5 principles used? *Twi-global.* Obtenido de <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/faq-what-is-lean-manufacturing#:~:text=Lean%20manufacturing%20is%20a%20production,are%20willing%20to%20pay%20for.>
- UMNG. (2019). Gestion de Calidad Y gestion de procesos. .

# ANEXOS

## Anexo 1

Flujograma para las dos dragas de tolva de la empresa.



## Anexo 2

### Proyecciones dragas de tolva de la empresa en diferentes escenarios

AÑO REGISTRO	DRAGA Y TIPO DE DRAGA	PRODUCCIÓN		PORCENTAJE RENDIMIENTO MATERIAL EXPERIENCIA	DISEÑO CAPACIDAD DE TOLVA	FRECUENCIA DE DRAGADO MENSUAL	FRECUENCIA DRAGADO DIARIO	HORAS DE TRABAJO X DÍA	TIEMPO TOTAL DE UN CICLO	TIEMPO CARGAR TOLVA REAL	TIEMPO CARGA TOLVA POR MANUAL	TIEMPO DE DESCARGA MATERIAL	TIEMPO TRASLADO RETORNO	DISTANCIA MINIMA AL BOTADERO	VELOCIDAD DE DRAGADO (RECOLECCIÓN MATERIAL)	VELOCIDAD TRASLADO Y RETORNO
		(L)	(K)													
		m <sup>3</sup> /AÑO	m <sup>3</sup> /MES	%	m <sup>3</sup> /TOLVA	CICLOS/MES	CICLOS/MES	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	MILLAS	NUDOS	NUDOS
2008-2013 EXPERIENCIA REAL	DRAGA TOLVA F. ORELLANA	1.386.000	126 000	70%	1 500	120	4,0	15,6 h	3,9 h	1,2	1	0,2	2,50	10	3	8
2013-2017 EXPERIENCIA REAL	DRAGA TOLVA F. ORELLANA	693.000	63 000	70%	1 500	60	2,0	7,8 h	3,9 h	1,2	1	0,2	2,50	10	3	8
	DRAGA TOLVA NUEVA LOJA	2.376.000	216 000	50%	7 200	60	2,0	10,1 h	5,1 h	2	1	0,2	2,86	10	3	7
<b>PROYECCIÓN CON 16 HORAS DE TRABAJO</b>																
PROYECCIÓN LINEAL	DRAGA TOLVA F. ORELLANA	1.386.000	126 000	70%	1 500	120	4,0	15,6 h	3,9 h	1,2	1	0,2	2,50	10	3	8
	DRAGA TOLVA NUEVA LOJA	3.564.000	324 000	50%	7 200	90	3,0	15,2 h	5,1 h	2	1	0,2	2,86	10	3	7
<b>PROYECCIÓN CON 24 HORAS DE TRABAJO - NO POSIBLE CON DOTACIÓN DE PERSONAL ACTUAL-</b>																
PROYECCIÓN LINEAL	DRAGA TOLVA F. ORELLANA	2.079.000	189 000	70%	1 500	180	6,0	23,4 h	3,9 h	1,2	1	0,2	2,50	10	3	8
	DRAGA TOLVA NUEVA LOJA	4.752.000	432 000	50%	7 200	120	4,0	20,2 h	5,1 h	2	1	0,2	2,86	10	3	7
<b>PROYECCIÓN CON 12 HORAS DE TRABAJO</b>																
PROYECCIÓN LINEAL	DRAGA TOLVA F. ORELLANA	1 039 500	94 500	70%	1 500	90	3,0	11,7 h	3,9 h	1,2	1	0,2	2,50	10	3	8
	DRAGA TOLVA NUEVA LOJA	2 376 000	216 000	50%	7 200	60	2,0	10,1 h	5,1 h	2	1	0,2	2,86	10	3	7

PROYECCIÓN DE VOLUMEN DRAGADO EN BASE CAPACIDAD Y HORAS DE TRABAJO (DRAGA NUEVA ADQUIRIR)																
AÑO REGISTRO	DRAGA Y TIPO DE DRAGA	PRODUCCIÓN		PORCENTAJE RENDIMIENTO DE MATERIAL EXPERIENCIA (K)	DISEÑO CAPACIDAD TOLVA	FRECUENCIA DE DRAGADO MENSUAL	FRECUENCIA DRAGADO DIARIO	HORAS DE TRABAJO X DÍA	TIEMPO TOTAL DE UN CICLO	TIEMPO DE CARGA MATERIAL EN TOLVA EN ABCISAS REAL	TIEMPO DE CARGA TOLVA POR MANUAL	TIEMPO DE DESCARGA MATERIAL	TIEMPO DE TRASLADO Y RETORNO	DISTANCIA MINIMA AL BOTADERO	VELOCIDAD DE DRAGADO (RECOLECCIÓN MATERIAL)	VELOCIDAD DE TRASLADO Y RETORNO
		(L)			(I)	(G= I X 30 DÍA)	(I)	(H=I*F)	(F=D+E+C)	(D)		(E)	(C= A*2/B)	(A)		(B)
		m <sup>3</sup> /AÑO	m <sup>3</sup> /MES	%	m <sup>3</sup> /TOLVA	CICLOS/MES	CICLOS/MES	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS	MILLAS	NUDOS	NUDOS
PROYECCIÓN LINEAL	DRAGA	6 300 000	630 000	70%	10 000	90	3,0	15,3 h	5,1 h	2,0 h	1,5 h	0,3 h	2,9 h	10	3	7
	REEMPLAZO	4 200 000	420 000	70%	10 000	60	2,0	10,2 h	5,1 h	2,0 h	1,5 h	0,3 h	2,9 h	10	3	7
	NUEVA LOJA	2 100 000	210 000	70%	10 000	30	1,0	5,1 h	5,1 h	2,0 h	1,5 h	0,3 h	2,9 h	10	3	7

## Anexo 3

### Informe estado draga Nueva Loja

REPÚBLICA DEL ECUADOR



El Ecuador ha sido, es  
y será país amazónico

**ARMADA DEL ECUADOR**  
SERVICIO DE DRAGAS



Oficio Nro. ARE-SERDRA-OPE-2017-0011-O  
Guayaquil, 10 de abril de 2017

**Asunto:** Informando situación actual de la Draga "Nueva Loja"

Señor  
Capitán de Navío-EMC Brummel VAZQUEZ Bermudez  
**DIRECTOR GENERAL DE INTERESES MARÍTIMOS**  
Presente.-

De mi consideración:

En relación al Oficio No. ARE-DIGEIM-FIN-2017-0037-O del 09-MAR-2017, cúmpleme informar a usted señor Director, lo siguiente:

La Draga Nueva Loja (Ex Yanuncay) con una capacidad de 7500 m3 fue adquirida en el año 2014 con la finalidad de ejecutar el "Dragado de Mantenimiento del canal de acceso al Puerto de Guayaquil", de acuerdo al contrato No. 031-2013 firmado el 15-AGO-2013 entre la Dirección General de Intereses Marítimos y su Órgano ejecutor, el Servicio de Dragas, con la Autoridad Portuaria de Guayaquil.

De acuerdo a la información suministrada por el Armador, la draga fue sometida a un mantenimiento en dique en enero del 2013, luego de lo cual no se ha realizado ningún otro mantenimiento mayor en el casco.

De acuerdo a la Directiva Especifica Permanente DIGMAT-TEC-002-2007 del 15-NOV-2017, en el anexo "A" PERIODO DE CARENA POR TIPO DE UNIDAD, a pesar de que se encuentran consideradas las Dragas de Cortador, pero no las Dragas de Tolva, por la similitud en dimensiones se puede considerar el periodo de Carena de una Draga de tolva, como el de una Fragata Misilera, es decir, 24 meses.

Con Oficio No. ARE-SERDRA-OPE-2016-059 del 13-FEB-2016, la Subdirección de Operaciones Informa al señor Director del Servicio de Dragas los valores del dique, luego que la empresa MEC Panamá presentara una cotización por un valor aproximado de USD \$2'870.000,00, además de sugerir una dotación para que permanezca en dique para ejecución de trabajos programados que permita y autorice el dique, con la finalidad de optimizar recursos. Cabe indicar que para la realización de un buen cuadro comparativo según las características y necesidades de la draga, se enviaron invitaciones a los diques de la región como son ASMAR de Chile y SIMA de Perú, mismos que acudieron a la inspección física, pero aun no presentan propuesta.

Mediante Oficio No. ARE-SERDRA-OPE-2016-0012-O del 29-FEB-2016 el Señor Director del Servicio de Dragas envía a DIGFIN el Informe de Necesidad para Ingreso a Dique de la Draga "Nueva Loja", por lo requerido mediante Mensaje Militar ARE-DIGFIN-PRE-N-131515Z-FEB-2016-O.

Con Oficio No. ARE-DIGMAT-DIR-2016-0294-O del 22-ABR-2016, se remite al Estado Mayor el Informe de Situación de la Draga "Nueva Loja", donde se recomienda que se deben ejecutar los trabajos de carenamiento, a fin de asegurar la flotabilidad y operatividad de la unidad al menos 5 años.

Con la finalidad de tener un mejor criterio de los trabajos en Dique, la DIGEIM solicito la ayuda de la

Guayaquil

1 / 3



El Ecuador ha sido, es  
y será país amazónico

# ARMADA DEL ECUADOR

## SERVICIO DE DRAGAS



Oficio Nro. ARE-SERDRA-OPE-2017-0011-O

Guayaquil, 10 de abril de 2017

**Asunto:** Informando situación actual de la Draga "Nueva Loja"

empresa consultora SLEM S.A., mediante Oficio No. ARE-DIGEIM-DIR-2016-0030-O, del 14-JUN-2016, se indica que de acuerdo al informe emitido por la empresa consultora para la ejecución de los trabajos en dique, se requiere un presupuesto de USD 5'895,495.00.

Por lo expuesto, solicito se dignen usted señor Director, salvo su mejor criterio, disponer a quien corresponda se realicen las gestiones respectivas para la asignación de los fondos requeridos para el dique de la Draga de Tolva "Nueva Loja", considerando el presupuesto referencial de la empresa MEC Panamá, debido a que mencionada unidad opera en una modalidad 24/7 dentro de un proyecto decretado por el Presidente de la Republica mediante decreto ejecutivo No. 120 del 24-07-2008 de "Gran magnitud y de interés nacional el dragado al canal de acceso al Puerto de Guayaquil", con la finalidad de optimizar el estado operativo de la unidad, precautelando de esta manera las condiciones tanto del material como del personal, alargando su vida útil.

Cabe indicar a usted señor Director, que con el presupuesto asignado el año anterior se realizó la adquisición de los repuestos requeridos para el overhaul de máquinas principales, y como parte de la programación de predique se ejecutó el respectivo overhaul, así como el mantenimiento de cubierta, cañerías de agua salada y cambio de bombas, quedando por ejecutar varios trabajos programados que por falta de disponibilidad presupuestaria no se han podido aun ejecutar.

Atentamente,  
**DIOS, PATRIA Y LIBERTAD**

Carlos Ruales Granja  
Capitán de Navío-EMS  
**DIRECTOR DE SERVICIO DE DRAGAS**



Firmado digitalmente por  
Carlos Ruales Granja  
Cedula: 1708480308  
CICERO 2342 19200300 100 1  
E-Cruales  
Fecha: 2017.04.11 09:33:03 -  
0500  
No documento OF-ARE-  
SERDRA-OPE-2017-0011  
O.pdf

Anexos: 1) ARE-DIGMAT-DIR-2016-0294  
2) ARE-SERDRA-0012  
3) ARE-SERDRA-OPE-059-0001

/J.Villacres Guerrero

### Anexo 4

### Matrices de costos

<b><u>COSTOS DE PRODUCCIÓN DRAGA NUEVA LOJA.</u></b>										
<b>COSTOS DE OPERACION - DRAGA NUEVA LOJA- CONDICIÓN PRODUCCIÓN</b>										
					CAPACIDAD TOLVA	7000,0 M3	3 SICLOS X DIA			
					EFICIENCIA ACTUAL EN MATERIAL	50%				
					CAPACIDAD REAL PRODUCCIÓN	3780000	M3/MES			
					CAPACIDAD POR CALCULO	3500	M3/HORA			
					PRODUCCIÓN MAX CAPACIDAD	3.500.000,0	M3/MES			
					CONDICIÓN TÉCNICA	OPERATIVA CON SERIAS LIMITACIONES				
					ESTADO SISTEMAS DRAGADO	NO OPERATIVA				
					ESTADO SISTEMAS NAVEGACIÓN	NO OPERATIVO				
					UBICACIÓN CUARENTENA					
					CRITICIDAD TAREAS ABORDO	DAÑOS CASCO INGRESO DE AGUA MAR MANTENER FLOTABILIDAD				
DRAGA DE TOLVA NUEVA LOJA OPERANDO MAX. CAPACIDAD					RECURSOS CONSUMIDOS (\$)	M.P.D.	M.O.D.	C.I.F	VARIABLES	FIJOS
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID	PREC. UNIT							
SUELDOS PERSONAL ABORDO	22,00	UNID	\$ 40,00	\$ 316.800,00		\$ 316.800,00			\$ 316.800,00	
COSTOS DE INSUMOS Y MATERIALES PARA PRODUCCIÓN	1,00	STOCK	\$ 1.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00				\$ 12.000,00	
COMBUSTIBLE PARA REGIMEN DE TRANSPORTE (GAL/MES)	400,00	GAL	\$ 2,64	\$ 12.192,00	\$ 12.192,00				\$ 12.192,00	
ALIMENTACIÓN PERSONAL (\$/PERS*DI)	13,00	UNID	\$ 5,00	\$ 23.400,00			\$ 23.400,00			\$ 23.400,00
AGUA DULCE (\$/GAL)	10000,00	GAL	\$ 0,11	\$ 13.200,00			\$ 13.200,00			\$ 13.200,00
SUELDO CAPITANES	1,00	UNID	\$ 80,00	\$ 28.800,00			\$ 28.800,00			\$ 28.800,00
SUELDO DE OFICIALES	2,00	UNID	\$ 65,00	\$ 46.800,00			\$ 46.800,00			\$ 46.800,00
SUELDO JEFE DE MAQUINAS (MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RUTINA)	1,00	UNID	\$ 75,00	\$ 27.000,00			\$ 27.000,00			\$ 27.000,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO INTERMEDIO O MAYOR DE SISTEMAS ELÉCTRICO, MECANICO E HIDRAULICO(\$/DIA)	1,00	STOCK	\$ 40.000,00	\$ 480.000,00			\$ 480.000,00			\$ 480.000,00
ACEITE DE MOTOR (01 GENERADOR PRINCIPAL) DRAGA FONDEADA	4,00	TANQUES	\$ 800,00	\$ 38.400,00	\$ 38.400,00				\$ 38.400,00	
COMBUSTIBLE DIESEL PARA MOTORES Y MAQUINAS PRINCIPALES	45000,00	GAL	\$ 2,00	\$ 1.080.000,00	\$ 1.080.000,00				\$ 1.080.000,00	
SERVICIOS DE MOVILIZACIÓN TRASLADO Y REMOLQUE	12,00	UNID	\$ 3.000,00	\$ 36.000,00	\$ 36.000,00				\$ 36.000,00	
<b>TOTAL RECURSOS</b>				<b>\$ 2.114.592,00</b>	<b>\$ 1.178.592,00</b>	<b>\$ 316.800,00</b>	<b>\$ 619.200,00</b>	<b>\$ 1.495.392,00</b>	<b>\$ 619.200,00</b>	
<b>COSTO UNIT \$ X M3</b>				<b>\$ 0,60</b>	<b>\$ 0,34</b>	<b>\$ 0,09</b>	<b>\$ 0,18</b>	<b>\$ 0,43</b>	<b>\$ 0,18</b>	
<b>% COSTO UNITARIO</b>				<b>\$ 0,56</b>	<b>\$ 0,15</b>	<b>\$ 0,29</b>	<b>\$ 0,29</b>	<b>\$ 0,29</b>	<b>\$ 0,29</b>	

## COSTOS DE PRODUCCIÓN DRAGA FRANCISCO DE ORELLANA.

### COSTOS DE OPERACIÓN - DRAGA FRANCISCO ORELLANA- CONDICIÓN PRODUCCIÓN



CAPACIDAD TOLVA	1500,0 M3	4 SICLOS X DIA (16 H)
EFICIENCIA ACTUAL EN MATERIAL	70%	
CAPACIDAD REAL PRODUCCIÓN	1386000	M3/MES
CAPACIDAD X CALCULO	1000	M3/HORA
PRODUCCIÓN MAX CAPACIDAD	1.300.000,0	M3/MES
CONDICIÓN TÉCNICA	OPERATIVA	80%
ESTADO SIST. DRAGADO	OPERATIVA	85%
ESTADO SIST. NAVEGACIÓN	OPERATIVA	
UBICACIÓN	MUELLE - BASE NAVAL SUR	
CRITICIDAD	DAÑOS AUTOMATISMO Y SIST. DRAGADO	
TAREAS ABORDO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	

#### DRAGA DE TOLVA F. ORELLANA OPERANDO MAX. CAPACIDAD

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID	PREC. UNIT	RECURSOS CONSUMIDOS (\$)	M.P.D.	M.O.D.	C.I.F	VARIABLES	FIJOS
SUELDOS PERSONAL ABORDO	22,00	UNID	\$ 28,00	\$ 221.760,00		\$ 221.760,00		\$ 221.760,00	
COSTOS DE INSUMOS Y MATERIALES PARA PRODUCCIÓN	1,00	STOCK	\$ 600,00	\$ 7.200,00	\$ 7.200,00			\$ 7.200,00	
COMBUSTIBLE PARA REGIMEN DE TRANSPORTE (GAL/MES)	400,00	GAL	\$ 2,54	\$ 12.192,00	\$ 12.192,00			\$ 12.192,00	
ALIMENTACIÓN PERSONAL (\$/PERS* DIA)	13,00	UNID	\$ 5,00	\$ 23.400,00			\$ 23.400,00		\$ 23.400,00
AGUA DULCE (\$/GAL)	10000,00	GAL	\$ 0,11	\$ 13.200,00			\$ 13.200,00		\$ 13.200,00
SUELDO CAPITANES	1,00	UNID	\$ 80,00	\$ 28.800,00			\$ 28.800,00		\$ 28.800,00
SUELDO DE OFICIALES	2,00	UNID	\$ 65,00	\$ 46.800,00			\$ 46.800,00		\$ 46.800,00
SUELDO JEFE DE MAQUINAS (MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RUTINA)	1,00	UNID	\$ 75,00	\$ 27.000,00			\$ 27.000,00		\$ 27.000,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO INTERMEDIO O MAYOR DE SISTEMAS ELÉCTRICO, MECANICO E HIDRAULICO(\$/DIA)	1,00	STOCK	\$ 17.000,00	\$ 204.000,00			\$ 204.000,00		\$ 204.000,00
ACEITE DE MOTOR (01 GENERADOR PRINCIPAL) DRAGA FONDEADA	8,00	TANQUES	\$ 800,00	\$ 12.800,00	\$ 12.800,00			\$ 12.800,00	
COMBUSTIBLE DIESEL PARA MOTORES Y MAQUINAS PRINCIPALES	30000,00	GAL	\$ 2,00	\$ 720.000,00	\$ 720.000,00			\$ 720.000,00	
SERVICIOS DE MOVILIZACIÓN TRASLADO Y REMOLQUE	12,00	UNID	\$ 3.000,00	\$ 36.000,00	\$ 36.000,00			\$ 36.000,00	
<b>TOTAL RECURSOS</b>				<b>\$ 1.353.152,00</b>	<b>\$ 788.192,00</b>	<b>\$ 221.760,00</b>	<b>\$ 343.200,00</b>	<b>\$ 1.009.952,00</b>	<b>\$ 343.200,00</b>
<b>COSTO UNIT \$ X M3</b>				<b>\$ 1,04</b>	<b>\$ 0,61</b>	<b>\$ 0,17</b>	<b>\$ 0,26</b>	<b>\$ 0,78</b>	<b>\$ 0,26</b>
<b>% COSTO UNITARIO</b>					<b>58,2%</b>	<b>16,4%</b>	<b>25,4%</b>		

## COSTOS DE PRODUCCIÓN DRAGA CORTADOR ZAMORA.

**TABLA DE COSTOS - DRAGA ZAMORA- CONDICIÓN SIN PRODUCCIÓN**



DISTANCIA DESCARGA	3 KM DESCARGA	
EFICIENCIA ACTUAL EN MATERIAL	90%	
CAPACIDAD REAL PRODUCCIÓN	570240	M3/MES
CAPACIDAD BOMBA CALCULO	160	M3/HORA
PRODUCCION	600.000,00	M3/MES
CONDICIÓN TÉCNICA	OPERATIVA	80%
ESTADO SISTEMAS DRAGADO	OPERATIVA	85%
ESTADO SISTEMAS NAVEGACIÓN	NO APLICA	
UBICACIÓN	BABAHOYO	
CRITICIDAD	IMPELLER BOMBA	
TAREAS ABORDO	NADA A MENCIONAR	

**DRAGA DE CORTADOR ZAMORA OPERANDO EN PROYECTO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID	PRECIO UNITARIO	TOTAL RECURSOS CONSUMIDOS (\$)	CLASIFIQUE M.P.D.	CLASIFIQUE M.O.D.	CLASIFIQUE CIF	Variable	Fijos
SUELDOS PERSONAL ABORDO	12	UNID	\$ 20,00	\$ 86.400,00		\$ 86.400		\$ 86.400,00	
COSTOS DE INSUMOS, MATERIALES FERRETERIA Y PRODUCCIÓN	1	STOCK	\$ 300,00	\$ 3.600,00	\$ 3.600,0			\$ 3.600,00	
COMBUSTIBLE PARA REGIMEN DE TRANSPORTE (GAL/MES)	200	GAL	\$ 2,54	\$ 6.096,00	\$ 6.096,0			\$ 6.096,00	
ALIMENTACIÓN PERSONAL (\$/PERS*DIAS)	12	UNID	\$ 5,00	\$ 21.600,00			\$ 21.600,0		\$ 21.600,00
AGUA DULCE (\$/GAL)	0	GAL	\$ 0,11	\$ -			\$ -		\$ -
SUELDO CAPITANES O JEFES DE PROYECTO	1	UNID	\$ 85,00	\$ 30.600,00			\$ 30.600,0		\$ 30.600,00
SUELDO DE OFICIALES O SUPERVISORES DE OBRA	1	UNID	\$ 70,00	\$ 25.200,00			\$ 25.200,0		\$ 25.200,00
SUELDO JEFE DE MAQUINAS (MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RUTINA)	0	UNID	\$ 75,00	\$ 27.000,00			\$ 27.000,0		\$ 27.000,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO INTERMEDIO O MAYOR DE SISTEMAS ELÉCTRICO, MECANICO E HIDRAULICO(\$/DIA)	1	STOCK	\$ 6.000,00	\$ 72.000,00			\$ 72.000,0		\$ 72.000,00
ACEITE DE MOTOR (01 GENERADOR PRINCIPAL) DRAGA FONDEADA	5	TANQUES	\$ 800,00	\$ 48.000,00	\$ 48.000,0			\$ 48.000,00	
COMBUSTIBLE DIESEL PARA MOTORES Y MAQUINAS PRINCIPALES	20000	GAL	\$ 2,00	\$ 480.000,00	\$ 480.000,0			\$ 480.000,00	
SERVICIOS DE MOVILIZACIÓN, GRUA, TRASLADO Y REMOLQUE	4	UNID	\$ 3.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,0			\$ 12.000,00	
<b>TOTAL RECURSOS</b>				<b>\$ 812.496,00</b>	<b>\$ 549.696,00</b>	<b>\$ 86.400,00</b>	<b>\$ 176.400,00</b>	<b>636.096,00</b>	<b>176.400,00</b>
COSTO UNIT \$ X M3				\$ 1,354	\$ 0,916	\$ 0,144	\$ 0,294	\$ 1,060	\$ 0,294
<b>% COSTO UNITARIO</b>					<b>54,40%</b>	<b>8,55%</b>	<b>17,46%</b>		

## ***COSTOS DE PRODUCCION DRAGA CORTADOR TENA.***

### **TABLA DE COSTOS - DRAGA ZAMORA- CONDICIÓN SIN PRODUCCIÓN**



DISTANCIA DESCARGA	3 KM DESCARGA	
EFICIENCIA ACTUAL EN MATERIAL	90%	
CAPACIDAD REAL PRODUCCIÓN	463320	M3/AÑO
CAPACIDAD BOMBA CALCULO	130	M3/HORA
PRODUCCIÓN MAX CAPACIDAD	460.000,00	M3/AÑO
CONDICIÓN TÉCNICA	OPERATIVA	80%
ESTADO SISTEMAS DRAGADO	OPERATIVA	85%
ESTADO SISTEMAS NAVEGACIÓN	NO APLICA	
UBICACIÓN	BASE NAVAL SUR	
CRITICIDAD	EQUIPOS ELECTRONICOS PROCESOS	
TAREAS ABORDO	NADA A MENCIONAR	

DRAGA DE CORTADOR TENA OPERANDO EN PROYECTO				CALCULE TOTAL RECURSOS CONSUMIDOS (\$)	CLASIFIQUE M.P.D.	CLASIFIQUE M.O.D.	CLASIFIQUE CIF	Variable	Fijos
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID	PRECIO UNITARIO						
SUELDOS PERSONAL ABORDO	6	UNID	\$ 20,00	\$ 43.200,00		\$ 43.200		\$ 43.200,00	
COSTOS DE INSUMOS, MATERIALES FERRETERIA Y PRODUCCIÓN	1	STOCK	\$ 600,00	\$ 7.200,00	\$ 7.200,0			\$ 7.200,00	
COMBUSTIBLE PARA REGIMEN DE TRANSPORTE (GAL/MES)	200	GAL	\$ 2,54	\$ 6.096,00	\$ 6.096,0			\$ 6.096,00	
ALIMENTACIÓN PERSONAL (\$/PERS* DIA)	6	UNID	\$ 5,00	\$ 10.800,00			\$ 10.800,0		\$ 10.800,00
AGUA DULCE ( \$/GAL)	0	GAL	\$ 0,11	\$ -			\$ -		\$ -
SUELDO CAPITANES O JEFES DE PROYECTO	1	UNID	\$ 85,00	\$ 30.600,00			\$ 30.600,0		\$ 30.600,00
SUELDO DE OFICIALES O SUPERVISORES DE OBRA	1	UNID	\$ 70,00	\$ 25.200,00			\$ 25.200,0		\$ 25.200,00
SUELDO JEFE DE MAQUINAS (MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RUTINA)	0	UNID	\$ 75,00	\$ 27.000,00			\$ 27.000,0		\$ 27.000,00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO INTERMEDIO O MAYOR DE SISTEMAS ELÉCTRICO, MECANICO E HIDRAULICO(\$/DIA)	1	STOCK	\$ 6.000,00	\$ 72.000,00			\$ 72.000,0		\$ 72.000,00
ACEITE DE MOTOR (01 GENERADOR PRINCIPAL) DRAGA FONDEADA	2	TANQUES	\$ 800,00	\$ 19.200,00	\$ 19.200,0			\$ 19.200,00	
COMBUSTIBLE DIESEL PARA MOTORES Y MAQUINAS PRINCIPALES	10000	GAL	\$ 2,00	\$ 240.000,00	\$ 240.000,0			\$ 240.000,00	
SERVICIOS DE MOVILIZACIÓN, GRUA, TRASLADO Y REMOLQUE	4	UNID	\$ 3.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,0			\$ 12.000,00	
<b>TOTAL RECURSOS</b>				<b>\$ 493.296,00</b>	<b>\$ 284.496,00</b>	<b>\$ 43.200,00</b>	<b>\$ 165.600,00</b>	<b>327.696,00</b>	<b>165.600,00</b>
<b>COSTO X UNIDAD</b>				<b>\$ 1,07</b>	<b>\$ 0,62</b>	<b>\$ 0,09</b>	<b>\$ 0,36</b>	<b>\$ 0,71</b>	<b>\$ 0,36</b>
<b>% COSTO UNITARIO</b>					<b>28,15%</b>	<b>4,28%</b>	<b>16,39%</b>		

### ***COSTOS DE PRODUCCION + ADMINISTRATIVOS SIN OPERAR***

CONDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD	CONDICIONES ACTUALES DE LA EMPRESA AÑO 2022 DESCRIPCIÓN	GASTOS VENTAS	GASTOS ADMINISTRATIVOS	GASTOS DE PRODUCCIÓN	VARIABLES	FIJOS
	SUELDO PERSONAL ADMINISTRATIVO ( 22 PERSONAS)		\$ 343.200,00			\$ 343.200,00
	SUELDO DIRECTOR Y JEFES DEPARTAMENTALES (5 PERSONAS)		\$ 132.000,00			\$ 132.000,00
	ENERGIA ELECTRICA		\$ 1.767,00			\$ 1.767,00
	TELECOMUNICACIONES		\$ 2.000,00			\$ 2.000,00
	MATERIALES DE OFICINA		\$ 1.554,61			\$ 1.554,61
	MATERIALES DE ASEO		\$ 1.255,00			\$ 1.255,00
	MATERIALES DE IMPRESIÓN, REPRODUCCIÓN Y PUBLICACIONES		\$ 3.000,00			\$ 3.000,00
	EDICIÓN, IMPRESIÓN, REPRODUCCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y FOTOCOPIADO		\$ 3.000,00			\$ 3.000,00
	VESTUARIO, LENCERÍA Y PRENDAS PROTECCIÓN PERSONAL		\$ 6.000,00			\$ 6.000,00
	EQUIPOS, SISTEMAS Y PAQUETES INFORMATCOS		\$ 578,00			\$ 578,00
	COSTOS JUDICIALES, TRAMIT. NOTARIALES, LEGISL. DE DOCUMENTOS.		\$ 1.100,00			\$ 1.100,00
	MARKETING Y VENTAS ( LETREROS Y PROPAGANDA)	\$ 3.200,00				\$ 3.200,00
	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		<b>\$ 498.654,61</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 498.654,61</b>
	<b>GASTOS VENTAS</b>	<b>\$ 3.200,00</b>				<b>\$ 3.200,00</b>
	<b>GASTOS OPERACIONALES</b>				<b>\$ -</b>	<b>\$ 501.854,61</b>
<b>DRAGA SIN PRODUCIR</b>	<b>GASTOS PRODUCCIÓN VARIABLES Y FIJOS DRAGA NUEVA LOJA</b>			\$ 1.010.496,0	\$ 391.296,00	\$ 619.200,00
<b>DRAGA SIN PRODUCIR</b>	<b>GASTOS PRODUCCIÓN VARIABLES Y FIJOS DRAGA F. ORELLANA</b>			\$ 610.000,0	\$ 266.800,00	\$ 343.200,00
<b>DRAGA EN PRODUCCIÓN</b>	<b>GASTOS PRODUCCIÓN VARIABLES Y FIJOS DRAGA ZAMORA</b>			\$ 812.496,00	636.096,00	176.400,00
<b>DRAGA SIN PRODUCIR</b>	<b>GASTOS PRODUCCIÓN VARIABLES Y FIJOS DRAGA TENA</b>			\$ 236.848,00	\$ 71.248,00	\$ 165.600,00
	<b>GASTOS TOTALES</b>	<b>\$</b>		<b>3.171.694,61</b>	<b>\$ 1.365.440</b>	<b>\$ 1.806.254,6</b>

### ***COSTOS DE PRODUCCIÓN + ADMINISTRATIVOS OPERANDO FULL***

CONDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD	CONDICION OPTIMA DE LA EMPRESA ESPERADA PARA AÑOS FUTUROS DESCRIPCIÓN	GASTOS VENTAS	GASTOS ADMINISTRATIVOS	GASTOS DE PRODUCCIÓN	VARIABLES	FIJOS
	SUELDO PERSONAL ADMINISTRATIVO ( 22 PERSONAS)		\$ 343.200,00			\$ 343.200,00
	SUELDO DIRECTOR Y JEFES DEPARTAMENTALES (5 PERSONAS)		\$ 132.000,00			\$ 132.000,00
	ENERGIA ELECTRICA		\$ 1.767,00			\$ 1.767,00
	TELECOMUNICACIONES		\$ 2.000,00			\$ 2.000,00
	MATERIALES DE OFICINA		\$ 1.554,61			\$ 1.554,61
	MATERIALES DE ASEO		\$ 1.255,00			\$ 1.255,00
	MATERIALES DE IMPRESIÓN, REPRODUCCIÓN Y PUBLICACIONES		\$ 3.000,00			\$ 3.000,00
	EDICIÓN, IMPRESIÓN, REPRODUCCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y FOTOCOPIADO		\$ 3.000,00			\$ 3.000,00
	VESTUARIO, LENCERÍA Y PRENDAS PROTECCIÓN PERSONAL		\$ 6.000,00			\$ 6.000,00
	EQUIPOS, SISTEMAS Y PAQUETES INFORMATCOS		\$ 578,00			\$ 578,00
	COSTOS JUDICIALES, TRAMIT. NOTARIALES, LEGISL. DE DOCUMENTOS.		\$ 1.100,00			\$ 1.100,00
	MARKETING Y VENTAS ( LETREROS Y PROPAGANDA)	\$ 3.200,00				\$ 3.200,00
	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		<b>\$ 498.654,61</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 498.654,61</b>
	<b>GASTOS VENTAS</b>	<b>\$ 3.200,00</b>				<b>\$ 3.200,00</b>
	<b>GASTOS OPERACIONALES</b>				<b>\$ -</b>	<b>\$ 501.854,61</b>
<b>DRAGA EN PRODUCCIÓN</b>	<b>GASTOS VARIABLES Y FIJOS DRAGA NUEVA LOJA</b>			\$ 2.114.592,0	\$ 1.495.392,00	\$ 619.200,00
<b>DRAGA EN PRODUCCIÓN</b>	<b>GASTOS VARIABLES Y FIJOS DRAGA F. ORELLANA</b>			\$ 1.353.152,0	\$ 1.009.952,00	\$ 343.200,00
<b>DRAGA EN PRODUCCIÓN</b>	<b>GASTOS VARIABLES Y FIJOS DRAGA ZAMORA</b>			\$ 812.496,00	636.096,00	176.400,00
<b>DRAGA EN PRODUCCIÓN</b>	<b>GASTOS VARIABLES Y FIJOS DRAGA TENA</b>			\$ 493.296,00	\$ 327.696,00	\$ 165.600,00
	<b>GASTOS TOTALES</b>	<b>\$</b>		<b>5.275.390,61</b>	<b>\$ 3.469.136,0</b>	<b>\$ 1.806.254,6</b>

### Anexo 5

INVERSIÓN Y DEPRECIACIÓN	
Invercion en Maquinarias	\$ 35.000.000
Vida útil para depreciar	10 AÑOS
Vida útil real	20 AÑOS
Precio de venta Draga Nueva Loja en 2024	\$ 5.000.000,00
Fondos propios	100%
Coste exigido accionista	15%

INVERSIONES INICIALES PERIODO CERO				INVERSIONES MAQUINARIAS REEMPLAZO		
Terrenos				Maquinarias (AÑO 10)	\$ 57.011.312	$VF=VA*(1+i)^n$
Construcciones		\$ -				
Maquinarias (COMPRA DRAGA REEMPLAZO)		\$ 35.000.000				
<b>Total</b>		\$ 35.000.000				

CUADRO DE DEPRECIACIONES DE NUEVA DRAGA ADQUIRIR										
AÑOS	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MAQUINARIA PRIMER REEMPLAZO	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00
<b>TOTAL</b>	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00

CUADRO DE INGRESOS PARA SERDRA X SERVICIOS DE DRAGADO										
AÑOS	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M3 DRAGAR X AÑO	\$ 771.422	\$ 4.107.270	\$ 2.000.000	\$ 1.471.422	\$ 300.000	\$ 4.107.270	\$ 2.471.422	\$ 1.000.000	\$ 300.000	\$ 4.578.692
PRECIO UNIT X M3 DRAGADO	\$ 7	\$ 7	\$ 7	\$ 9	\$ 9	\$ 9	\$ 10	\$ 10	\$ 10	\$ 10
INGRESOS POR VENTAS (SERVICIOS)	\$ 5.399.954	\$ 28.750.890	\$ 14.000.000	\$ 13.242.798	\$ 2.700.000	\$ 36.965.430	\$ 24.714.220	\$ 10.000.000	\$ 3.000.000	\$ 45.786.920
INGRESOS POR VENTA DE ACTIVOS (DRAGAS)	\$ 5.000.000									
<b>TOTAL</b>	\$ 10.399.954	\$ 28.750.890	\$ 14.000.000	\$ 13.242.798	\$ 2.700.000	\$ 36.965.430	\$ 24.714.220	\$ 10.000.000	\$ 3.000.000	\$ 45.786.920

CUADRO DE COSTOS DE LA EMPRESA SERDRA										
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
COSTOS VARIABLES TOTALES	\$ 1.973.744	\$ 3.469.136	\$ 1.944.488	\$ 2.944.088	\$ 1.621.888	\$ 3.469.136	\$ 2.944.088	\$ 2.200.936	\$ 1.365.440	\$ 3.469.136
COSTOS FIJOS TOTALES INCLUIDO MANT MAYOR	\$ 1.687.055	\$ 1.806.255	\$ 2.906.255	\$ 1.806.255	\$ 1.806.255	\$ 1.806.255	\$ 1.806.255	\$ 2.606.255	\$ 2.106.255	\$ 1.806.255
<b>COSTOS ANUALES</b>	\$ 3.660.799	\$ 5.275.391	\$ 4.850.743	\$ 4.750.343	\$ 4.528.143	\$ 5.275.391	\$ 4.750.343	\$ 4.807.191	\$ 4.571.695	\$ 5.275.391

## Proceso de cálculo financiero

### Anexo 5 Proceso de cálculo financiero

FLUJO DE CAJA												
AÑO	2024	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ingresos totales		\$5.399.954,0	\$28.750.890,0	\$14.000.000,0	\$13.242.798,0	\$2.700.000,0	\$36.965.430,0	\$24.714.220,0	\$10.000.000,0	\$3.000.000,0	\$45.786.920,0	
Venta activo		\$5.000.000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	
Costo Variable Total		-\$1.973.744,0	-\$3.469.136,0	-\$1.944.488,0	-\$2.944.088,0	-\$1.621.888,0	-\$3.469.136,0	-\$2.944.088,0	-\$2.200.936,0	-\$1.365.440,0	-\$3.469.136,0	
Costo Fijo Total		-\$1.687.054,6	-\$1.806.254,6	-\$2.906.254,6	-\$1.806.254,6	-\$1.806.254,6	-\$1.806.254,6	-\$1.806.254,6	-\$2.606.254,6	-\$2.106.254,6	-\$1.806.254,6	
Depreciación		-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	-\$3.500.000,0	
Valor Libro												
Utilidad bruta		\$1.739.155,4	\$23.475.499,4	\$9.149.257,4	\$8.492.455,4	-\$728.142,6	\$31.690.039,4	\$19.963.877,4	\$5.192.809,4	-\$471.694,6	\$40.511.529,4	
Utilidad Neta = Utilidad Bruta + venta activos - deprecación		\$3.239.155,4	\$19.975.499,4	\$5.649.257,4	\$4.992.455,4	-\$4.228.142,6	\$28.190.039,4	\$16.463.877,4	\$1.692.809,4	-\$3.971.694,6	\$37.011.529,4	
Impuesto (25%) NO APLICABLE EMPRESA ESTATAL												
Utilidad Neta		\$3.239.155,4	\$19.975.499,4	\$5.649.257,4	\$4.992.455,4	-\$4.228.142,6	\$28.190.039,4	\$16.463.877,4	\$1.692.809,4	-\$3.971.694,6	\$37.011.529,4	
Depreciación		\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	\$3.500.000,0	
Valor Libro												
Inversión Inicial		-\$35.000.000										
Inversión Maq. reemplazo												
Capital de Trabajo												
Recuperación Capital de Trabajo												
Valor de Desecho												
Flujo de Caja		-\$35.000.000	\$6.739.155,4	\$23.475.499,4	\$9.149.257,4	\$8.492.455,4	-\$728.142,6	\$31.690.039,4	\$19.963.877,4	\$5.192.809,4	-\$471.694,6	\$40.511.529,4
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN		\$1	\$1,0	\$0,9	\$0,8	\$0,7	\$0,6	\$0,5	\$0,4	\$0,4	\$0,3	\$0,3
FLUJO ACTUALIZADO $VF=VA*(1+i)^n$		-\$35.000.000	\$6.739.155,4	\$20.413.477,7	\$6.918.153,0	\$5.583.927,3	-\$416.317,9	\$15.755.550,3	\$8.630.935,1	\$1.952.169,4	-\$154.197,8	\$11.515.905,1
FLUJO ACTUALIZADO ACUMULADO		-\$35.000.000	-\$28.260.844,6	-\$7.847.366,9	-\$929.213,8	\$4.654.713,4	\$4.238.395,5	\$19.993.945,9	\$28.624.881,0	\$30.577.050,4	\$30.422.852,6	\$41.938.757,6
AÑO		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
TASA DE INVERSIÓN		15%										
VAN CALCULADO		\$31.903.267,5										
TASA INTERNA DE RETORNO		34,1%										
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN - PAY BAC		3,11 AÑOS	3 AÑOS	40 DÍAS								

