

IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ADQUISICIÓN DE LA PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE PES

JEFATURA PLAN DE CONSTRUCCIÓN
Y OPTIMIZACIÓN NAVAL





Fuente; Armada Nacional

CONTENIDO



01

GENERALIDADES

02

PROCYON Y
PROGRAMA PES

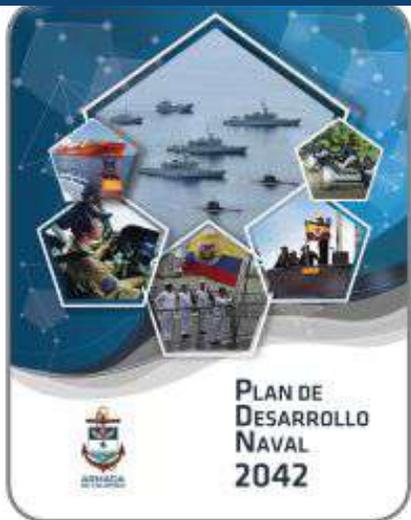
03

PRADMAR

04

CONCLUSIONES





Programa de Construcción y Optimización Naval

PROCYON – Inversión en desarrollo nacional



**ARMADA
DE COLOMBIA**

**Transformación
productiva**

**Desarrollo
industrial**

**Soporte
logístico**

**Protección
espacios
marítimos**

**Fortalecimiento
de la economía**

**Protección
recursos**

OBJETIVO

MANTENER LAS CAPACIDADES ESTRATÉGICAS DE LA ARMADA NACIONAL PARA LA DEFENSA DE LOS INTERESES NACIONALES COLOMBIANOS.

Fuente; JEPLAN

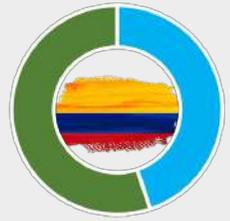


Fuente; DAMEN

Programa País de desarrollo tecnológico y de transformación productiva que busca diseñar, construir y sostener los buques de la Armada Nacional que protegerán el patrimonio marítimo de todos los colombianos en el futuro.



Colombia es MAR



45% TERRITORIO COLOMBIANO ES MAR



33% TERRITORIO MARÍTIMO PROTEGIDO



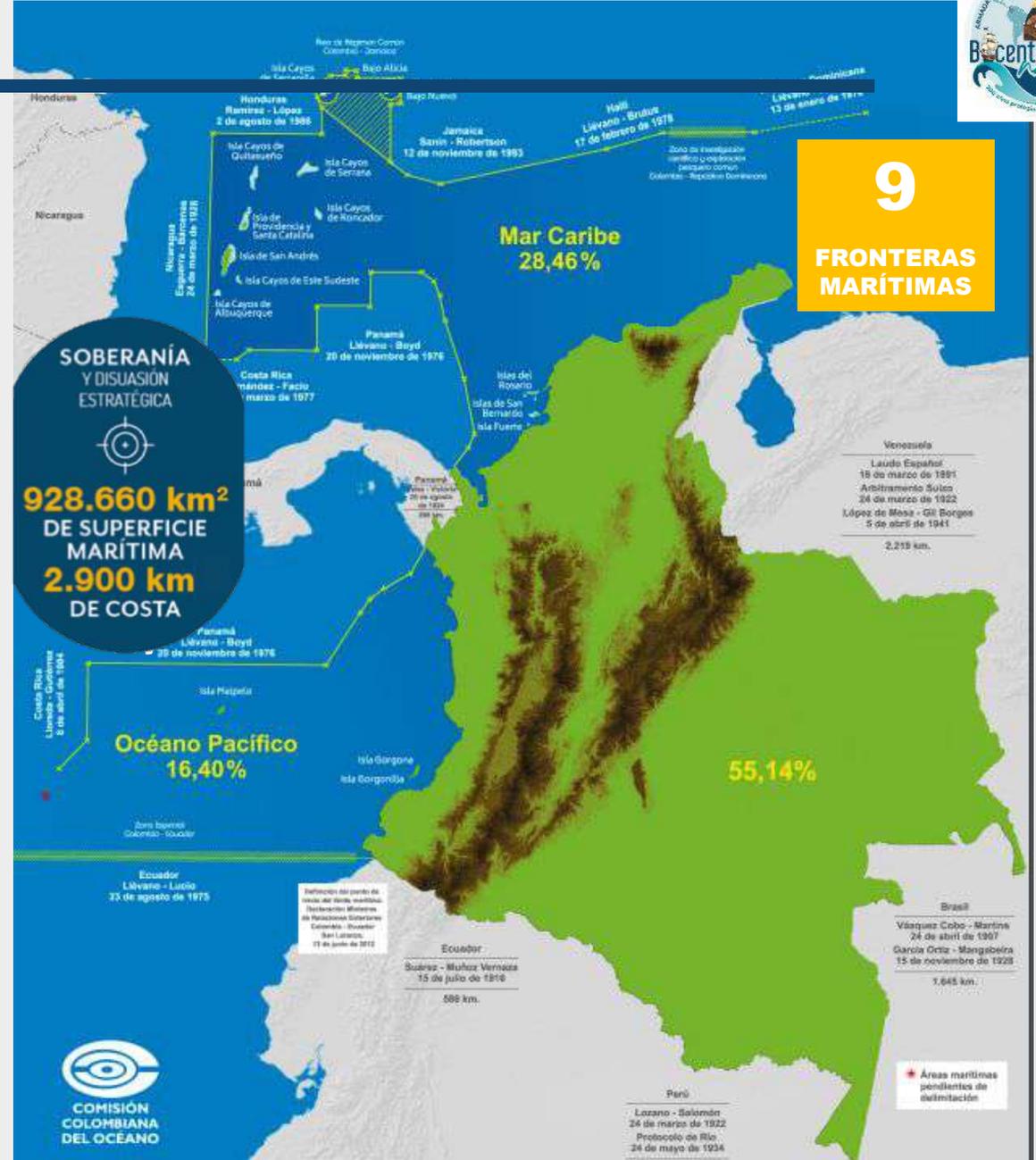
195 MILLONES TON POR MAR



11.800 ARRIBOS A PUERTO



5.6% ACTIVIDADES MARÍTIMAS Y CONEXAS



https://www.supertransporte.gov.co/documentos/2022/Febrero/Puertos_10/BOLETIN-TRAFICO-PORTUARIO-ANO2021.pdf
<https://geovisor.anh.gov.co/tierras/>

Programa país

INDUSTRIA SÍNTESIS



Astillero



Manufactura



Comercio



Electrónico



Eléctrico



Polímeros



4.0



Metalmecánico

EMPLEO



49.000

DIRECTOS
INDIRECTOS
INDUCIDOS

1:3

REL. DIRECTOS
E INDIRECTOS

EDUCACIÓN



PROFESIONAL
TECNOLÓGICA
TÉCNICA



I+D+i

B USD \$1,2 ENCADENAMIENTOS



↑ 12 %

EXPORTACIONES

40 %

CONTENIDO
NACIONAL

COP \$1,52

POR CADA PESO
INVERTIDO

Actualmente:

0,12% PIB

Industria Astillera



Plan país:

0,2% PIB

Industria Astillera

Fuente : COTECMAR

Cambio de paradigma



Fuente; DIPROE y construcción propia

Desarrollo incremental de capacidades



Fuente : COTECMAR



Fuente; JEPLAN

2013-2015

2016-2023

2023-2027

2027-2067

FASE
CONCEPTUAL

FASE DE DEFINICIÓN

FASE DE
EJECUCIÓN

FASE DE
SERVICIO

NECESIDAD
OPERATIVA

PRE-VIABILIDAD
OPERATIVA

DETERMINACIÓN DE
REQUISITOS

SELECCIÓN DE
ALTERNATIVA

DETERMINACIÓN
ESTRATEGIA DE
OBTENCIÓN

DISEÑO Y
DESARROLLO

PRODUCCIÓN

OPERACIÓN Y
SOPORTE

DESACTIVACIÓN

DNO

OEM

REM

AoA

DDP

DP
DC

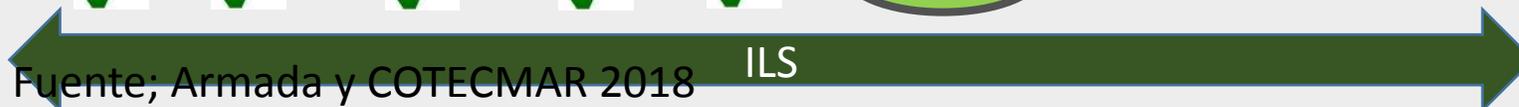
DOC.
TÉCNICA

ESTADIST

RETIRO



EN
DESARROLLO



DNO Documento Necesidad Operacional: requisitos de alto nivel “stakeholders”.

OEM Objetivo Estado Mayor: Alternativas de solución y posibles método de obtención (pre-viabilidad).

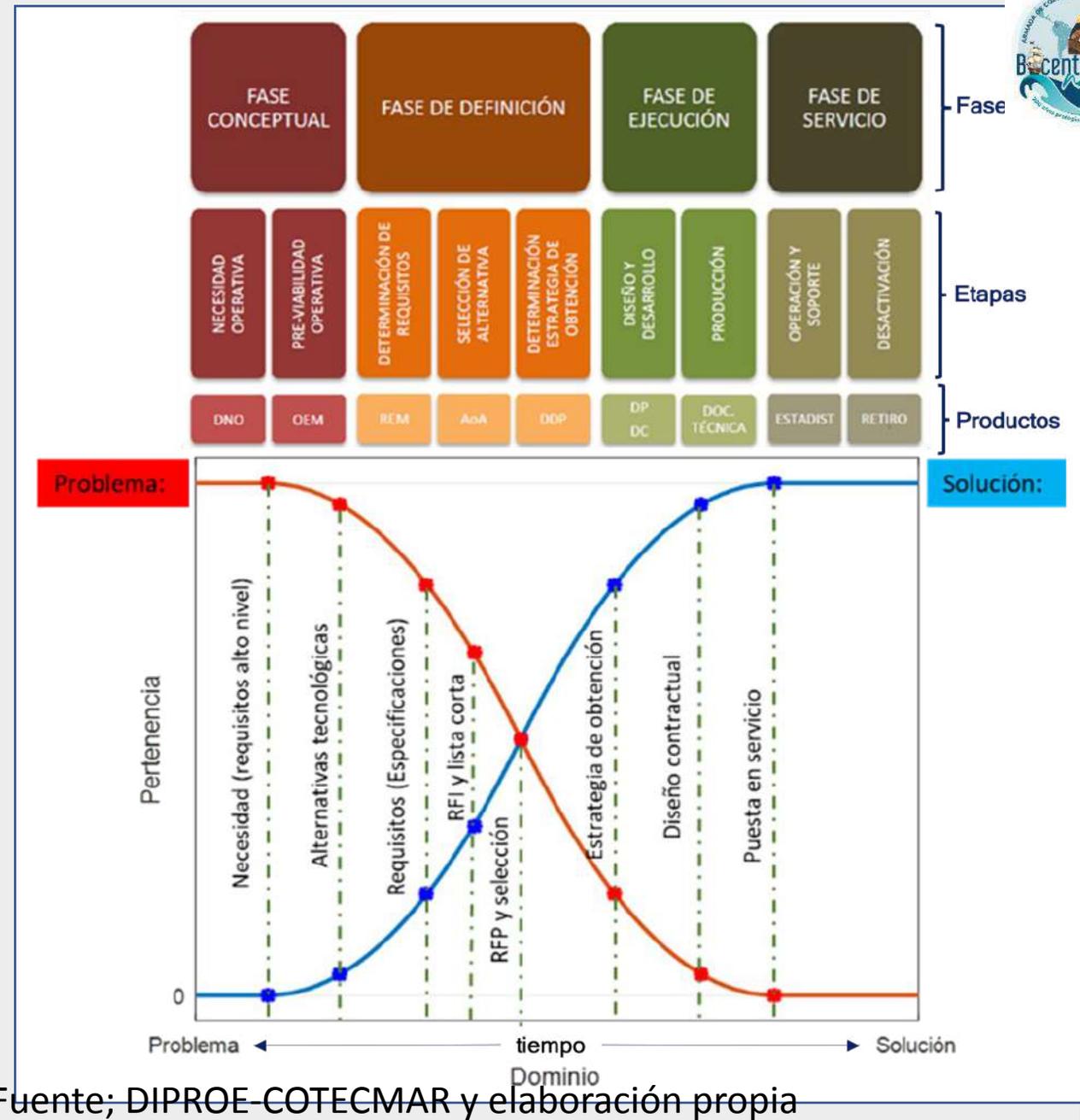
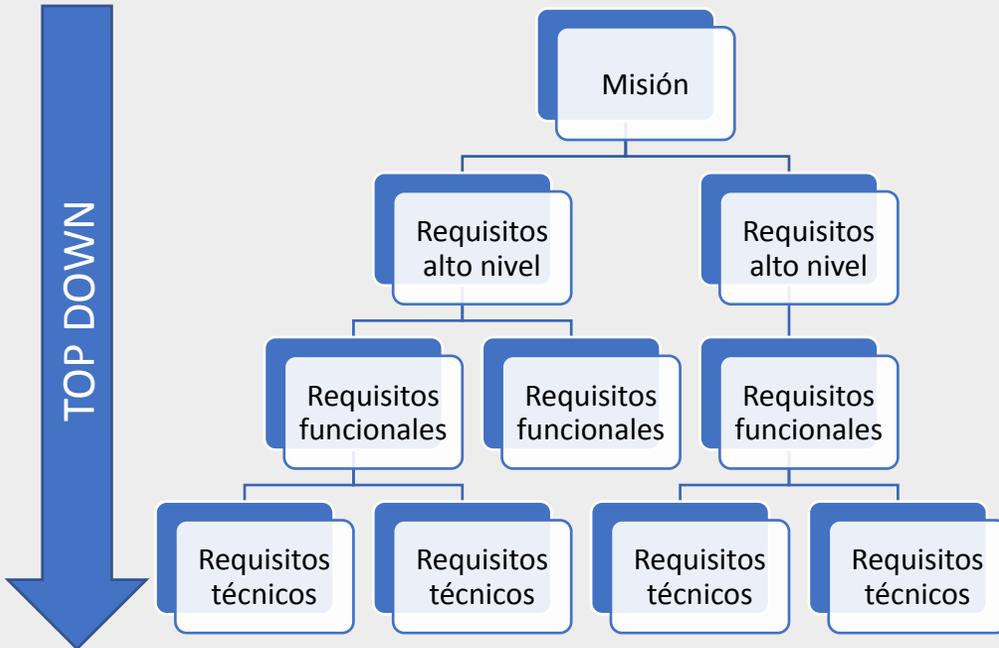
REM Requisito de Estado Mayor: definir la solución para satisfacer la necesidad operativa y establecer el método de obtención.

AoA Análisis de Alternativas (RFI 1 a 3)

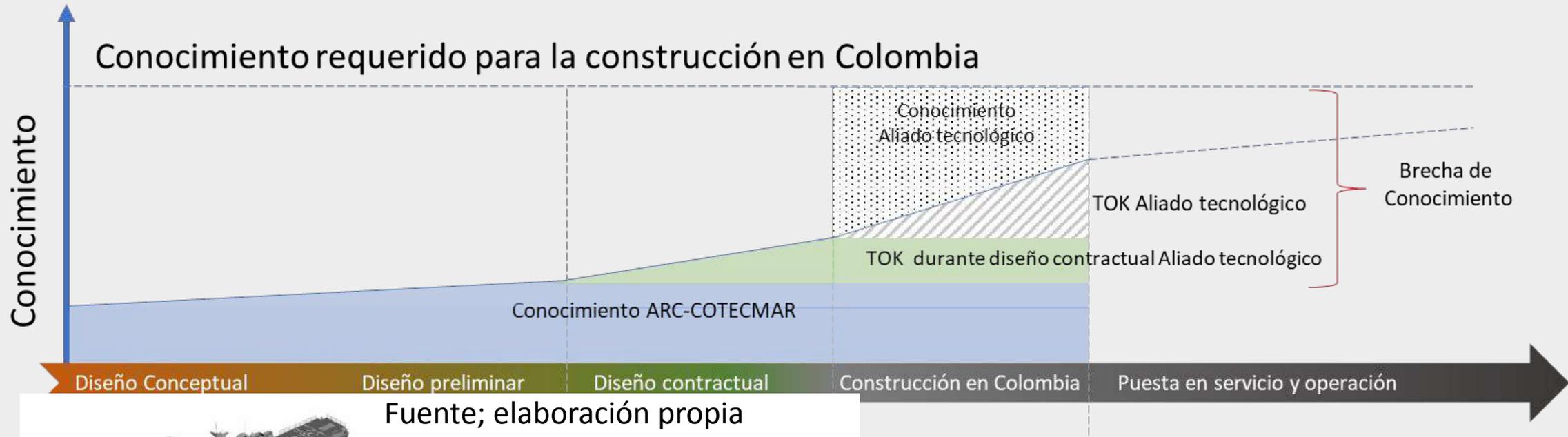
DDP Directiva De Programa: (Program Management Plan).

DP Diseño Preliminar: (ED&RD) RFP y selección del diseño base y aliado tecnológico.

DC Diseño Contractual: Especificaciones técnicas para diseño funcional, ingeniería de producto y producción.



REDUCCIÓN DE LA BRECHA DE CONOCIMIENTO



Fuente: DIPROE, CIDIAM, DAMEN y elaboración propia

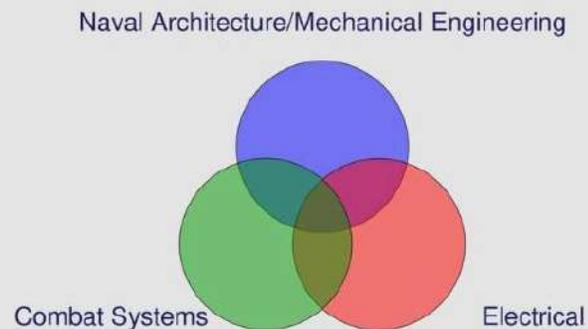
SISTEMA COMPLEJO



CRITERIO COMPLEJIDAD	PES
Presupuesto elevado	Cientos de millones de dólares
Largo tiempo de duración	> 10 años
Nunca ha sido realizado en Colombia	Primera vez para una fragata
Tecnologías avanzadas	Sistema de Armas, sistemas de control automático, sistemas de comunicaciones, sistema propulsión
Desarrollo tecnológico local	Capacidad de construir buques de alta complejidad y dar soporte durante ciclo de vida
Varias empresas de múltiples países	> 10 empresas de 6 países
Múltiples entregables	> 100
Múltiples funciones	Varios tipos de misión

Fuente; (Pickar, 2010)

Naval Ship Design is more than Naval Arch



Dec. 7, 2005

F. Papoulias - TSSE/SEA

2

Fuente; Naval Postgraduate School



Fuente: ARC

Fase Conceptual - DNO



REQUERIMIENTO
STAKEHOLDERS

ENTORNO
ESTRATÉGICO

MISIÓN

AMENAZAS

ARMADA NACIONAL



©Gilco Adrián Espinosa Torres

**ANÁLISIS ESTRATÉGICO Y OPERACIONAL PARA LA
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PLATAFORMA
ESTRATEGICA DE SUPERFICIE - PES**

**GRUPO DE TRABAJO
MACROPROYECTO "PES"**

CN JORGE ENRIQUE CARREÑO MORENO
CN CARLOS GIL DE LOS RÍOS
CN FERNANDO MAURICIO DELGADO RINCÓN
CF LEÓN ERNESTO ESPINOSA TORRES

Fuente: DIPROE

BOGOTÁ, D.C. NOVIEMBRE 2012

ÁRBOL DE
CAPACIDADES

REQUISITOS
DE ALTO NIVEL

Fase Conceptual - OEM



Espiral de diseño



OEM

ARMADA NACIONAL

ANÁLISIS ESTRATÉGICO Y OPERACIONAL PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PLATAFORMA ESTRATEGICA DE SUPERFICIE - PES

GRUPO DE TRABAJO
MACROPROYECTO "PES"

CN JORGE ENRIQUE CARREÑO MORENO
CN CARLOS GIL DE LOS RÍOS
CN FERNANDO MAURICIO DELGADO RINCÓN
CF LEÓN ERNESTO ESPINOSA TORRES

BOGOTÁ, D.C. NOVIEMBRE 2012

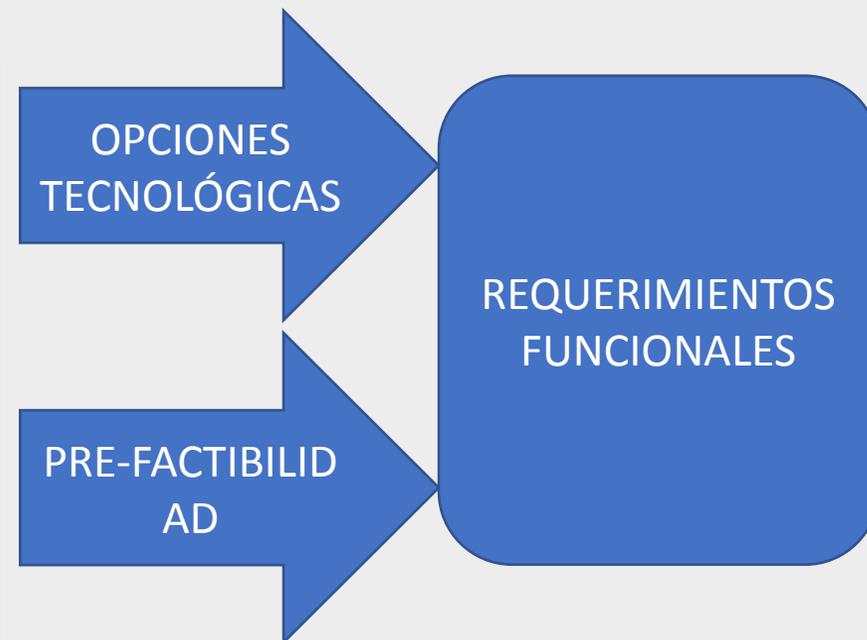


ARMADA NACIONAL REPÚBLICA DE COLOMBIA

PROGRAMA
PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE

OBJETIVOS DE ESTADO MAYOR
(OEM)
PLATAFORMA ESTRATEGICA DE SUPERFICIE

Bogotá, enero de 2016



Fuente: DIPROE, CIDIAM y elaboración propia

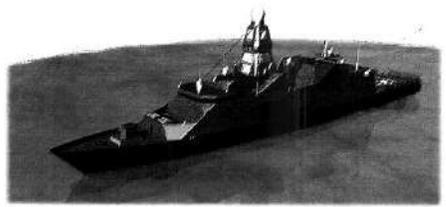
TRAZABILIDAD REQUERIMIENTOS

Fase Definición - REM



Espiral de diseño

OEM
ARMADA NACIONAL REPÚBLICA DE COLOMBIA
PROGRAMA
PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE



OBJETIVOS DE ESTADO MAYOR
(OEM)
PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE

Bogotá, enero de 2016



REM
INFORMACIÓN PÚBLICA RESERVADA
ARMADA NACIONAL REPÚBLICA DE COLOMBIA
PROGRAMA
PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE



REQUISITOS ESTADO MAYOR
(REM)
PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE SUPERFICIE

Bogotá, noviembre de 2011
INFORMACIÓN PÚBLICA RESERVADA



Fuente: DIPROE, CIDIAM, DAMEN y elaboración propia

Estudio de Mercado RFI

- ❑ Solicitud actualización información 11 astilleros de 9 países (sin compromiso contractual).
- ❑ Respondieron 9 propuestas de 8 astilleros - 8 países.



Fuente: COTECMAR

Evaluación de las alternativas

EFFECTIVIDAD

- CAPACIDADES SISTEMAS DE MISIÓN
- PERMANENCIA
- MOVILIDAD
- SUPERVIVENCIA
- FLEXIBILIDAD

COSTO

- 1ER BUQUE, EN PAÍS DE ORIGEN

RIESGO

- NIVEL DESARROLLO DISEÑO
- NIVEL CAMBIOS VS BUQUE BASE
- EXPERIENCIA CONST. FRAGATAS
- EXPERIENCIA TOT

Convenio Ciencia y Tecnología



Armada Nacional – Cotecmar. 12 de noviembre 2021

Fase 1. Selección alternativa tecnológica (Diseño base) a través de un proceso formal (RFP).



Fase 2. Desarrollo del diseño contractual, que permita definir técnicamente el buque. Cierre de la brecha.

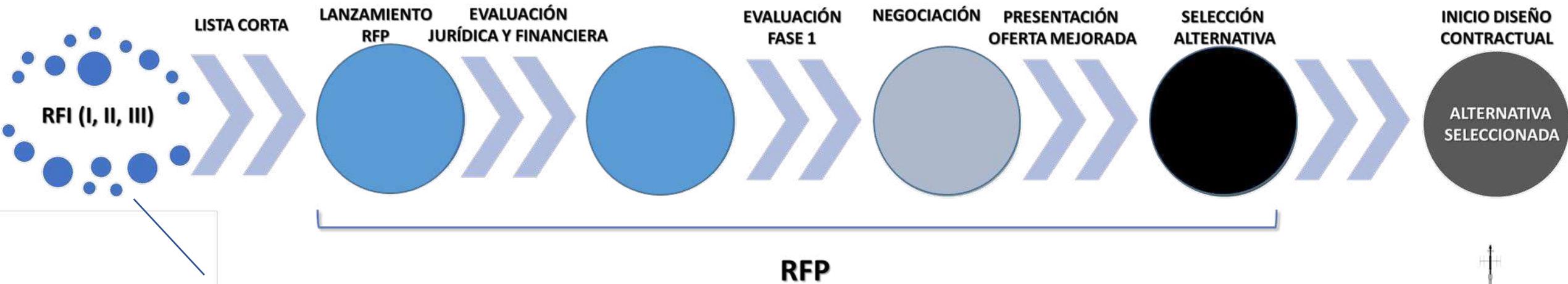
ables convenio



- Proceso RFP internacional.
 - Evaluación efectividad, costo, riesgo.
 - **Diseño base.**
- Fuente: COTECMAR

- **Diseño Contractual.**
- Acuerdo necesidades y restricciones ARC.
- Estudios conexos, ToT.

Descripción general RFP



RFI (Estudio de mercado)

- Solicitud información mas de 11 astilleros de varios países (sin compromiso contractual).
- Respuesta de 9 astilleros de varios países.
- Evaluación de las alternativas y selección lista corta

Fuente: COTECMAR y elaboración propia

DAMEN
Sigma 10514



Modelo de evaluación RFP



EFECTIVIDAD
OMOE

- DESEMPEÑO

OMOE: Overall Measurement of effectiveness

COSTO
OMOC

- ADQUISICIÓN (CAPEX)
- OPERACIÓN
- MANTENIMIENTO] (OPEX)

OMOC: Overall measure of cost

RIESGO
OMOR

- DESEMPEÑO
- COSTO
- CRONOGRAMA

OMOR: Overall Measurement of Risk

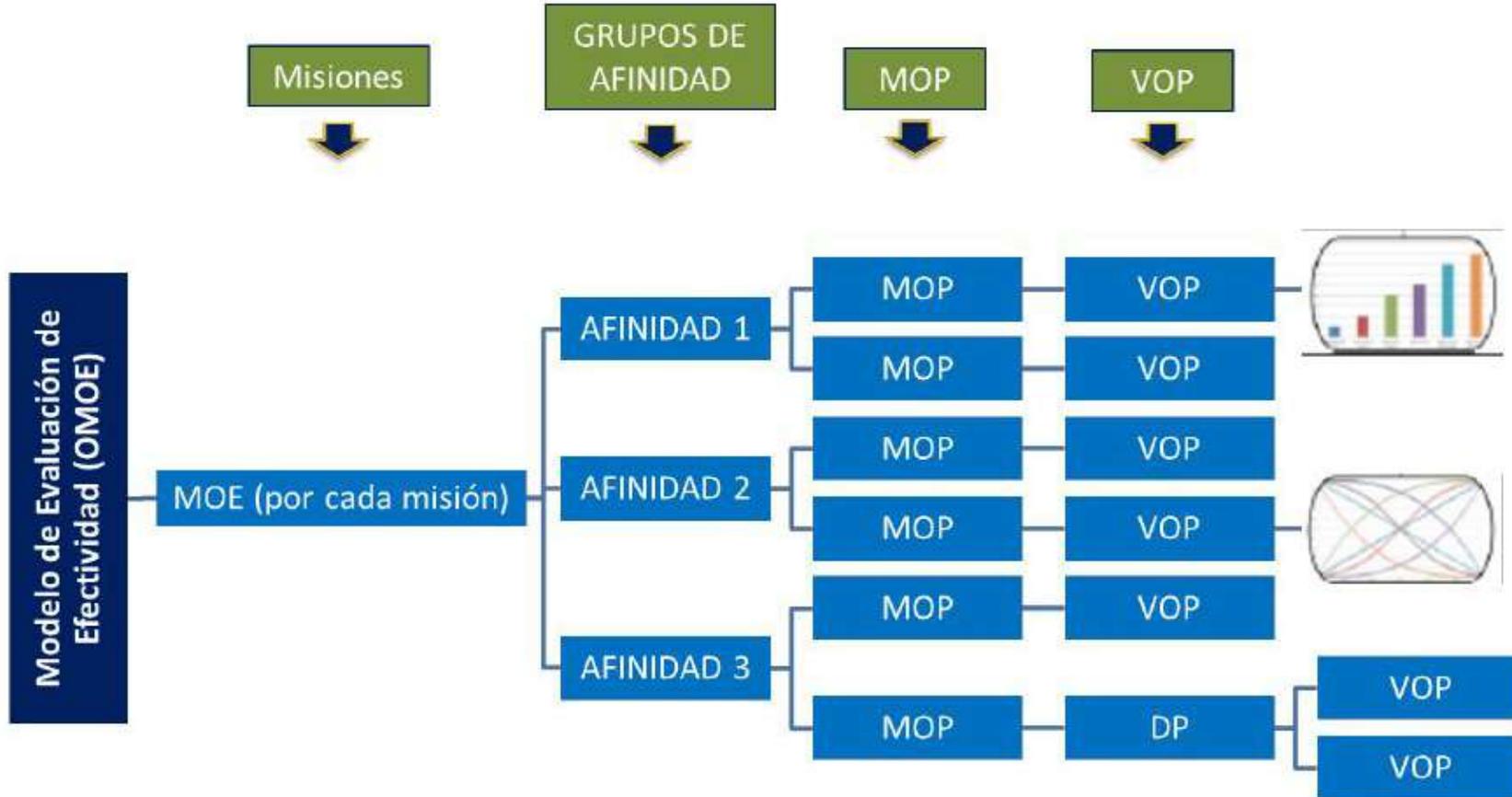
Los modelos de evaluación buscan generar argumentos a la ARC frente a la **selección** del Diseño, a través de un **método** para **cuantificar** la efectividad, el costo y el riesgo de las alternativas frente las misiones que se proyecta va a desarrollar el buque.

Fuente: COTECMAR

Modelos de Evaluación -Efectividad



Estructura general del OMOE



VOP (Valor de desempeño)

- Matriz de cumplimiento (si/no)
- Parámetro discreto: peso según la condición que cumple (AHP)
- Funciones continuas
- Simulación:
 - Opsit (escenarios)
 - AAW
 - ASuW
 - ASW
 - AIREX
 - UNDEX

$$OMOE = \sum_k^{N_{Mision}} \sum_j^{N_{GA}} \sum_i^{N_{MOP}} (W_{Mision_k} \cdot W_{GA_{kj}} \cdot W_{MOP_{kji}} \cdot VOP_{kji})$$

Ecuación 1. Cálculo OMOE

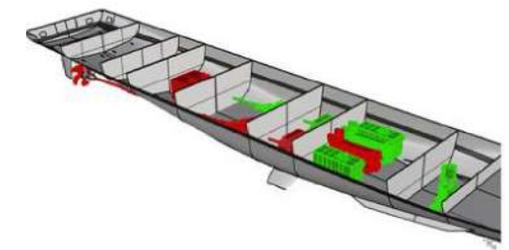
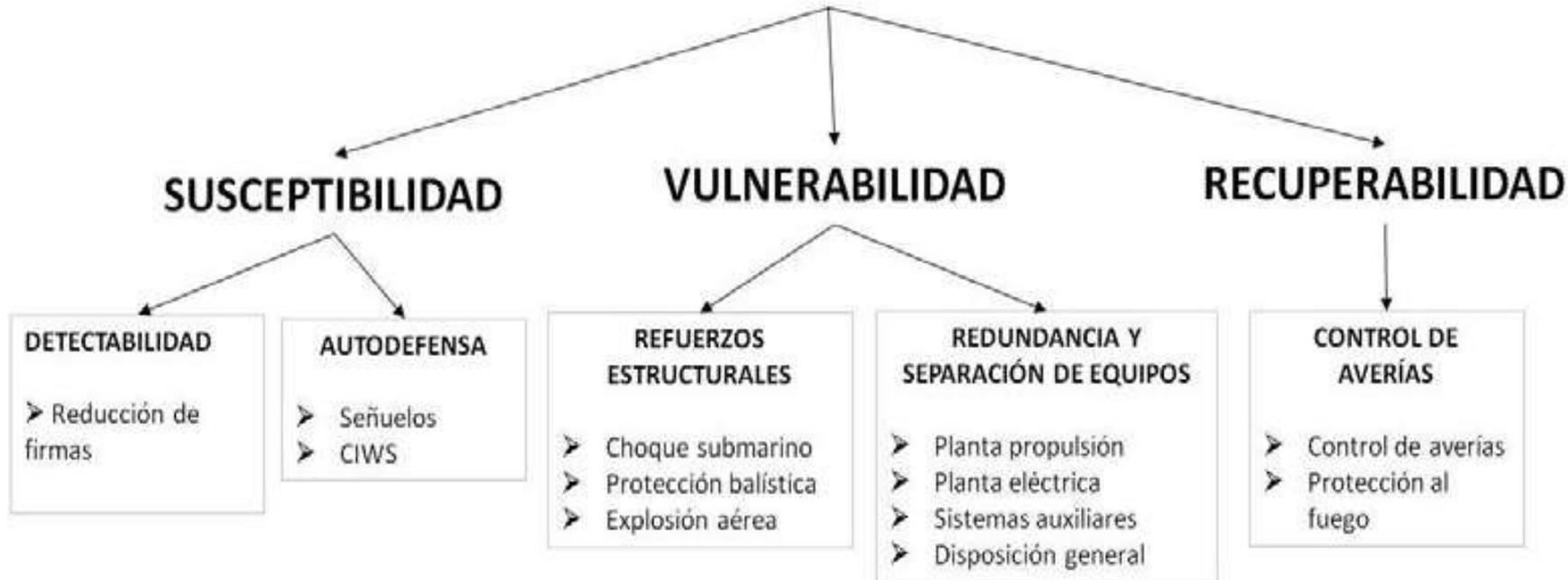
Fuente: DIPROE, COTECMAR y elaboración propia

- W_{Mision_k} : Peso de la misión k-ésima.
- $W_{GA_{kj}}$: Peso del grupo de afinidad j-ésimo en la misión k-ésima.
- $W_{MOP_{kji}}$: Peso de la MOP i-ésima dentro del grupo de afinidad kj-ésimo
- VOP_{kji} : VOP de la MOP_{kji}

Modelos de Evaluación -Efectividad



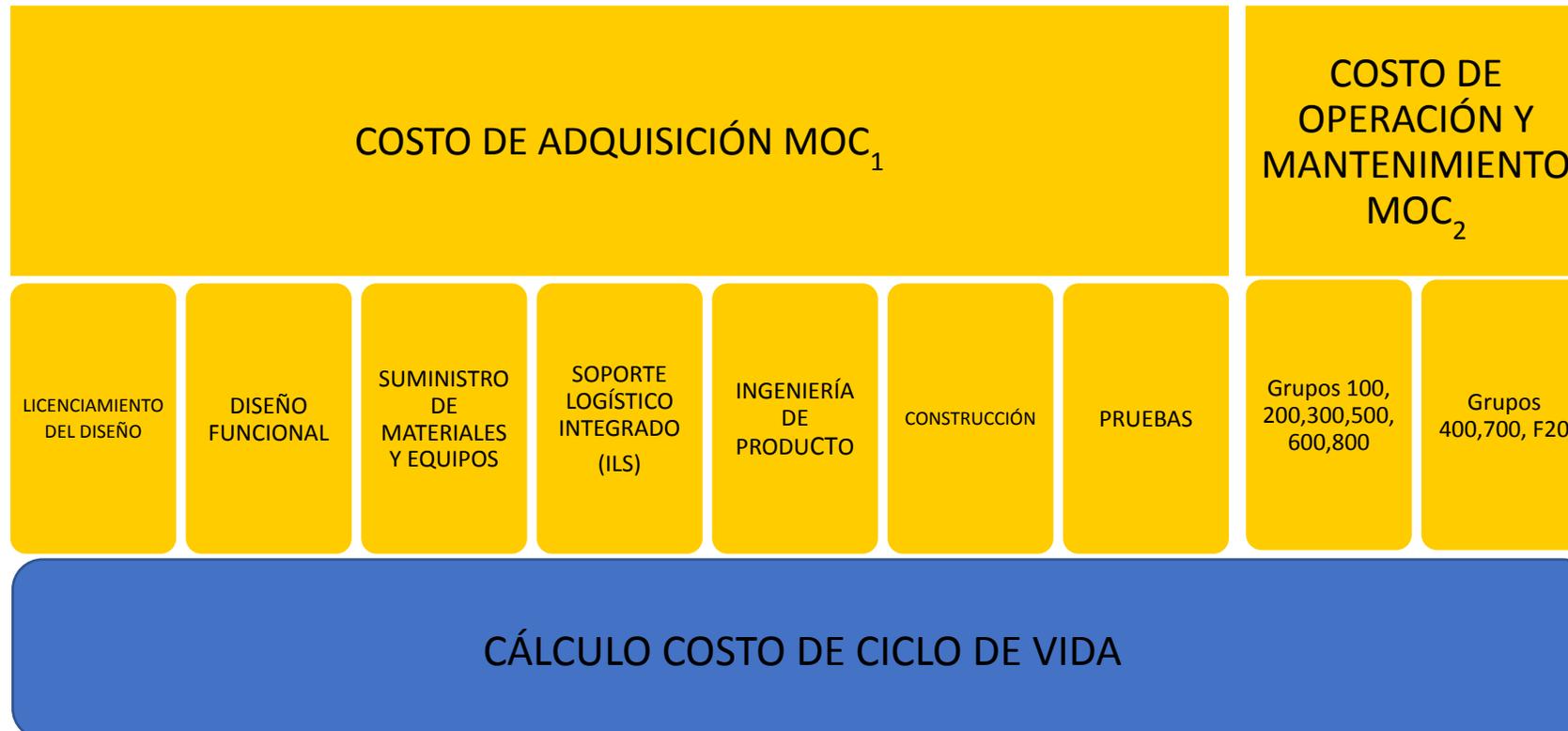
SUPERVIVENCIA



Fuente: DIPROE, COTECMAR y elaboración propia



OMOC



Fuente : COTECMAR

Modelos de Evaluación – Riesgo



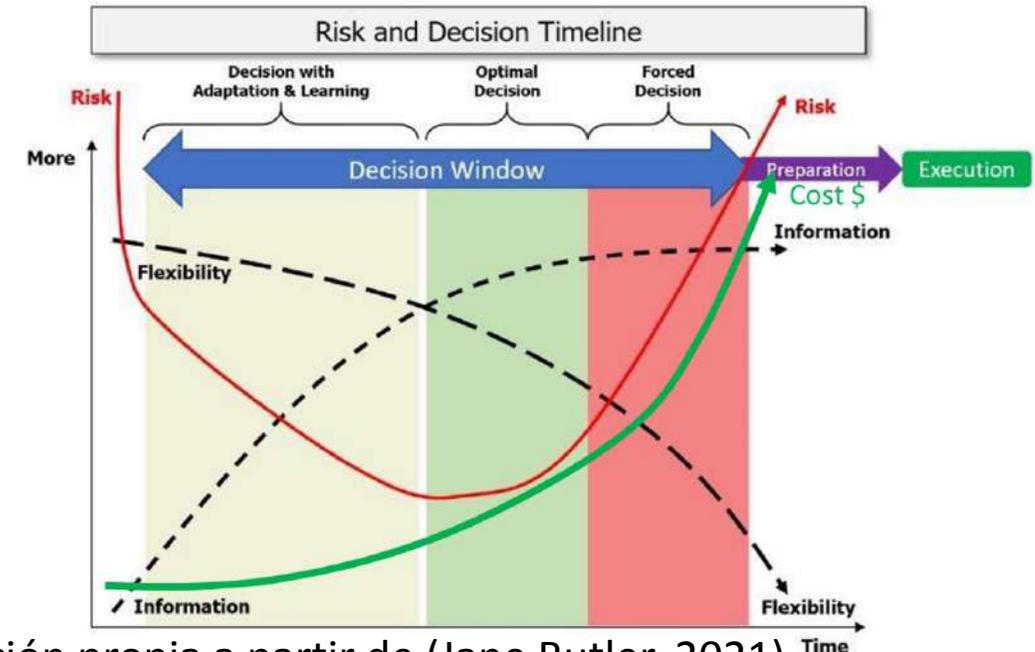
Valoración de Riesgo

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DEL IMPACTO			
	Bajo	Medio bajo	Medio alto	Alto
Remoto	Green	Green	Yellow	Yellow
Improbable	Green	Green	Yellow	Red
Probable	Green	Yellow	Yellow	Red
Altamente probable	Yellow	Yellow	Red	Red
Casi seguro	Yellow	Red	Red	Red

$$OMOR = W_{perf} \sum w_i P_i C_i + W_{cost} \sum w_j P_j C_j + W_{sched} \sum w_k P_k C_k$$

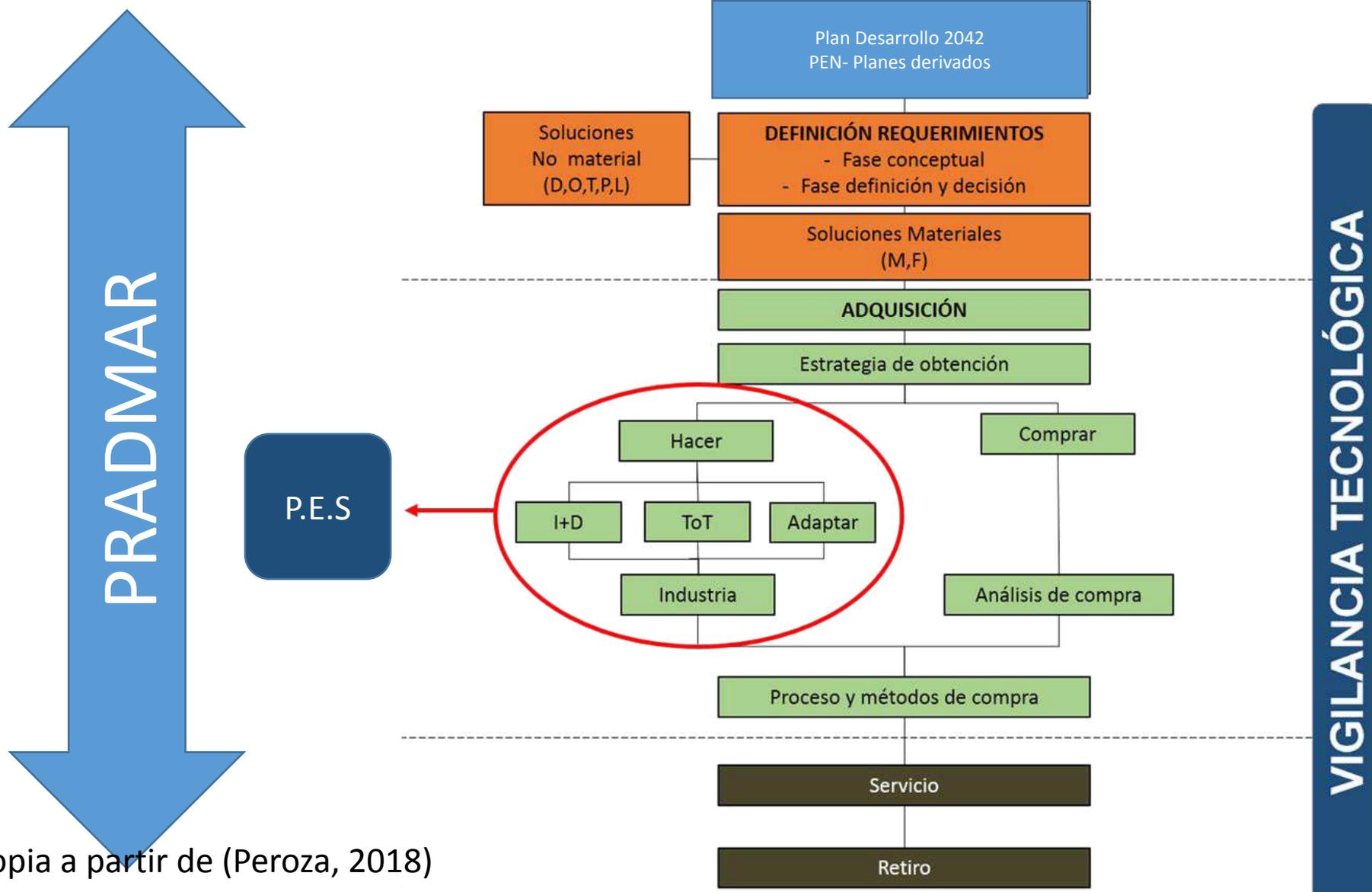
Ecuación 9 – Cálculo del OMOR - Medida total del riesgo

Fuente : COTECMAR



Elaboración propia a partir de (Jane Butler, 2021)

Estrategia de Obtención



Elaboración propia a partir de (Peroza, 2018)

Estrategia de Obtención

AHP: Analytic Hierarchy Process

Valoración riesgos:

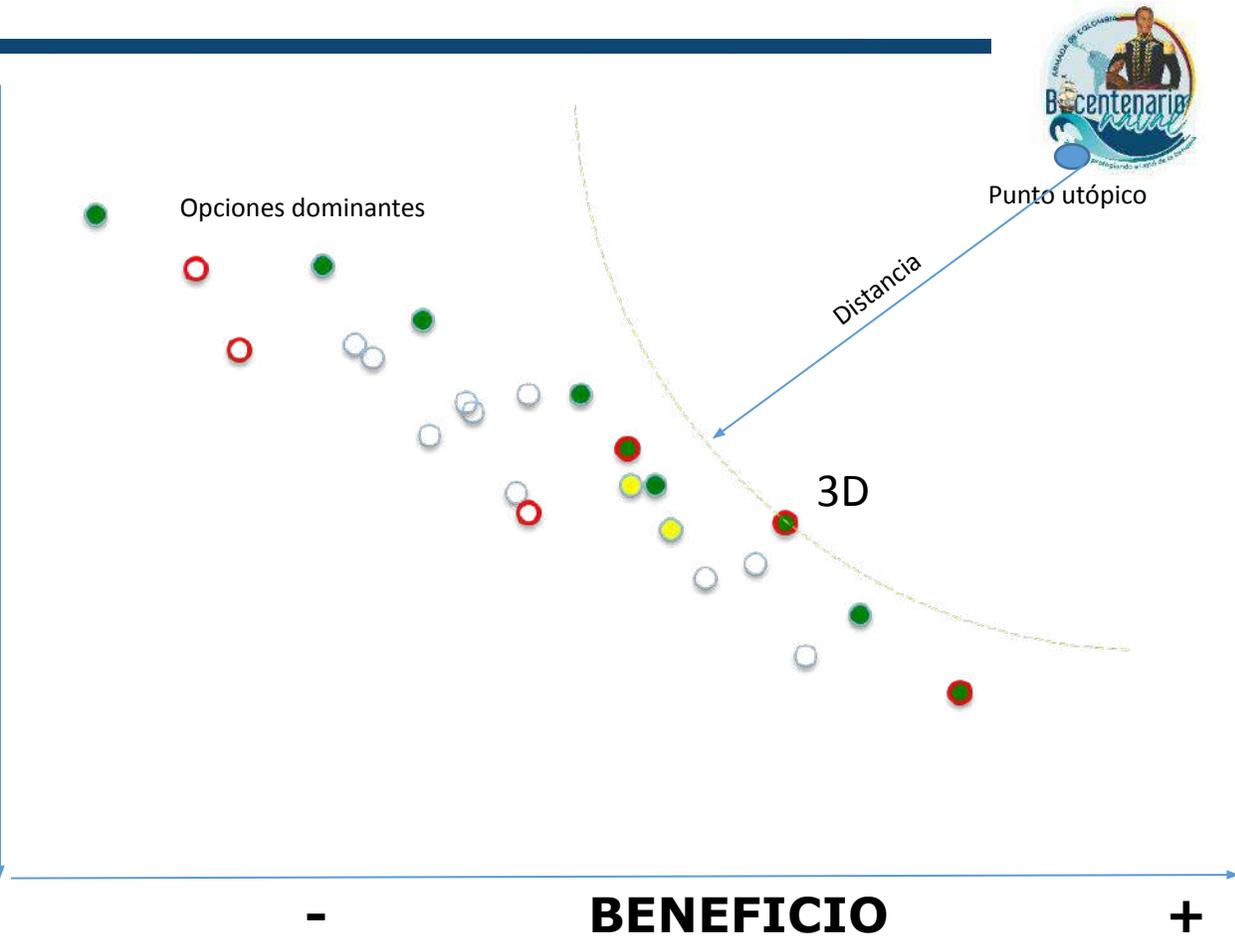
- Definición de eventos
- Probabilidad ocurrencia
- Impacto

Valoración de beneficio:

- Económico (ciclo de vida, PIB, encadenamientos productivos)
- Estratégico (independencia tec)
- Social (generación empleo, formación, economía local)

-
RIESGO
+

		Diseño					
		Existente	Modificado		Nuevo		
		Compra	Compra	Co-desarrollo	Compra	Co-desarrollo	Desarrollo
Fabricación	Extranjero	1A	2A	3A	4A	5A	6A
	Extranjero (1a)	1B	2B	3B	4B	5B	6B
	Co-producción	1C	2C	3C	4C	5C	6C
	COTECMAR	1D	2D	3D	4D	5D	6D



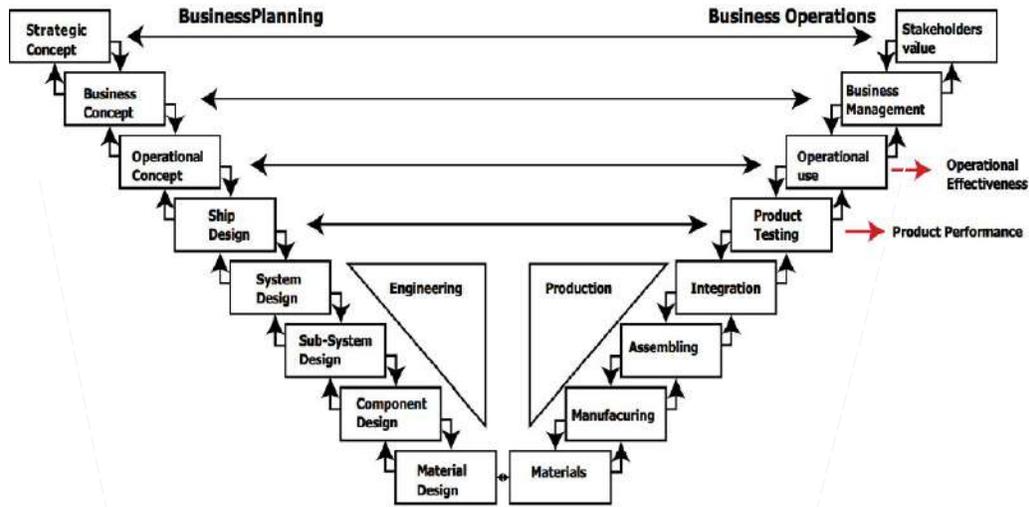
Resultado Definición Estrategia Obtención

□ Nivel de riesgo aceptable que maximiza el beneficio

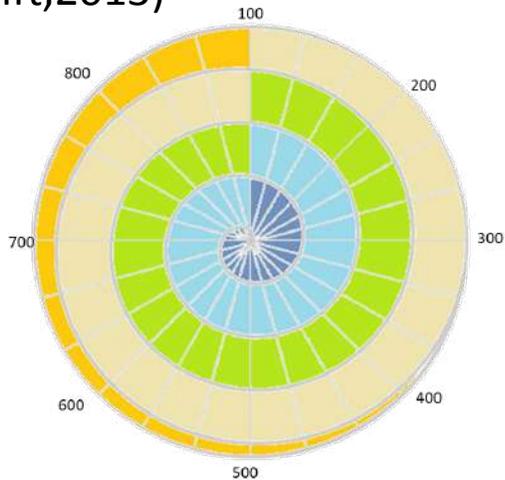
Elaboración propia a partir de (Tascón, 2015) y Fajardo



Enfoque sistémico



(TUDelft, 2013)



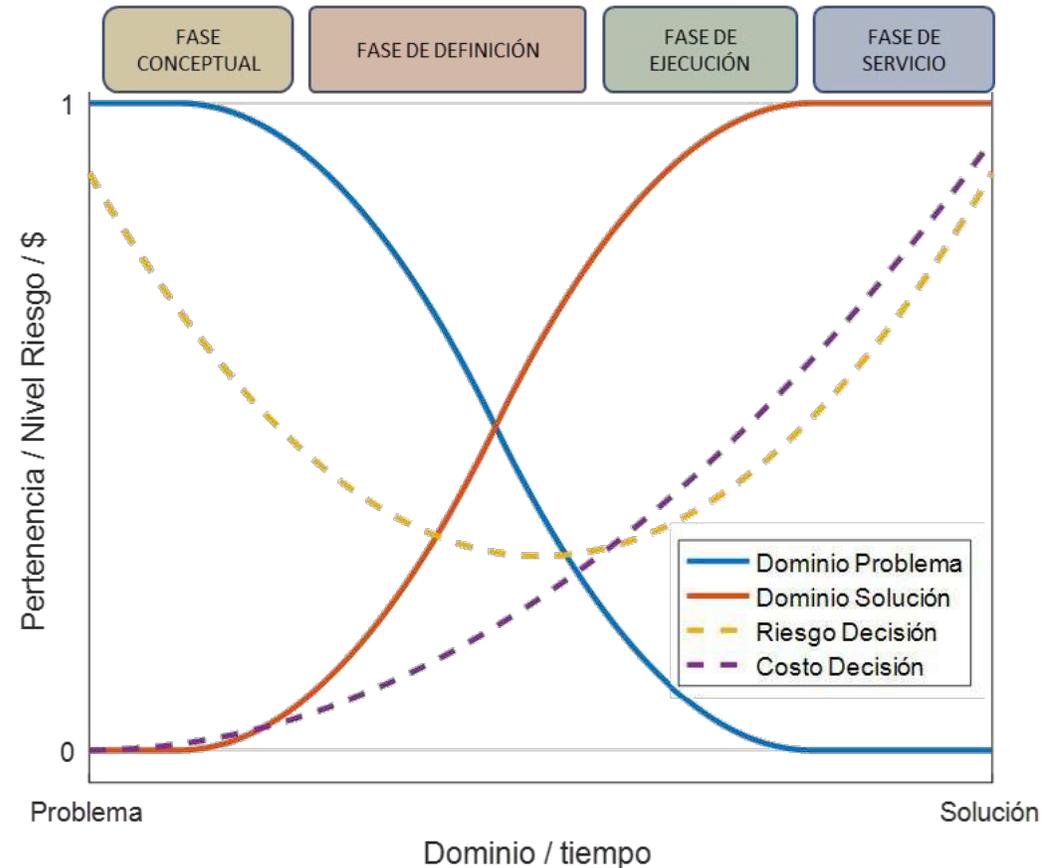
- Conceptual
- Contractual
- Funcional
- Ing. Producto
- Preliminar

Elaboración propia a partir de (Evans, 1959)

Determinación Estrategia de obtención



PRADMAR



Elaboración propia a partir de DIPROE, COTECMAR, PEROZA

- ❑ La adopción de la metodología PRADMAR para el desarrollo de programas de defensa de alta complejidad desde el inicio del programa, ha permitido dar trazabilidad al proceso desde la identificación de la necesidad operacional, enmarcada en un ambiente operacional proyectado y la respuesta a esta necesidad a través de la definición de requisitos.
- ❑ El empleo de modelos matemáticos de evaluación, permitieron a la Armada de Colombia seleccionar el diseño base y aliado tecnológico de manera objetiva, reduciendo la incertidumbre y logrando determinar la alternativa optima desde el punto de vista de la efectividad, el costo y el riesgo.
- ❑ La metodología PRADMAR al reducir la subjetividad y es una herramienta valiosa para la toma de decisiones ante problemas complejos.

CONSIGNA: OBTENER PARA LA ARC EL MEJOR BUQUE QUE HA DE SERVIR LOS PROXIMOS 30 AÑOS.



