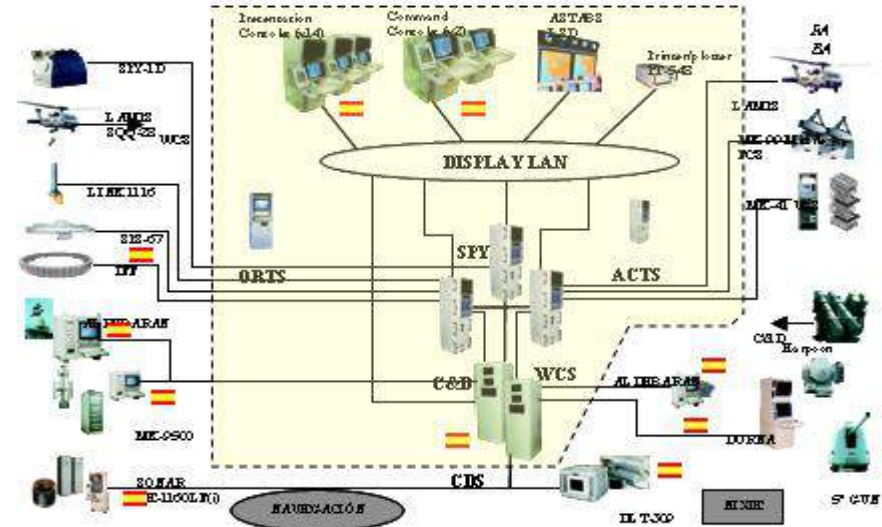




• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Integración de Sistemas de Defensa Navales Parte 1/2

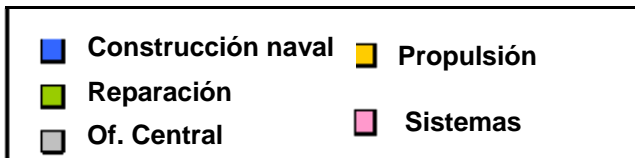
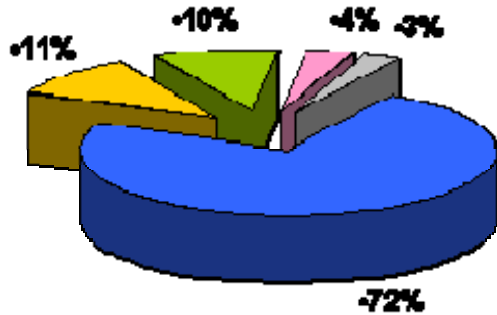
Antonio Criado García-Legaz
Gerente Adjunto Sistemas e I+D



- Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva
- Superestructuras Integradas

- Empresa 100 % pública.
- Capacidad para toda clase de buques
- > 300 años de experiencia
- Factor humano:

5,500 empleados



LINEAS DE ACTIVIDAD



CONSTRUCCION NAVAL

SISTEMAS (FABA)



PROPULSION
GENERACIÓN
ENERGÍA



REPARACIONES



- Diseño
- Producción
- Integración
- Soporte al Ciclo de Vida
 - Apoyo Logístico Integrado
 - Modernización
 - Adiestramiento



● Navantia
 La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
 This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



- FRAGATAS, LHD, LPD, AOR
- 5 gradas, 3 diques para construcción naval



- Construcción naval
- Reparaciones
- Propulsión y generación
- FABA Sistemas

- Oficinas centrales

- AOR, OPV, LCM
- 5 gradas, 2 diques para construcción naval



- SUBMARINOS, CAZAMINAS
- 2 gradas, 1 diques flotante para construcción naval





Navantia: astilleros Ria de Ferrol

● Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.





Navantia: astilleros Bahía de Cádiz

● Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia, y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.





Navantia: astilleros de Cartagena

● Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia, y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



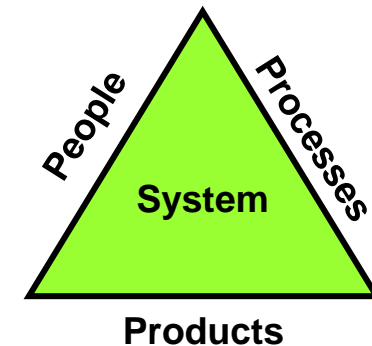
- **Sistemas**
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva
- Superestructuras Integradas

- Un Sistema se compone de **equipos, habilidades y técnicas** capaz de desempeñar y mantener un rol operacional.
- Un sistema completo incluye el conjunto de **equipos, material, software, instalaciones relacionadas, y personal** requerido para su **operación y soporte** hasta el nivel que pueda ser considerado una unidad en el **entorno de operación** requerido.

Mil-Std-499 Systems Engineering Management 1969

- Conjunto de elementos [**personas, productos (Hw y Sw) y procesos** (instalaciones, equipos, material y procedimientos)] que están relacionados y cuyo comportamiento satisface **necesidades operacionales** del cliente, y proporciona sostenimiento del **ciclo de vida** de los productos.

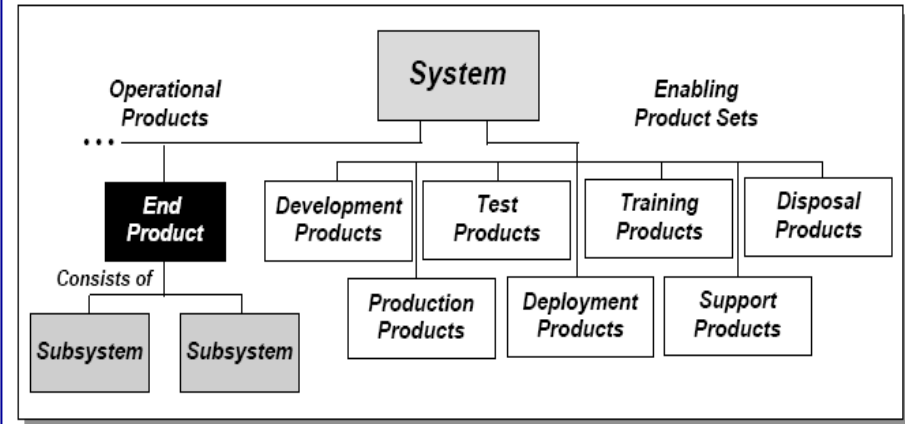
IEEE 1220-1998 Application and Management of the System Engineering Process



- Objeto consistente en elementos interrelacionados o interactuantes
ISO/IEC 15288 CD2-2000 System Life Cycle Processes for Enterprise applications

- El sistema incluye tanto los **productos finales** que serán usados por el que adquiere para su propósito como los **productos habilitadores** que permiten la creación, desarrollar, producir, probar, entregar, y sostener los productos finales, adiestrar a operadores y staff de mantenimiento de los productos finales; y retirar los productos.

EIA-632 1999

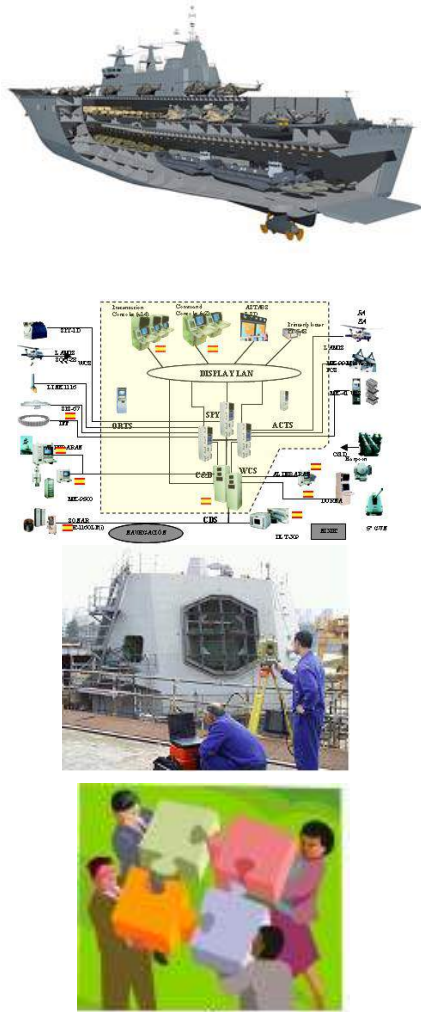


- Sistema:** Combinación de medios (p.e. **personas, materiales, equipos, software, instalaciones, datos, etc.**), integrados de tal forma que puedan desarrollar una determinada función en respuesta a una necesidad concreta.
- Clasificaciones:** naturales o artificiales, físicos o conceptuales, abiertos o de lazos cerrados, estáticos o dinámicos.

Benjamin Blanchard: una corriente actual ingeniería sistemas

Elementos diferenciales de Sistemas de Defensa Navales

● Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



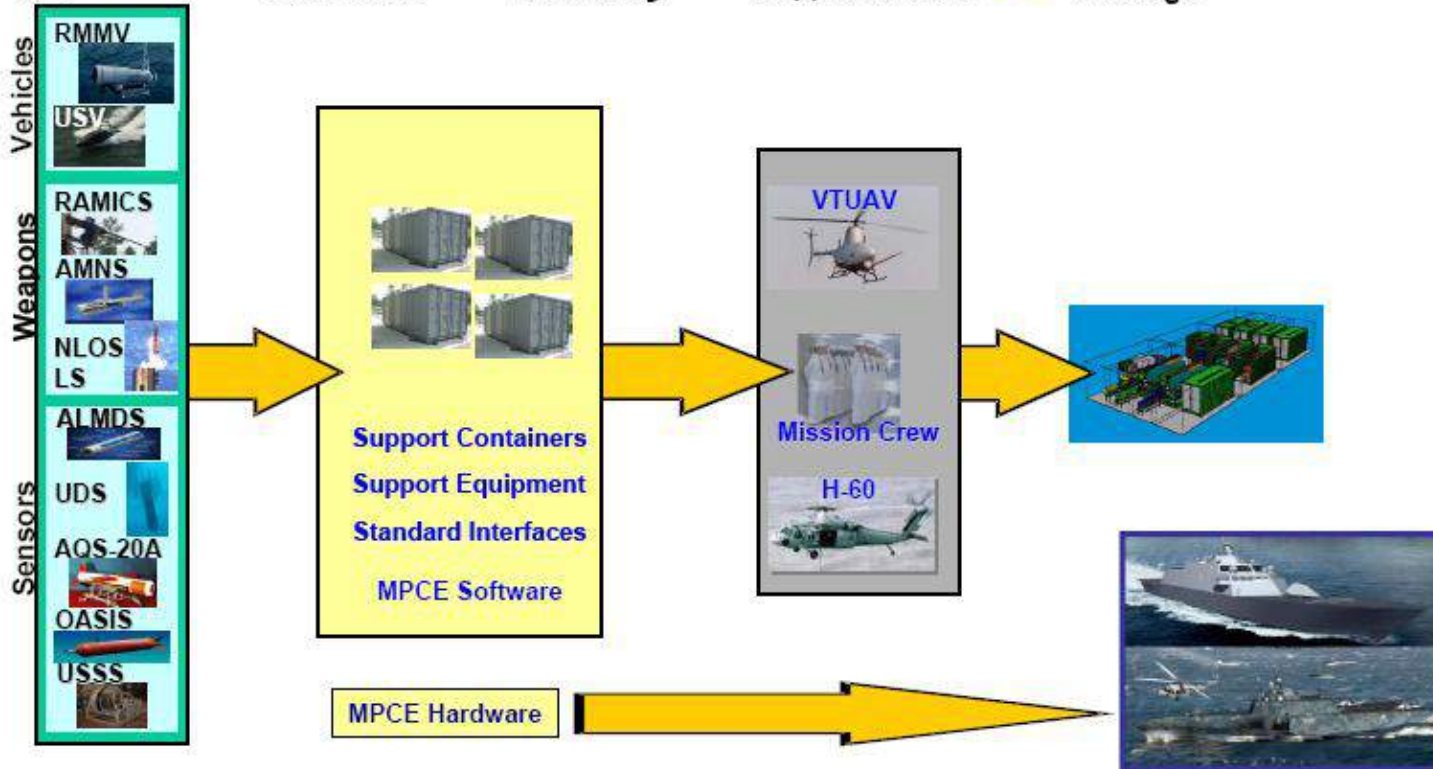
- Sistemas técnicamente complejos
 - Tecnologías de última generación
 - Capacidad de operar autónoma / integrada
 - Multifunción, modulares
- Diseños a medida de requisitos de un usuario específico
 - Gran peso de la ingeniería
 - Dificultades para estandarizar y reutilizar
 - Prototipos
- Series de producción muy cortas
 - Impacto en coste
- Programas complejos
 - Elevado número de actores
 - Largos periodos de gestación
 - Necesidad de Metodologías probadas y fiables



Modulos Mision Littoral Combat Ship



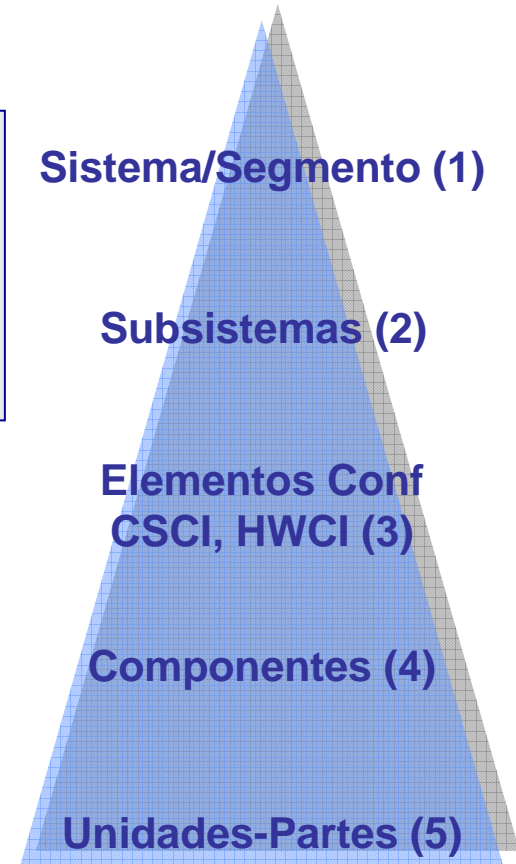
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mission Systems} \\ + \\ \text{Support Equipment} \end{array} \right\} = \text{Mission Modules} \quad + \quad \text{Crew \& Support Aircraft} = \text{Mission Package}$$



Fuente: LCS Mission Module Acquisition Brief to ONR Industry Day 17 April 2007

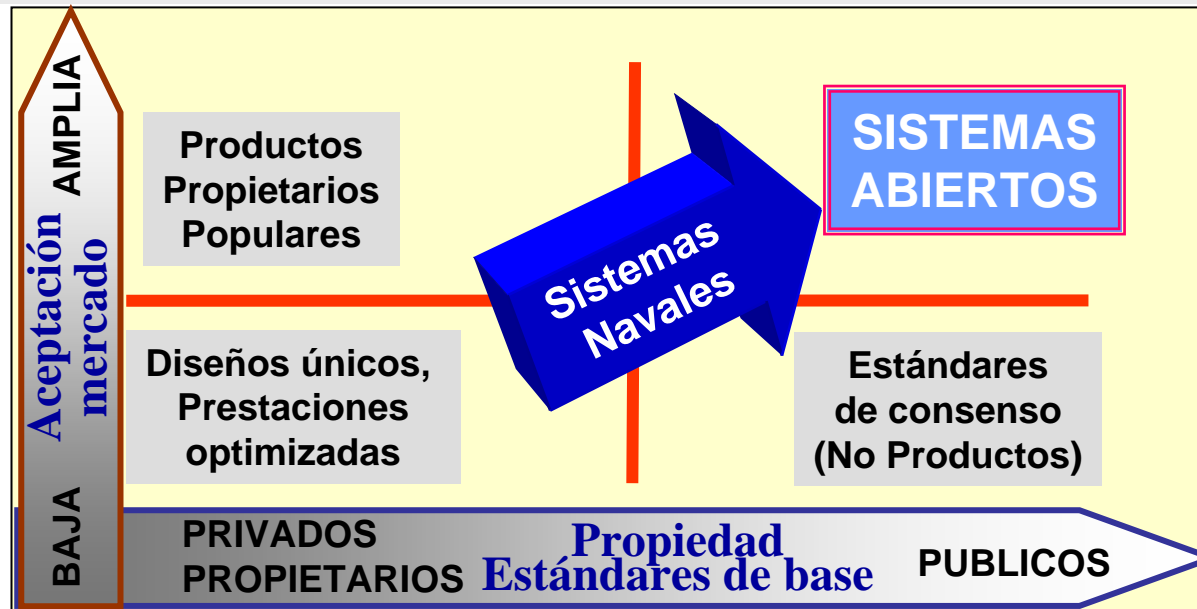
- Cada sistema se descompone en cierto número de componentes organizados por niveles:
 - Sistema → Subsistemas → Componentes
 - Términos relativos: un sistema puede ser el componente de otro de nivel superior.

- El concepto de Sistemas y de integración se aplica tanto a nivel del global como sucesivamente a niveles inferiores: subsistemas, unidades, componentes



La primera fase de la integración es la descomposición estructurada para identificar interfases y nodos de integración.

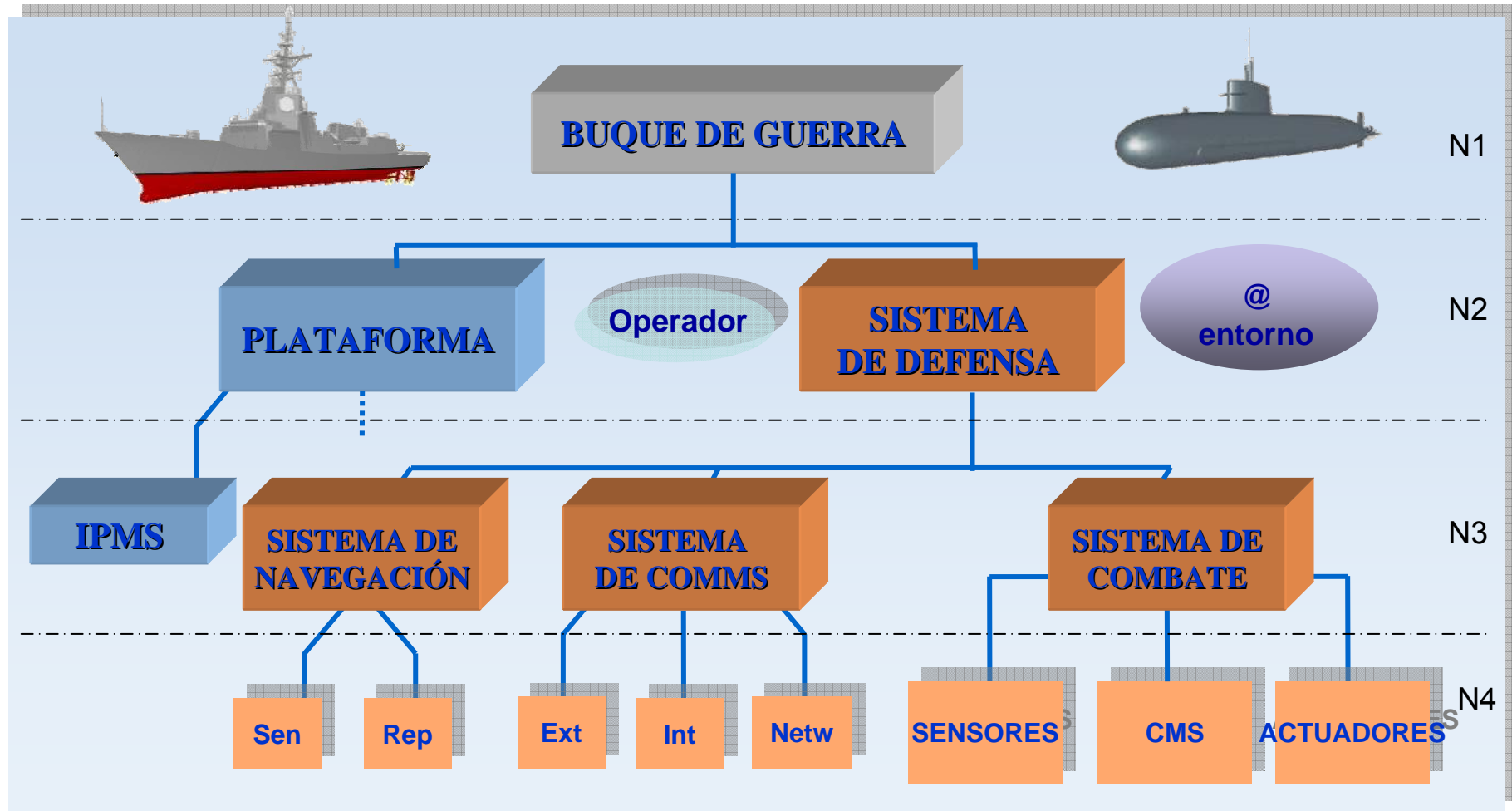
- Basado en estándares abiertos para interfases, servicios y formatos de soporte. Características:
 - Bien definido
 - Interfases claras con **protocolos no-propietarios de uso extendido**
 - Empleo de **estándares** adoptados/reconocidos por organizaciones reconocidas tanto oficiales como comerciales: **independencia de vendedores únicos**
 - Preparado para incorporar **nuevos elementos capacidades con mínimo impacto** en el sistema



- permiten a sus componentes:
 - ser utilizados en otros sistemas con cambios mínimos
 - interoperar con otros componentes de sistemas locales o remotos
 - interactuar con los usuarios en un estilo que facilita la portabilidad.



Buque de guerra como Sistema de Sistemas: descomposición estructurada



Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Concepto de buque de guerra como conjunto integrado: plataforma y sistema de defensa

- Tipos en función de su porte y empleo
 - HVU (High Value Unit): Porta aeronaves, Transportes, ..
 - Cruceros, destructores, fragatas, corbetas, patrulleros
 - Cazaminas
 - Auxiliares Petroleros, Buques de aprovisionamiento, Hospital
 - Tren naval
 - Especiales: rescate, hidrográficos

- Tipos en función de Misiones
 - Escolta
 - Vigilancia
 - Proyección de fuerza
 - Limpieza y apertura de canales navegación
 - Logística
 - Inteligencia

- Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva
- Superestructuras Integradas



Características principales

Eslora máxima: 195,87 mts.
 Manga cubierta de vuelo: 32,00 m
 Manga línea flotación: 24,38 mts.
 Calado a plena Carga: 9,42 mts.
 Desplazamiento plena carga: 16.700 t.
 Planta Propulsora: 2 turbinas GE 2x 23.200 HP.
 Velocidad máxima sostenida: 26 nudos.
 Autonomía a 20 nudos: 7.000 millas .
 Dotación: 558 personas
 Hasta 29 aeronaves: aviones y helicópteros .

Sensores:

Radar de Aprox Aeronaves ITT SPN -35A
 banda J.
 Radar 3D Exploración Aérea SPS-52C banda
 E/F.
 Radar Superficie SPS-55A banda I/J.
 Radar Control de Tiro (Meroka) SPG-M2B
 banda I.
 Radar Designación RAN-12L banda I/J.

Armas:

6 Lanzachaff SRBOC Mk 36.
 4 CIWS Meroka Mod. 2B 20mm (defensa de
 punto).

Fragatas Aegis F-100



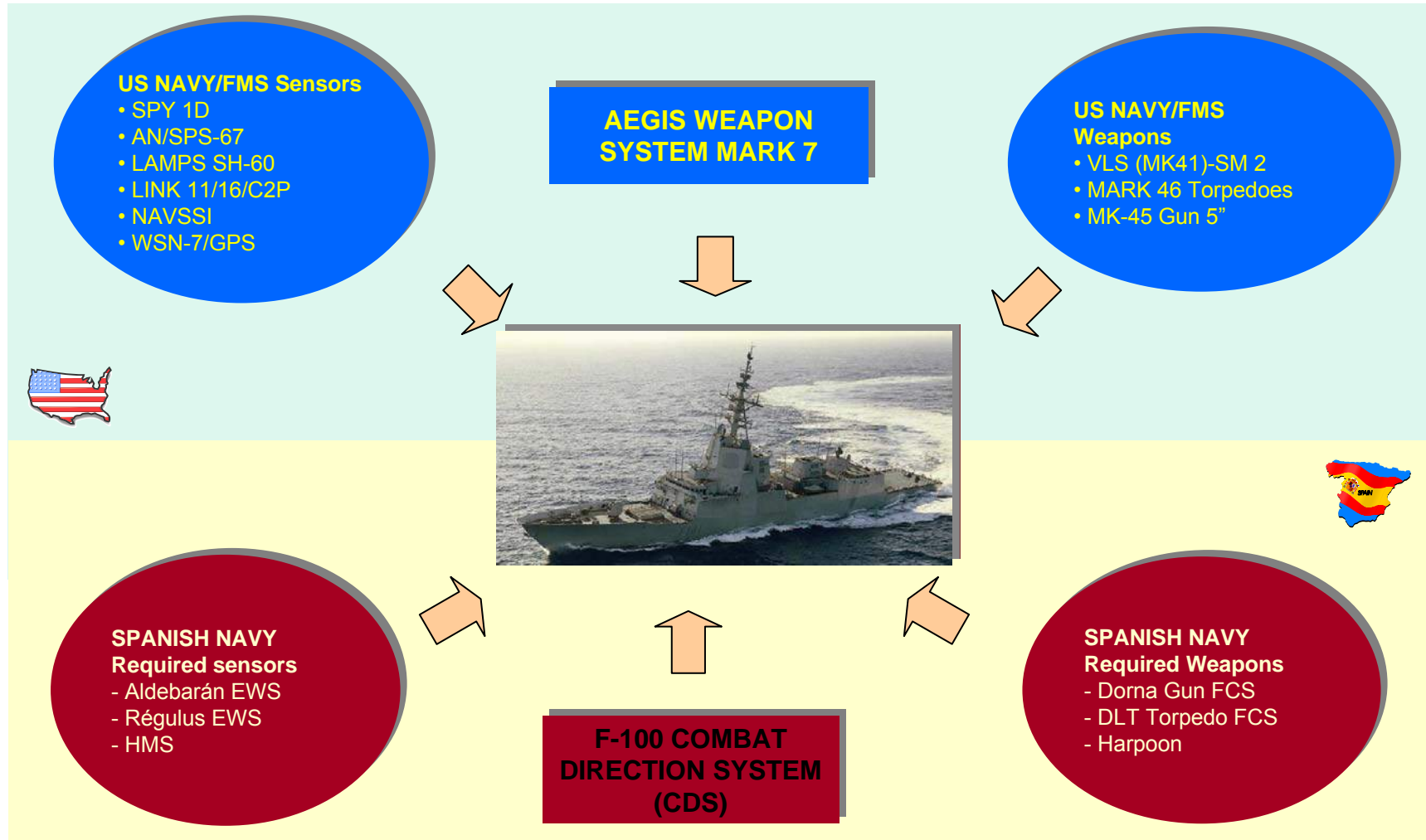
Familia Aegis: USA, JP, ES, NO, KO, AUS

Buque Escolta oceánico de tamaño medio.
 Multipropósito con elevada capacidad antiaérea.
 Capaz de actuar como buque de MyC en un escenario de conflicto,
 Capaz de operar integrado en una flota aliada y de proporcionar cobertura a fuerzas expedicionarias.
 Capaz de operar tanto en zonas costeras y como en alta mar de una forma flexible,

Características principales

Desplazamiento a plena carga 6250 Tns.
 Eslora máxima 146,7 mts.
 Manga máxima 18,6 mts.
 Calado máximo 7,2 mts.
 Velocidad máxima 28 nudos
 Dotación 200

F-101 Álvaro de Bazán
F-102 Almirante Juan de Borbón
F-103 Blas de Lezo
F-104 Méndez Núñez

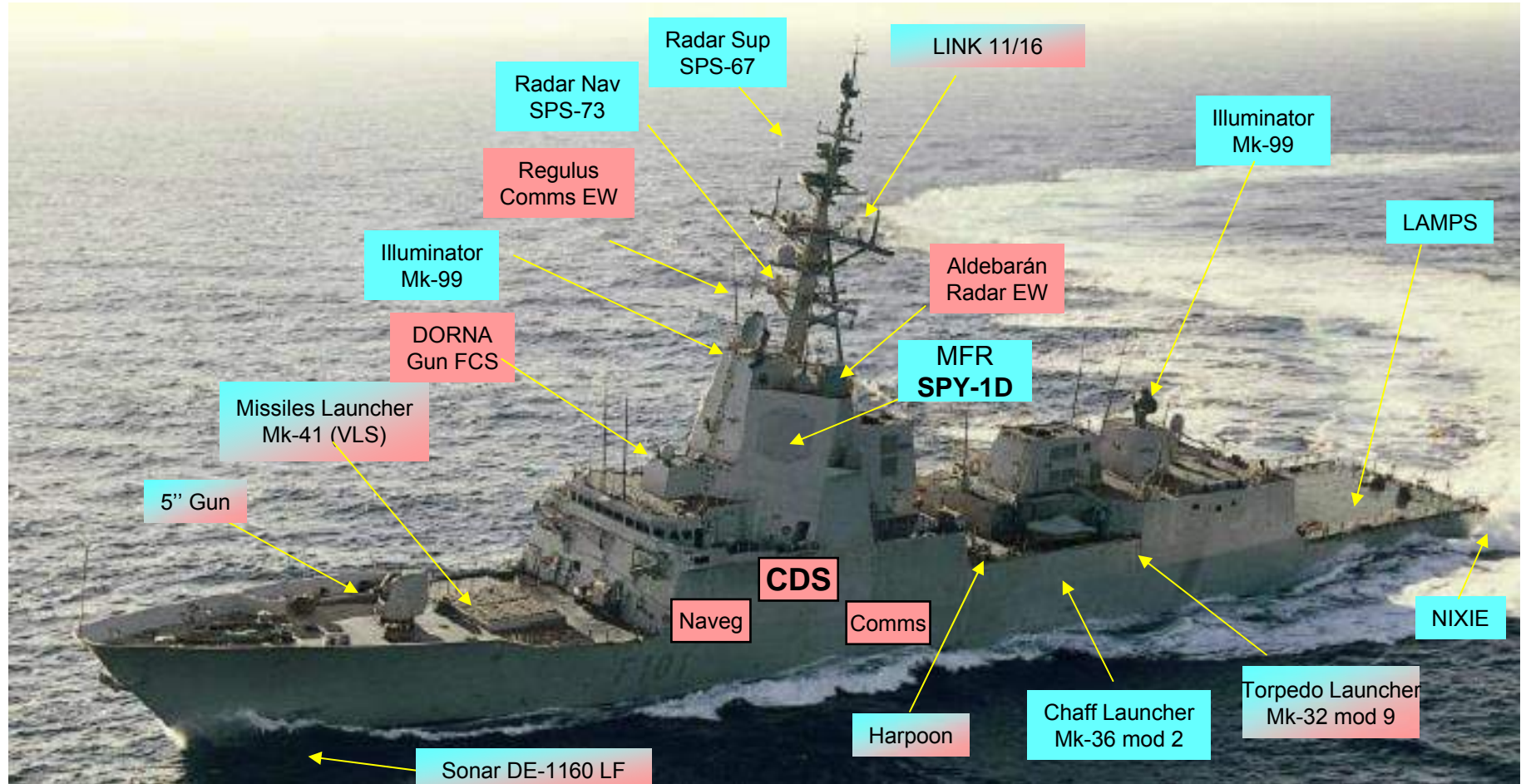


• Navantia
 La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
 This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Gran programa de cooperación industrial: socios nacionales y USA



Sistema de Combate F100: elementos principales baselines S1/S2

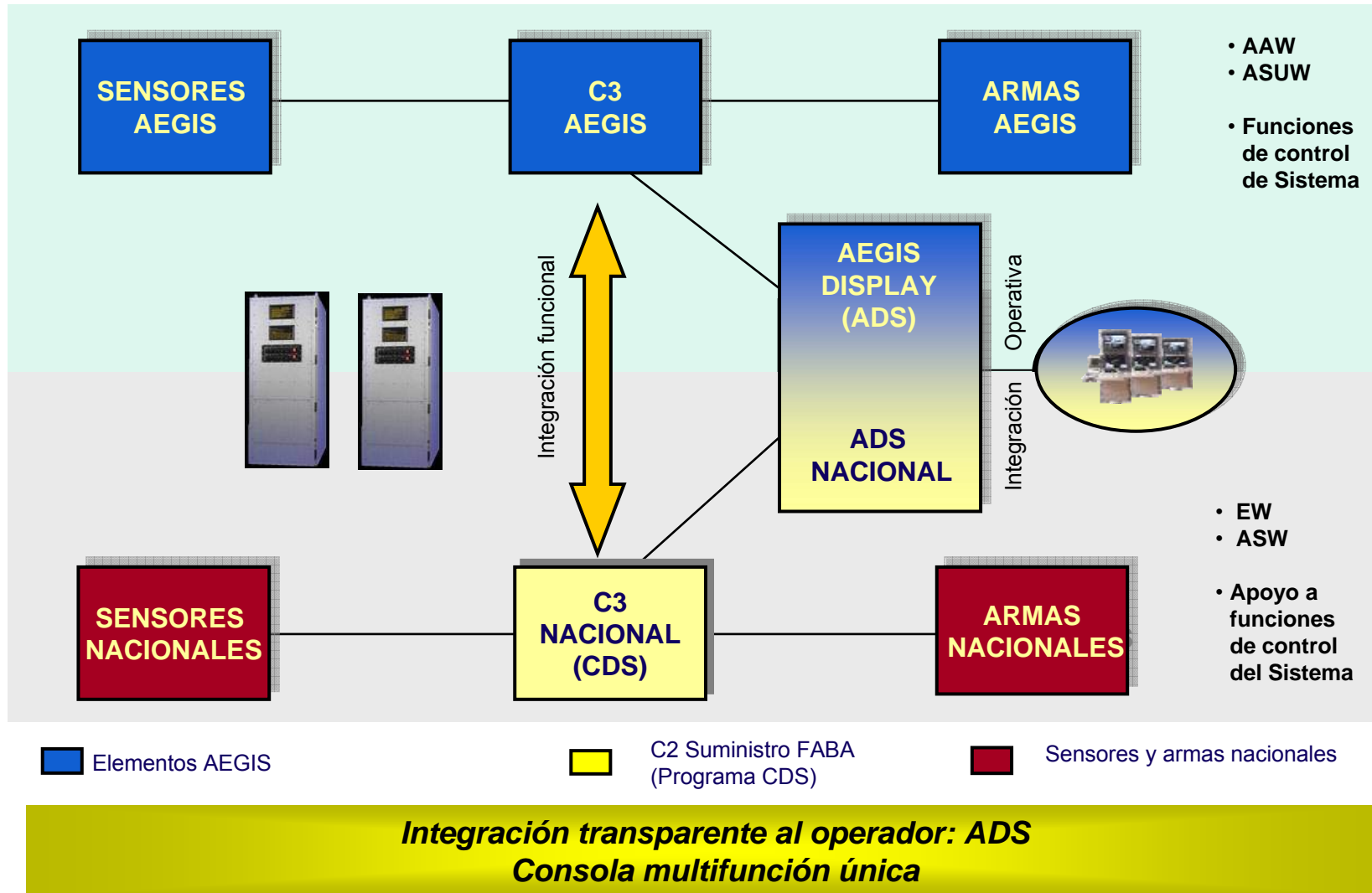


Navantia
Información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Integración física de un SdC Aegis en una plataforma tipo fragata de 6000 Tm
Integración de núcleo Aegis con suite de sensores/armas y funciones tácticas nacionales: CDS



Integración entre elementos Aegis y nacionales en S1

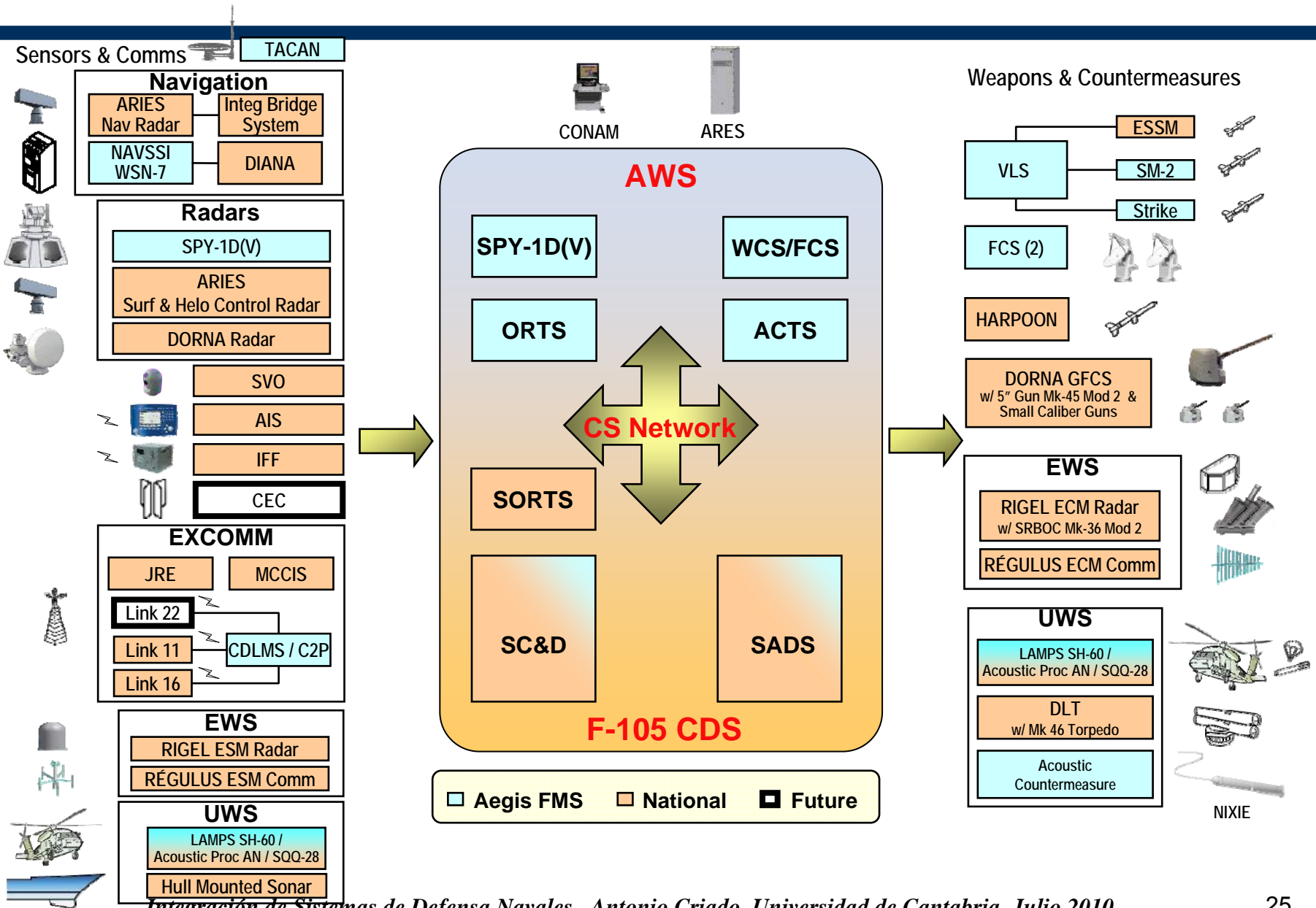


• Navantia
 La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
 This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



Arquitectura del SdC F-105

Navantia La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa. This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



Misión

Mantener abiertos al tráfico los puertos y bases navales principales de nuestro país, así como posibilitar las operaciones anfibas de proyección de poder naval sobre tierra.



Características principales

Desplazamiento: 550 Tons. (plena carga)
 Eslora: 54 metros.
 Manga: 10.7 metros.
 Calado: 2.5 metros (sin sonar)
 Propulsión: 2 x motores diesel MTU-Bazán 6V 396 TB83
 2 x motores eléctricos combimac.
 Velocidad (nudos): 14 (diesel)/ 7 (eléctrica)
 Autonomía (millas): 2.000 a 12 nudos.
 Dotación: 41
 Estructura del casco de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), de construcción monolítica

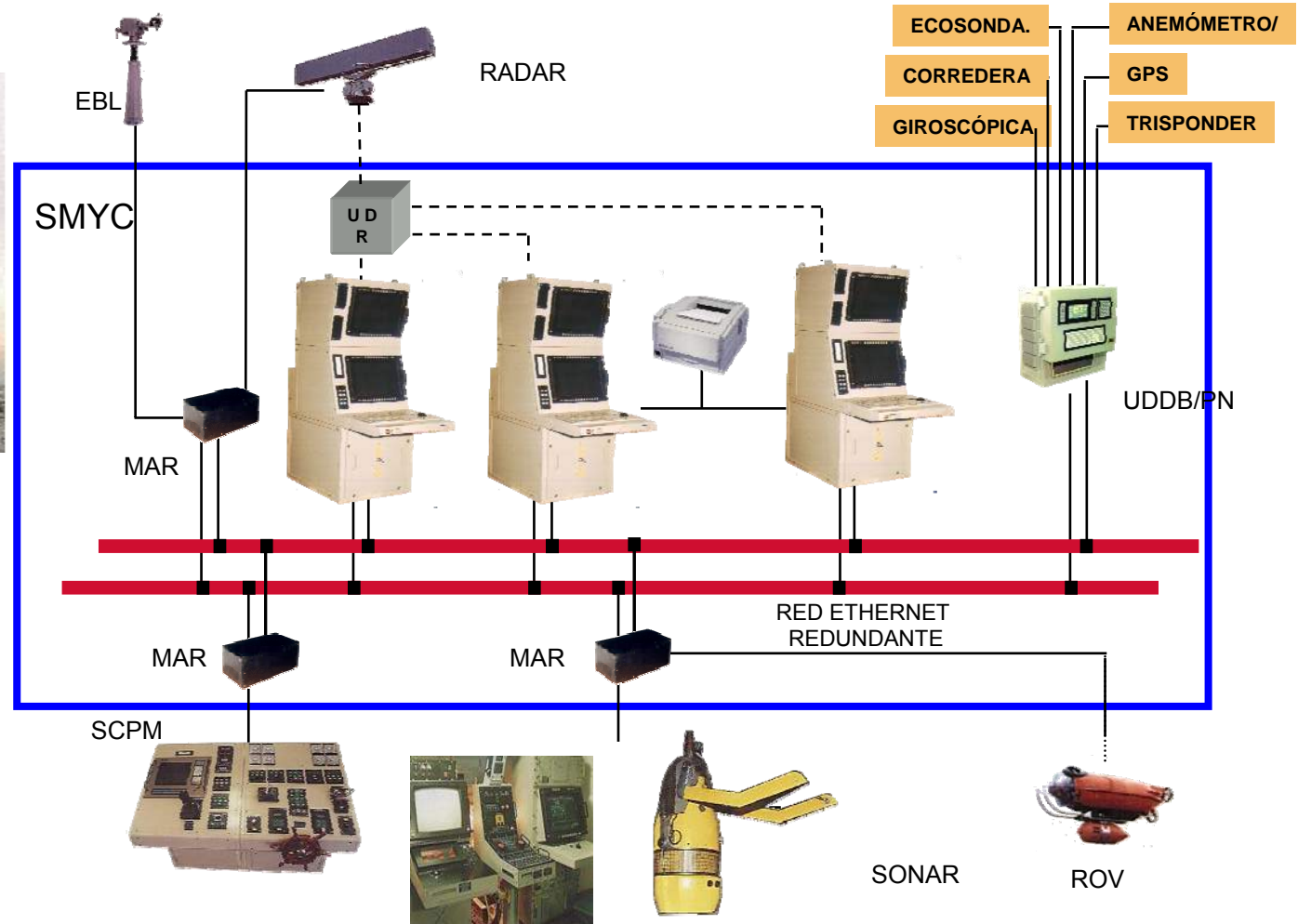
Sistema de Combate

Sistema de Mando y Control MCM FABA.
 Radar: Kelvin Hughes Type 1007
 Sonar: VDS AN/ SQQ-32 (Sp)
 Vehículos Submarinos: Pluto PLUS + Minesniper
 Artillería: 1 x OERLIKON 20 mm./ 85 GAM-B01

"SEGURA", "SELLA" "TAMBRE", "TURIA", "DUERO" y "TAJO".



Cazaminas Clase Segura: Sistema de Combate



• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Buques Auxiliares de Apoyo

AOR "Marques de la Ensenada"



AOR "Cantabria" (doble casco)



AOR "Patiño"





Características principales

Eslora máxima: 174,0 mts.
 Manga Trazado: 23,0 mts.
 Calado a plena Carga: 8,0 mts.
 Puntal: 11,8 mts.
 Peso muerto: 9,800 t .
 Desplazamiento aproximado con MFC: 19.500 t.
 Planta Propulsora: 2x10,890 Kw + 1CPP .
 Velocidad máxima sostenida: 20 nudos.
 Autonomía: superior a 6000 millas .
 Dotación: 122 personas .

Capacidad Operativa

Cubierta vuelo: 1 H/C pesado.
 Hangar para Helicóptero: 3 H/Cs medios (AB212) o 2 H/Cs pesados (NH90/SH3D).
 Lanchas: 2 RIBs. + 2 neumáticas.
 Hospital
 Defensa medioambiental:
 Recepción de 2000 m3 vertidos
 Barreras de contención
 Sistemas de dispersantes

Cargas sólidas

Munición
 Respetos Sonoboyas:
 Pertrechos y Víveres:
 Pañoles y 20 Contenedores de Cubierta

Cargas líquidas

8.000 m³ de combustible para buques
 1.500 m³ de combustible para aeronaves
 Aceite lubricante
 Agua dulce



BAC: botadura y pruebas de mar

● Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



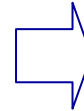
BN BAM Buque de Acción Marítima: perfiles y capacidades

Versión oceánica

Objetivo: sustituir conjunto de patrulleros muy heterogéneos próximos a finalizar su vida útil

- plataforma fiable
- bajo coste de sostenimiento
- plantilla reducida
- alto grado de automatización

Evolución para cubrir necesidades de la Armada a medio plazo



Versiones no oceánicas

- Hidrográfico
- Oceanográfico
- Inteligencia
- Apoyo a Buceadores
- Rescate de Submarinos.



P-41 - Meteoro
P-42 - Rayo
P-43 - Relámpago
P-44 - Tornado

PERFILES OPERATIVOS

1. Control del Mar en Escenarios de Baja Intensidad

- Presencia Naval
- Protección y Escolta de tráfico marítimo
- Inserción y extracción de Fuerzas Especiales
- Operaciones antiterroristas, contra el Narcotráfico
- Operaciones contra el Tráfico de Personas
- Ayuda Humanitaria

2. Vigilancia, Control y Cooperación

- Vigilancia y Control de legislación de pesca
- Vigilancia y control de legislación medioambiental.
- Apoyo a la lucha anticontaminación.
- Apoyo logístico y sanitario a buques menores.
- Apoyo a Desastres
- Rescate y Salvamento



Características Generales

Eslora máxima: 93,90 mts.
 Manga máxima: 14,20 mts.
 Calado a plena Carga: 4,20 mts.
 Puntal: 7,20 mts.
 Desplazamiento: 2.500 t.
 Velocidad máxima: 20,5 nudos.
 Autonomía combustible: 3500 millas a 15 nudos.
 Dotación básica: 35 personas.
 Capacidad de transporte: 35 personas.

Capacidades Operativas

Cubierta vuelo AB212 o NH90 o SH3D
 Hangar para Helicóptero AB212 o NH90
 Lanchas 2 RIBs.

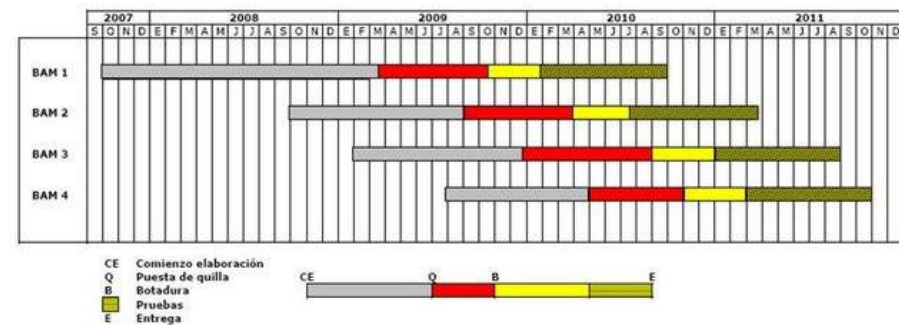
Defensa medioambiental:

- Recepción 130 m3 vertidos
- Barreras de contención
- Sistema de dispersantes

Contenedores:

- 3 cont. 20" Cbta. Toldilla (16 t)
- 3 cont. 20" Cbta. Vuelo (16 t)
- UAV's, blancos de tiro, Simulador de señales,
- Medios antipolución, Apoyo a buceo, Talleres,
- Contenedores Vida,...

BUQUES DE ACCIÓN MARÍTIMA - Hitos de Construcción

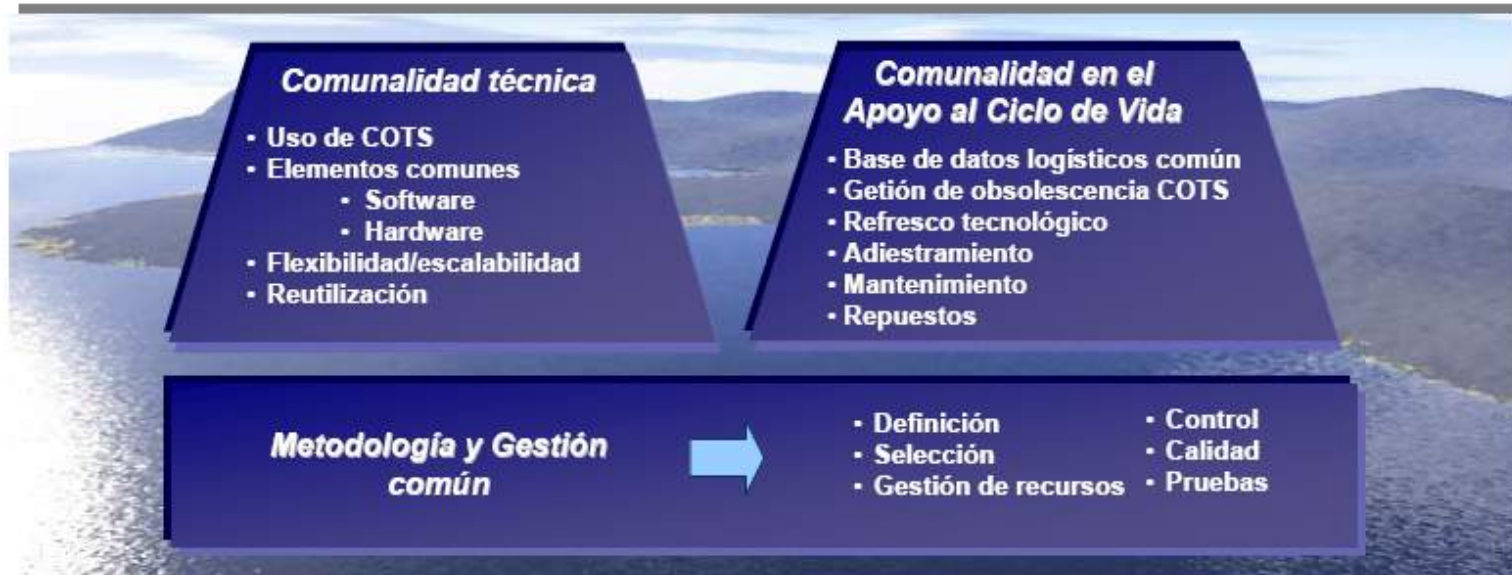


SCOMBA (Sistema de COMbate para Buques de la Armada) es un Programa de I+D (MINISDEF) con el objetivo de desarrollar un Sistema de Combate de Arquitectura Abierta y común a los siguientes buques:

- LHD “Juan Carlos I”
- BAC “Cantabria”
- BAM (Fase I y Fase II)
- Modernización del “Príncipe de Asturias”
- Futuros Programas (nuevos buques o modernizaciones)

SCOMBA se encuentra en el último año de desarrollo por NAVANTIA – FABA, San Fernando, Cádiz.

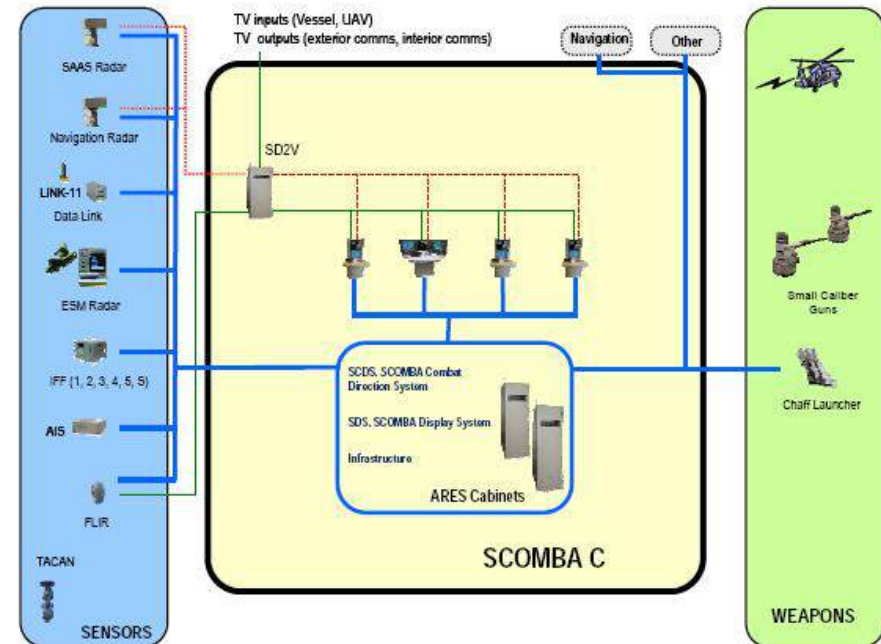
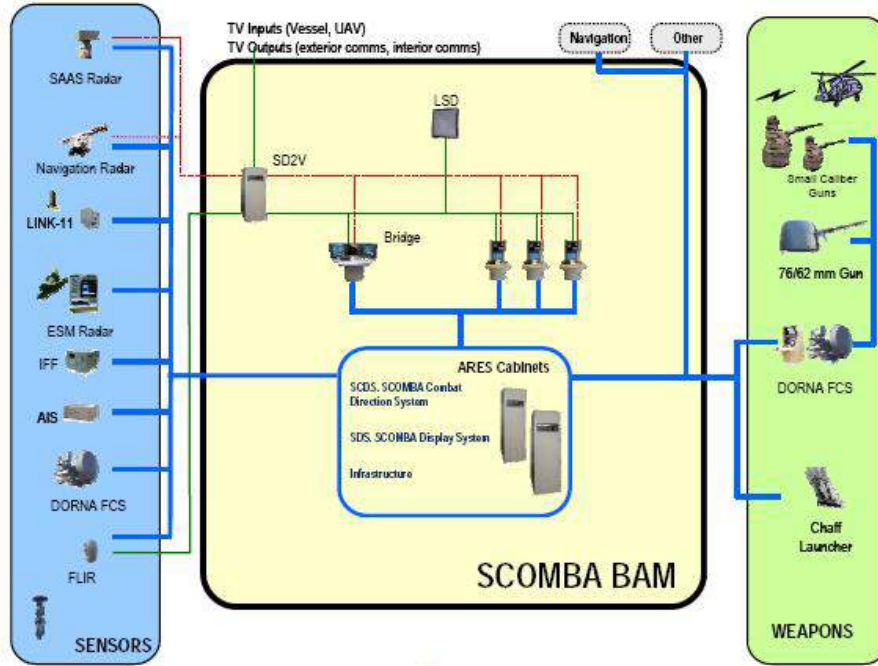
- Actualmente en fase final de pruebas a bordo del LHD y BAC





BAM & BAC : Sistema de Combate

• Navantia La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa. This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.





Perfil de Misión

Se configura de diferente forma para adaptarse a la misión asignada en cada caso.

Configuraciones principales de diseño:

- Operaciones Anfibias.
- Operaciones de Despliegue Combinado con ET
- Proyección de la Flota (PA Alternativo)
- Operaciones de Ayuda Humanitaria

Características principales

Eslora total 230,82 m.

Manga Máxima 32 m.

Puntal a la Cubierta de Vuelo 27,5 m.

Calado del Proyecto 6,9 m

Cubierta de vuelo Ski jump para despegue de aviones VSTOL

6 puntos de toma para helicópteros tipo NH-90 ó 4 tipo CHINOOK

Puede operara con aviones AV-8B, JSF ó V-22

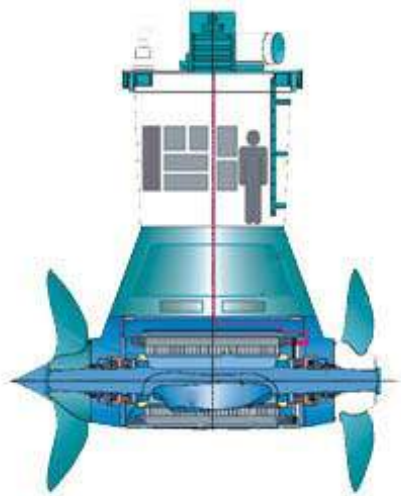
Operaciones de despliegue:

- Desplazamiento a Plena Carga 27.079 Tn.
- Velocidad Máxima Sostenida 19,5 Nudos.

Operaciones como Portaaviones:

- Desplazamiento a Plena Carga 24.660 Tn.
- Velocidad Máxima Sostenida 21 Nudos.

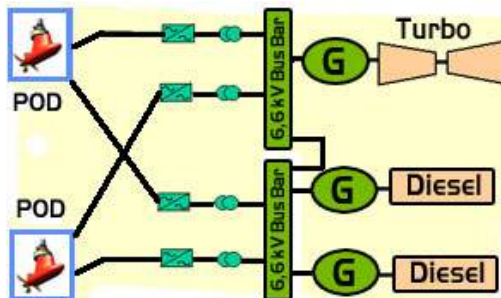
Autonomía: 9.000 millas @ 15 nudos.

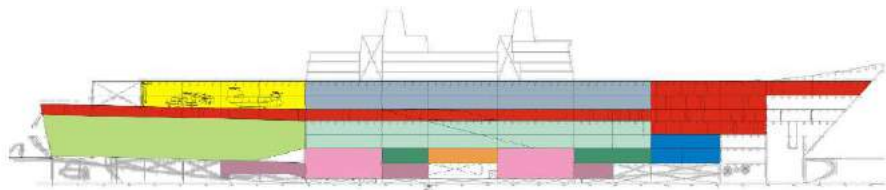


Sistema de Propulsión Eléctrico. 2 x POD @ 11,0 MW cu
Maquinaria de Propulsión: 1 Turbina de Gas + 2 Diesel

Ventajas:

- No timones.
- No línea de ejes.
- Maniobrabilidad sin necesidad de hélices transversales
- Mínimo consumo, máxima autonomía.
- Disminución de ruidos y vibraciones
- Reducción de espacios.
- Reducción de la emisión de gases.
- Mantenibilidad, fácil desmontaje
- Comunalidad Turbina de Gas con Grupo Alfa y F-100.





- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| Locales Maquinaria Auxiliar | Cámaras de Máquinas |
| Dique | Garaje Carga Ligera |
| Garaje Carga Pesada | Munición |
| Acomodación | Provisiones |
| Hangar | Pañoles uso general |

Acomodación

Total	1443
Dotación propia	243
Personal embarcado	1200
Posibilidad de llevar más tropas en hangar montando contenedores de habitabilidad	

Aeronaves

Hangar: 12 NH90
Hangar + Garaje Carga Ligera: 32 NH90
Hangar : 6 aviones AV-8B
Hangar + Garaje Carga Ligera : 19 aviones AV8B

Transporte de Vehículos.

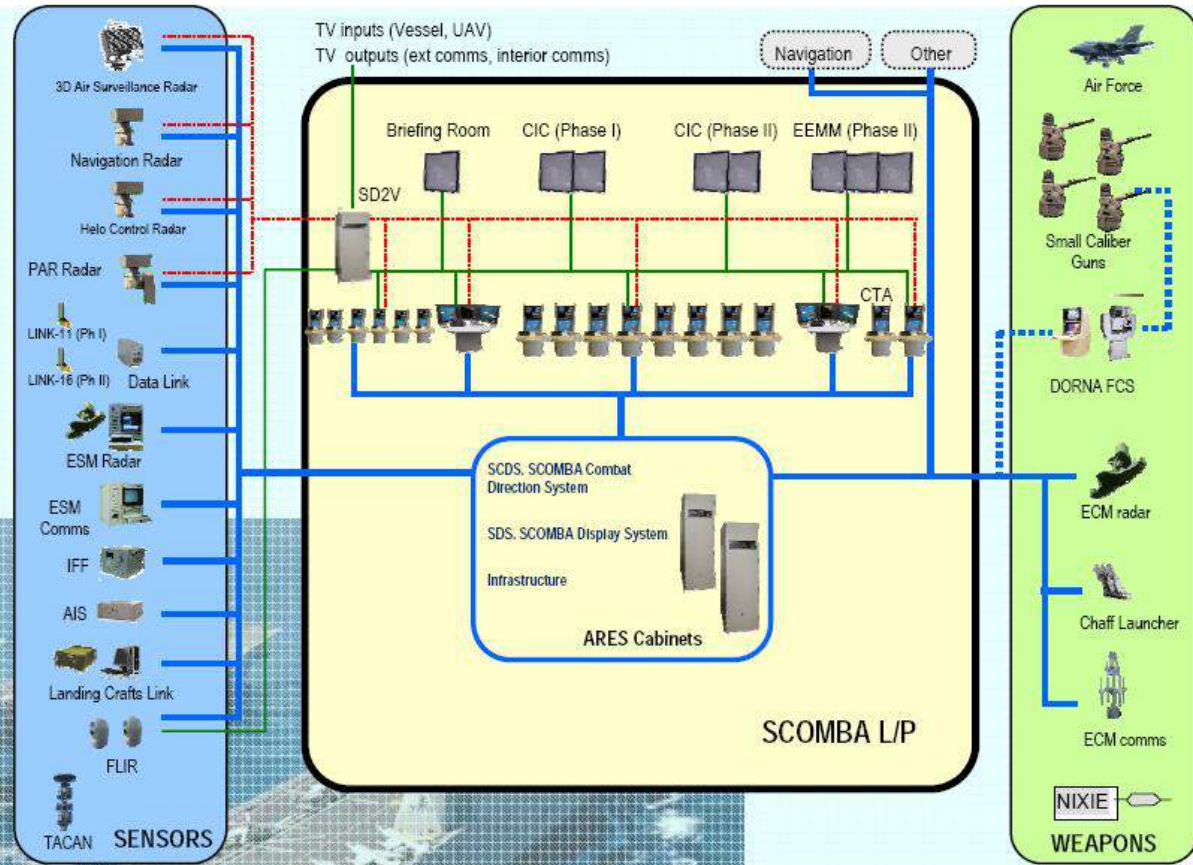
Garaje Carga Pesada: 30 vehículos pesados
Garaje Carga Ligera + Hangar hasta 100 camiones
Dique: 16 vehículos pesados

Dique inundable Operaciones Anfibas:

4 LCM + 4/6 RIB's

Hospital

- "Juan Carlos I" – Landing Helo Dock (LHD), 27,560 tn
- Modernización del "Principe de Asturias" ?
- Operaciones aéreas
- Operaciones Anfibias
- Mando Fuerza



Submarinos S-80



Dimensiones:

Eslora total 71 m.

Diámetro 7,3 m.

Desplazamiento en inmersión 2.400 Tns.

Propulsión:

Potencia motor eléctrico principal: 3.500 kW

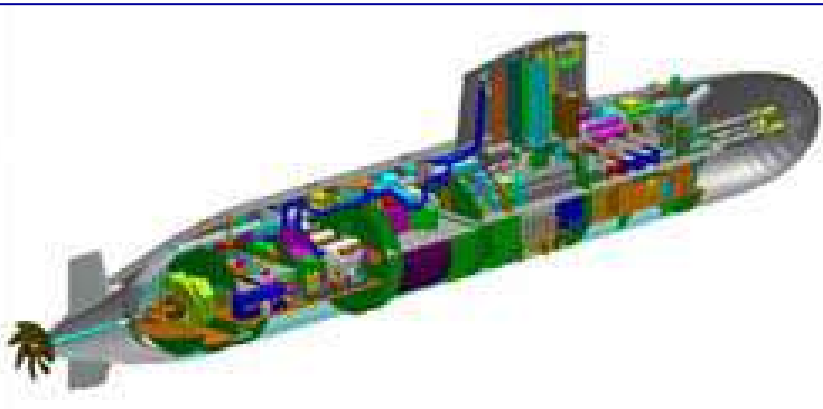
AIP

Armamento

6 tubos

Dotación:

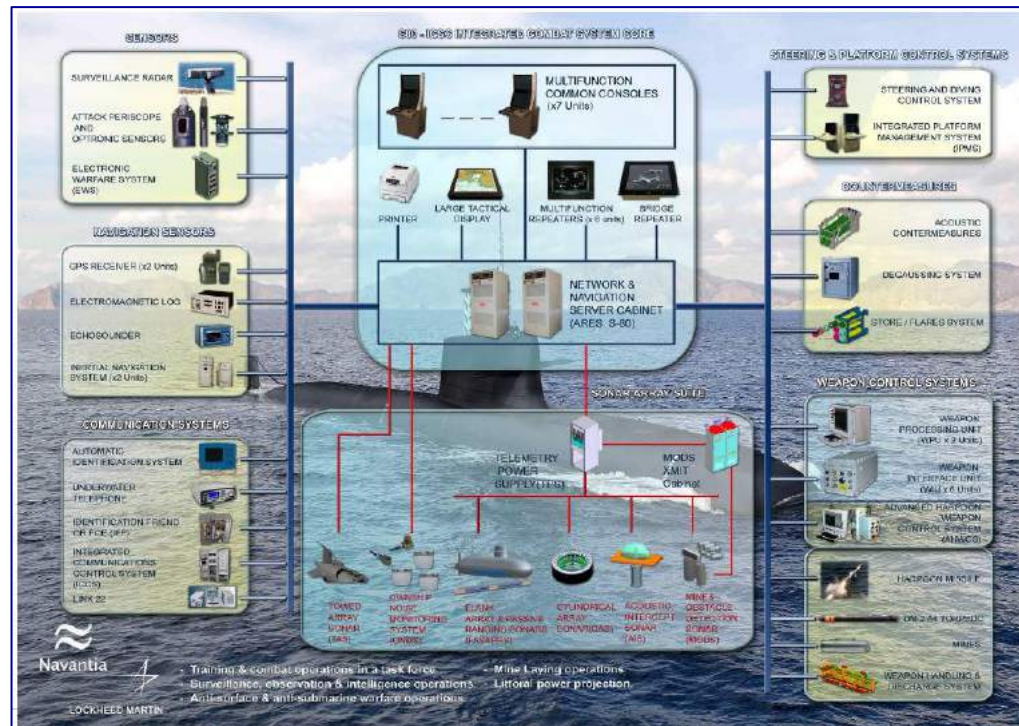
Dotación propia. 32 + Personal de transporte. 8



Capacidades

- Movilidad operacional actuar en zonas alejadas, haciendo un tránsito discreto a alta velocidad.
- Sistema de propulsión independiente del aire (AIP): permanencia discreta en zona
- Capacidad de transporte de personal.
- Firmas magnética radar, infrarroja y acústica reducidas para minimizar la detección

• Navantia La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa. This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



Núcleo Integrado del SdC
 - 7 MFCC
 - 2 servidores NNCS
 - Redes

Sensores
 - Acústicos de corto, medio y largo alcance: TAS, ONMS, FAS-PRS, CAS, AIS, MODS
 - Visuales, optrónicos y electromagnéticos para detección, clasificación, aproximación y ataque a unidades de superficie, submarinos y tráfico mercante, detección de minas y obstáculos, y operaciones de obtención de inteligencia.

Comunicaciones
 Submarinas Satélite y Link, para integración en la Fuerza.
Medios de ayuda a la navegación
 INS de precisión

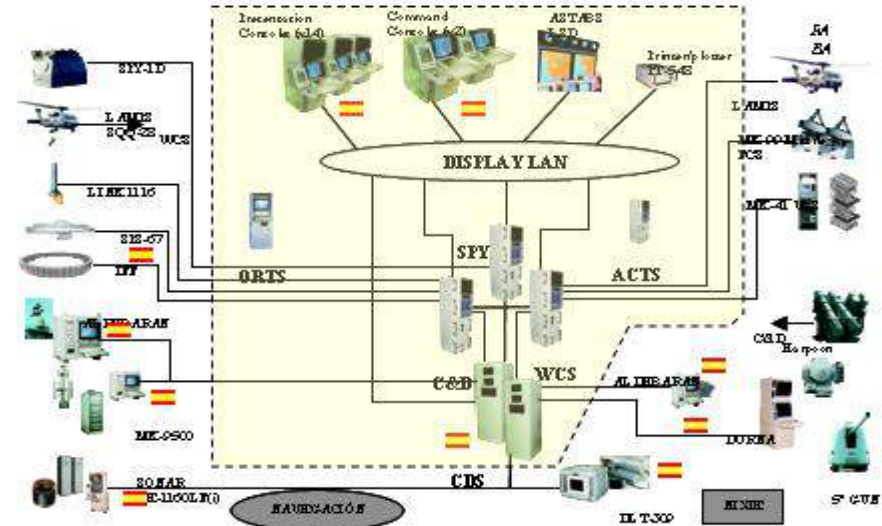
Actuadores
 - Torpedos
 - Misiles antibuque y de tierra
 - Minas.



• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Integración de Sistemas de Defensa Navales Parte 2/2

Antonio Criado García-Legaz
Gerente Adjunto Sistemas e I+D

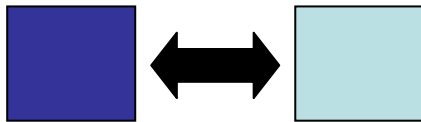


- Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva
- Superestructuras Integradas



Separados

Poca o no relación entre organizaciones y funciones



Coordinados

Frecuente comunicación y grado modesto de colaboración



Conectados

Interacción regular y entre organizaciones y funciones



Consolidados

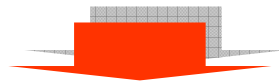
Combinan sistemas, procesos, servicios o instituciones basados en comunalidad mientras mantienen identidad cultural original de los componentes.



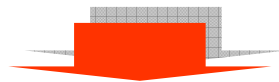
Integrados

Combinan sistemas, procesos servicios o instituciones basados en comunalidad, creando una nueva identidad cultural de servicios proporcionando las mejores partes/hábitos de los componentes originales manteniendo la identidad cultural de cada organización constituyente

- La demanda del mercado es hacia un nivel de integración creciente:
 - Consolas multifunción vs consolas dedicadas
 - Redes compartidas: datos, audio, video
 - Proceso distribuido, servidores de proceso comunes a varias aplicaciones
 - Sensores integrados en estructura, palo integrado, ...



- Aumento de complejidad de la integración
- Reducción de presupuestos y tiempos de desarrollo
- El diablo está en las interfases

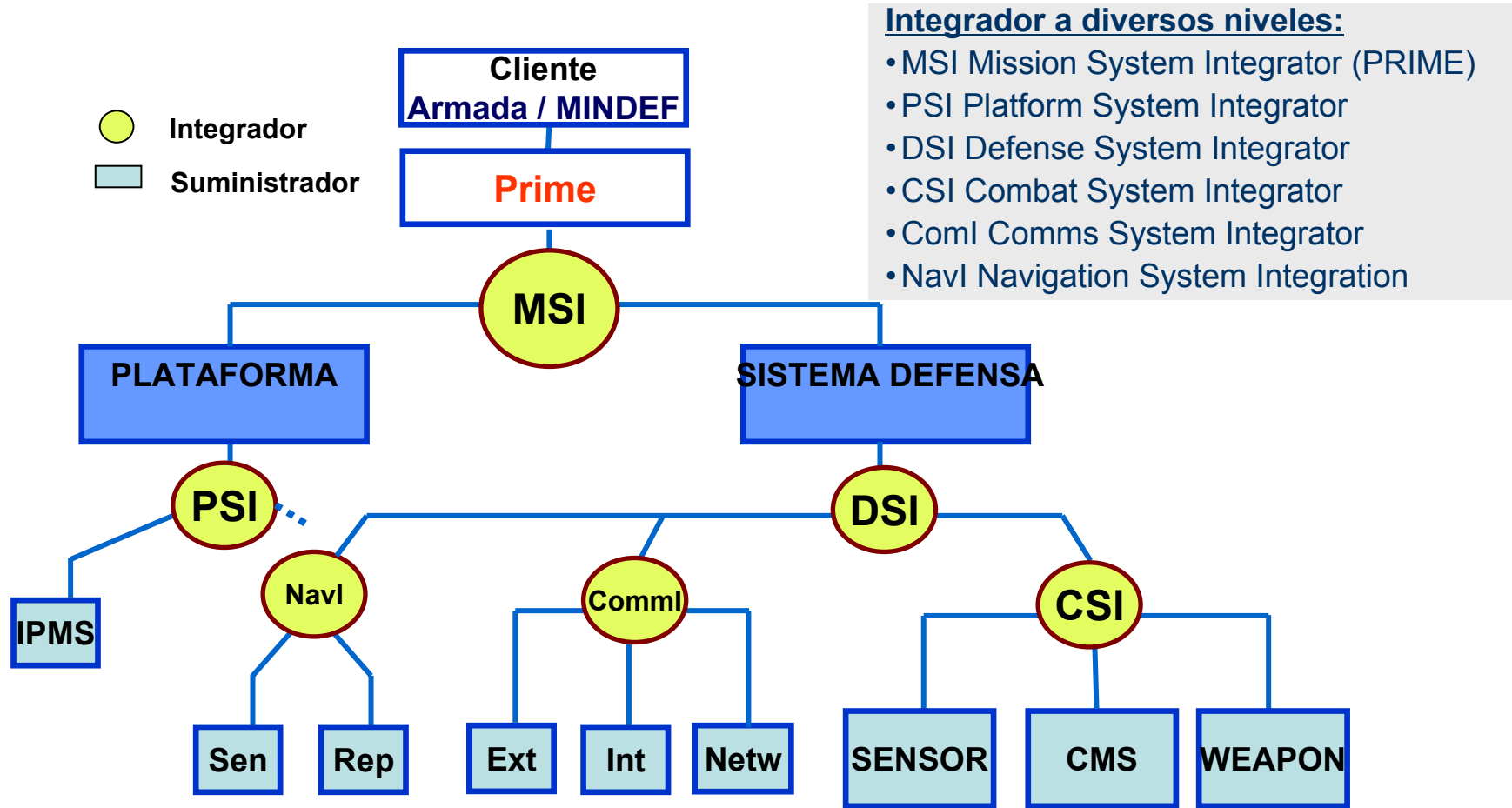


necesidad de estandarización



Roles en integración de Sistemas navales de defensa:

contratista principal-integradores a diversos niveles-suministrador



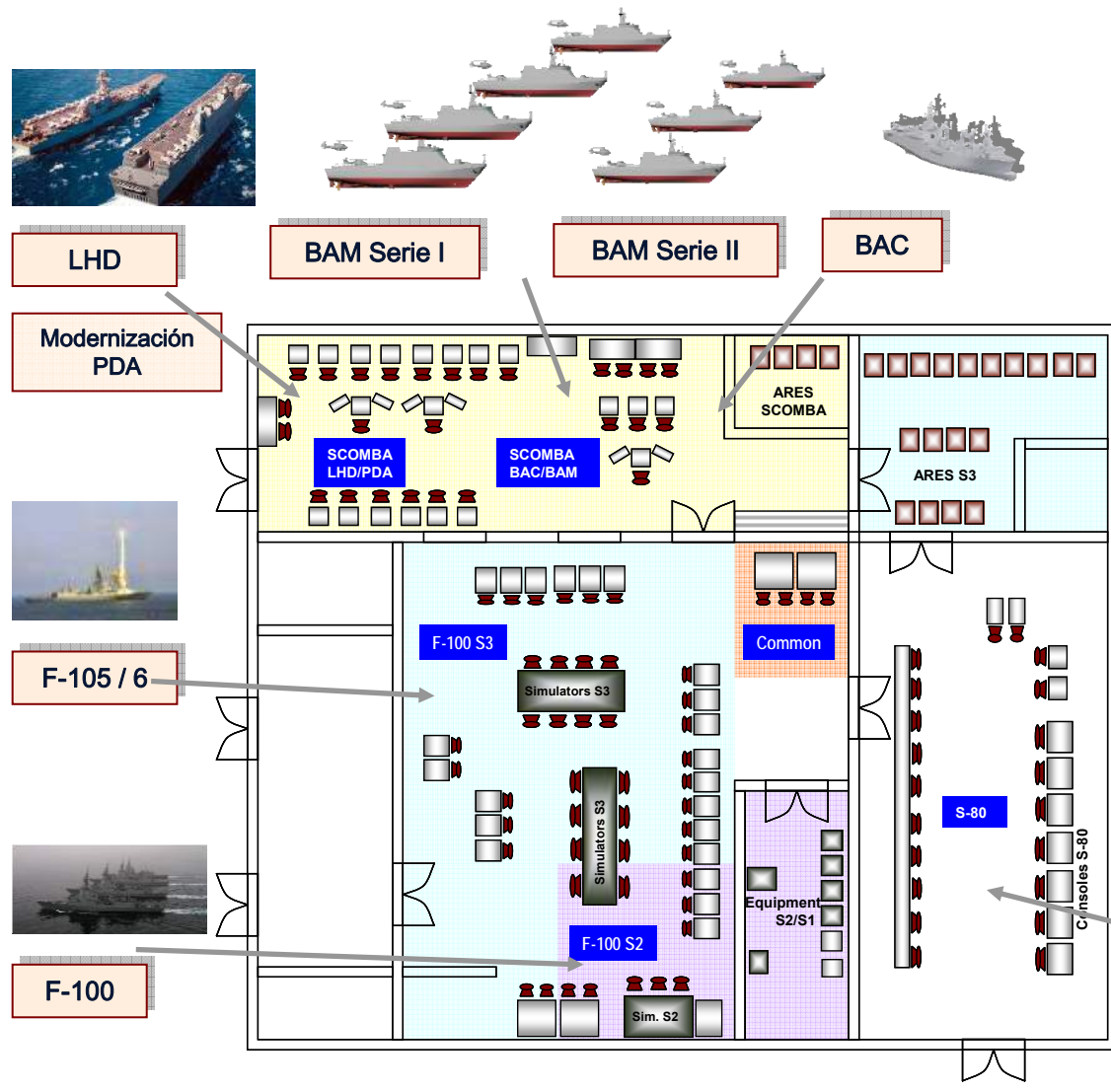
● Navantia
 La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
 This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Necesidad de flexibilidad para adaptarse a diferentes esquemas industriales



Integración en tierra: LBTS (Land Based Test Site)

Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



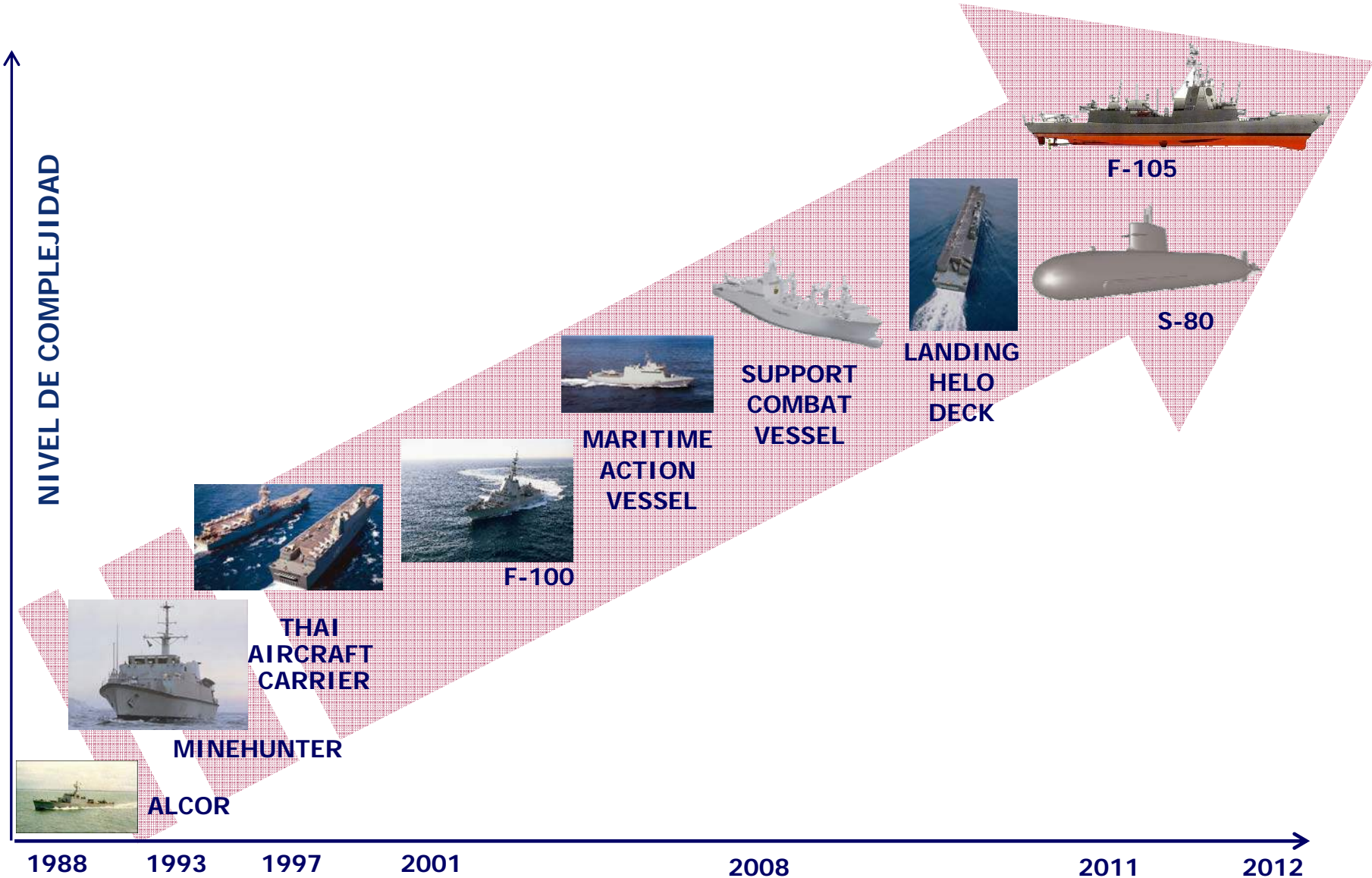
- Infraestructura para: Desarrollo de los Sistemas de Combate, Integración y entorno de pruebas – incluyendo apoyo a la formación y al mantenimiento
 - SCOMBA L/P/C/M
 - Sistemas de Combate F-100 S1/S2/S3
 - Sistema de Combate S-80
- Equipos (aprox.)
 - 40 Consolas
 - 30 Equipos Tácticos
 - 40 Simuladores y otros
- Desarrollo de interoperatividad & entorno de pruebas
 - Sistemas Inter LBTS
 - Conexión con Sistemas Externos





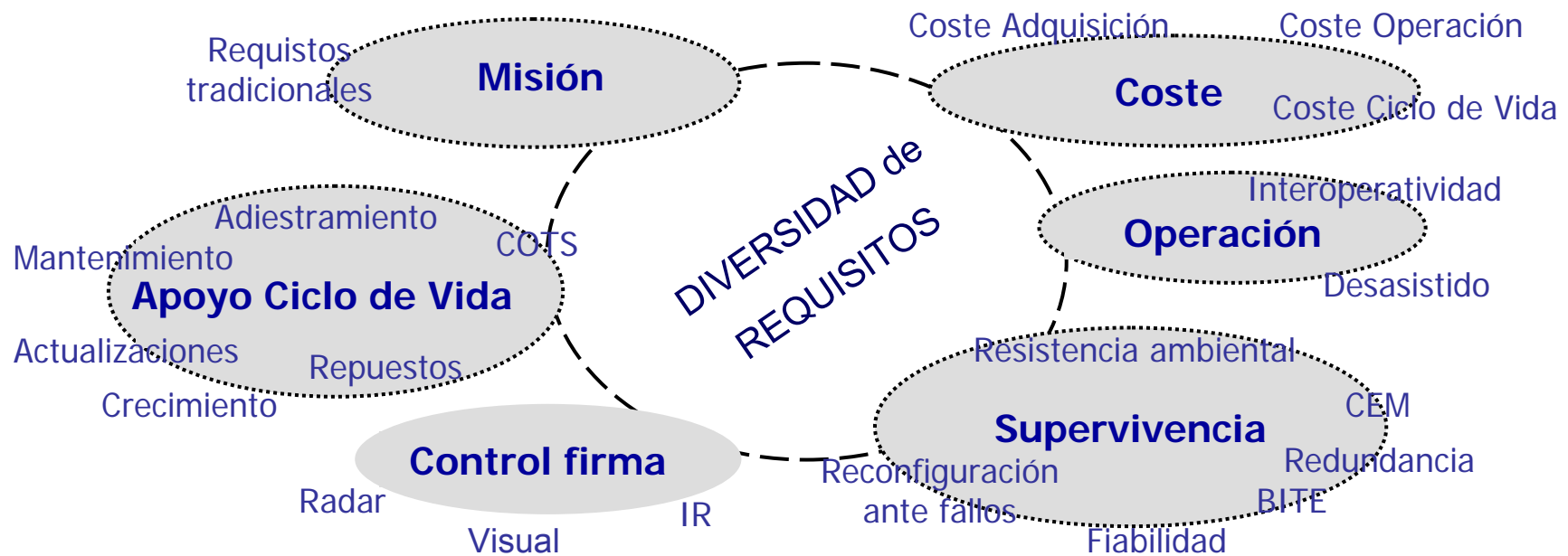
Experiencia Integración SdC

• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

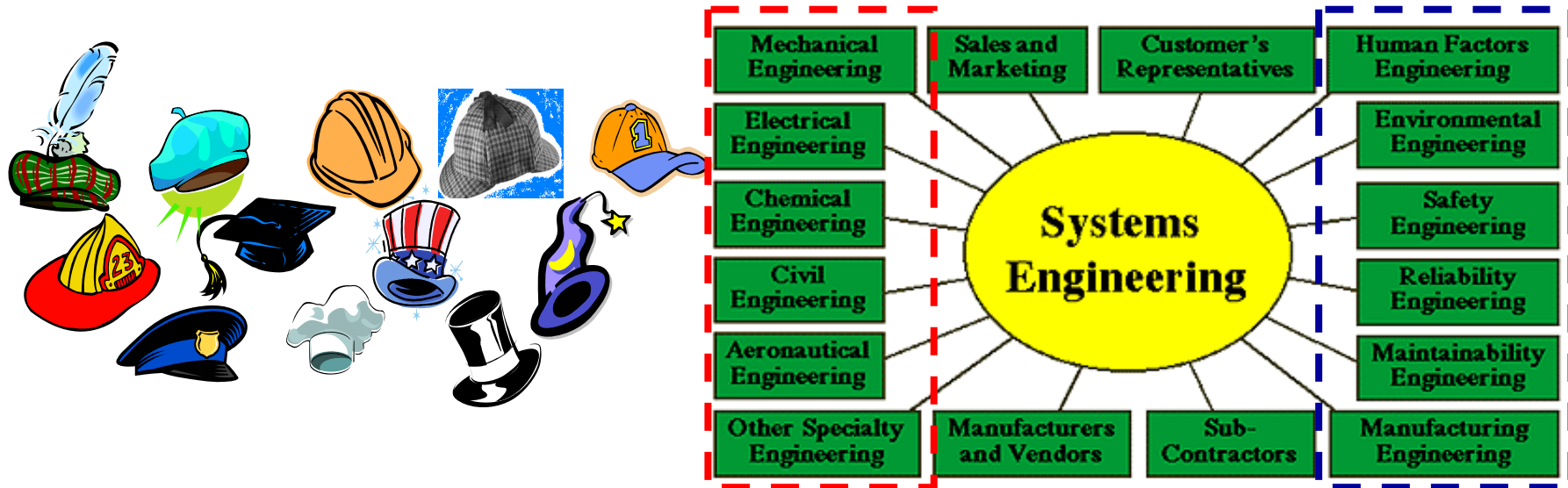


- Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva

Integración de las actividades y medios apropiados, en un proceso evolutivo que va desde la identificación de la necesidad del usuario hasta la entrega de un sistema adecuado a los requisitos, mediante un proceso arriba-abajo e iterativo de: definición de requisitos, análisis y asignación funcional, síntesis, optimización, diseño, prueba y evaluación.



Ingeniería de sistemas: proceso de desarrollar y producir sistemas artificiales de forma lógica y ordenada



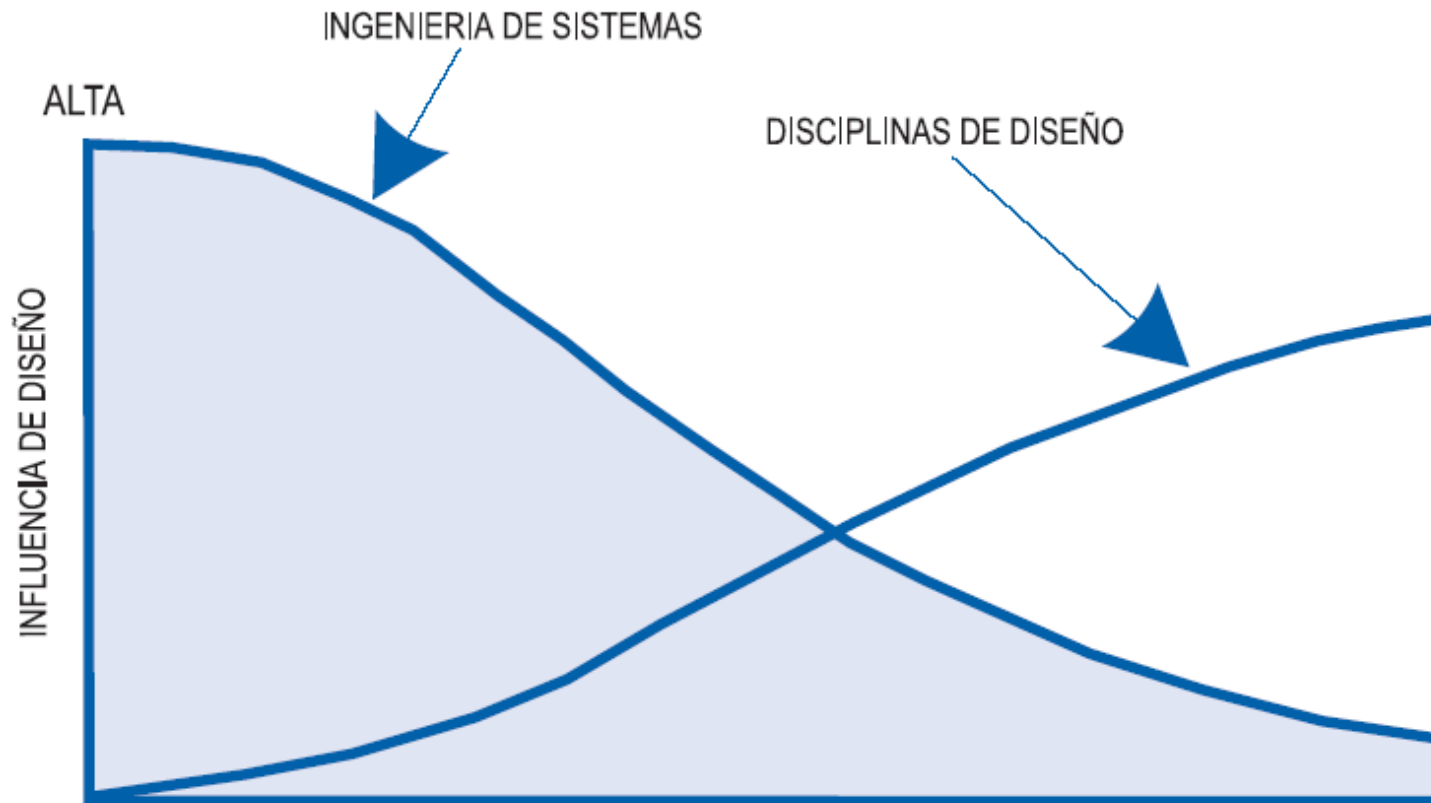
- Es un proceso, no una organización
- Liderado por ingenieros de sistema, no por jefes de programa
- Se concreta en planes y procedimientos que deben ser rigurosamente aplicados a lo largo de un programa.
- En resumen es el “pegamento técnico” que conecta disciplinas de diseño y funciones de subsistema separadas para proporcionar un sistema integrado que realice una misión específica.

Es una aproximación interdisciplinar que transforma las necesidades del cliente en una solución total sistema.



Influencia de la Ingeniería de Sistemas en el diseño

Fase de Diseño Conceptual	Fase de Diseño Preliminar del Sistema	Fase de Diseño Detallado y Desarrollo
---------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------



• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

- **Objeto:**

- Presentar resultados e intercambio de información
- Tomar decisiones
- Evaluar avance
- Aprobar formalmente los resultados de una etapa como punto de entrada a la siguiente.

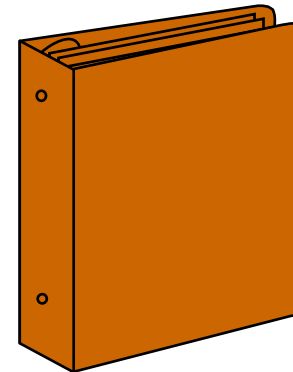
- **Revisiones más importantes:**

- **Revisión de diseño de Sistema (SDR)** o System Functional review (SFR): evaluación de los allocated technical requirements linea base funcional
- **Revisión Preliminar de Diseño (PDR)**: evaluación de la madurez y el grado de avance de la fase de diseño linea base asignada
- **Revisión Crítica de diseño (CDR)**: marca la transición del diseño al desarrollo linea base de producto

- Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva

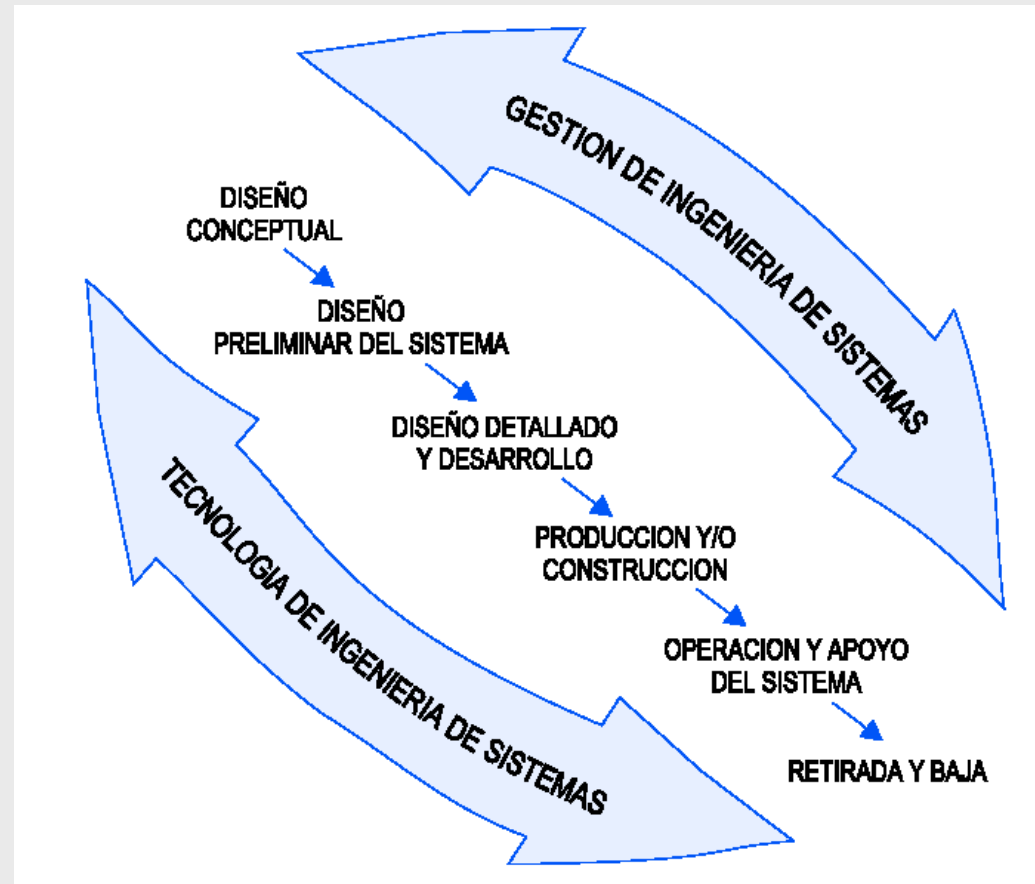
- **Aspectos de gestión:**

- planes
- costes
- riesgos
- calidad
- subcontratistas



- Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - El buque de guerra como sistema
 - Ejemplos: PDA, F100, CME, BAC, BAM, LHD
- Integración de Sistemas
 - Conceptos, definiciones
 - Roles Integrador
 - Vistas funcional, física, operacional
 - Ingeniería de Sistemas
 - Gestión de la integración
- Metodologías de obtención de sistemas
 - PAPS
 - Cascada, ciclo V, incremental, evolutiva

Periodo de existencia de un sistema desde su concepción hasta su desaparición.



Buque de guerra: 25 a 30 años. (con modernización a media vida se extiende a 40)



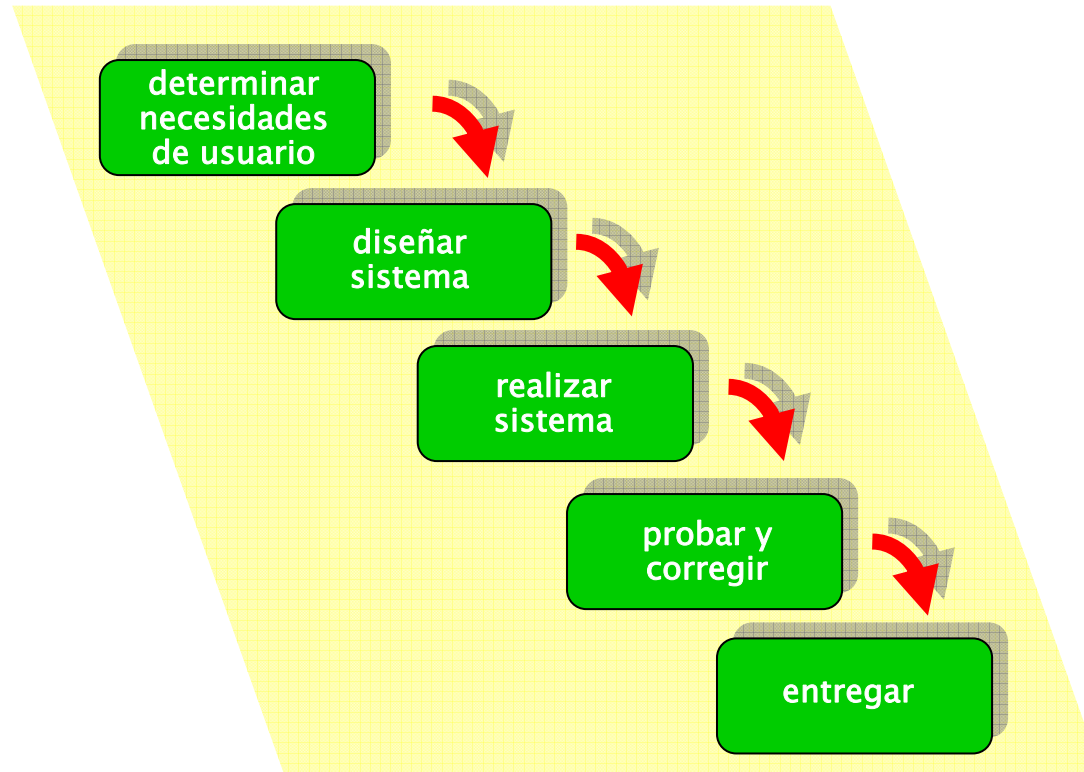
Phased Armaments Programming System (PAPS) Milestones and Phases in the Life Cycle of a Weapon System



- PAPS es una herramienta para conducir programas de una base sistemática, no debe ser tratada como algo formal y pasos obligados en el desarrollo de programas CNAD.
- El proceso comienza cuando una nación o **NMA** (NATO Military Authority) identifica una deficiencia militar y un MND es transmitido al **CNAD** (Conference of National Armaments Directors) y al **MC** (Military Comitee).
- La evolución de un programa típico es como sigue:

	Phase	Milestone
1	Mission Need Evaluation	Mission Need Document (MND)
2	Pre-Feasibility	Outline NATO Staff Target (ONST)
3	Feasibility	NATO Staff Target (NST)
4	Project Definition	NATO Staff Requirement (NSR)
5	Design and Development	NATO Design and Development Objective (NADDO)
6	Production	NATO Production Objective (NAPO)
7	In-Service	NATO In-Service Goals (NISEG)
8	Disengagement	National Disengagement Intention (NADI)

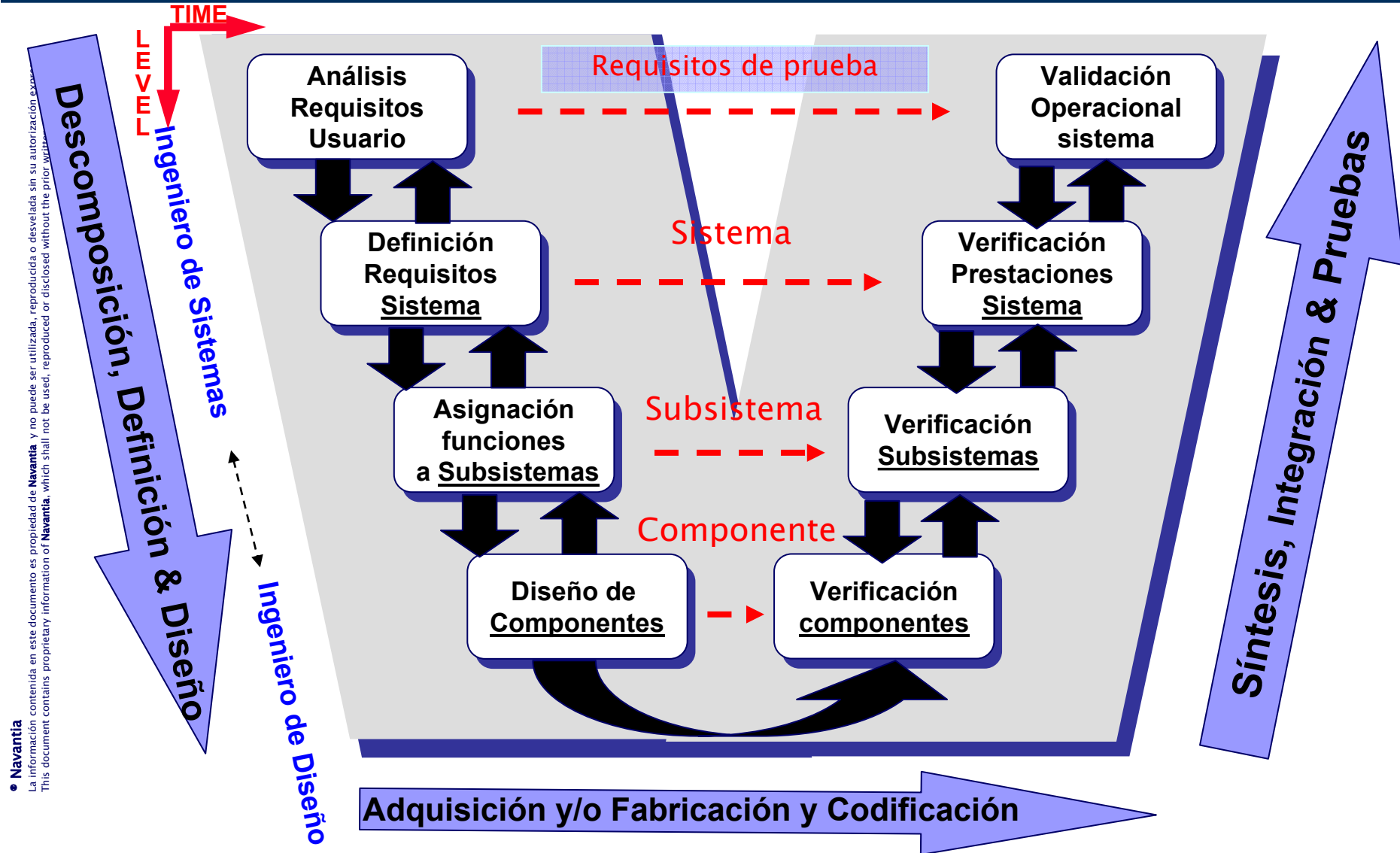
- Cascada
- Ciclo en “V”
- Evolutivo
- Incremental



- El proceso de desarrollo del sistema se recorre una sola vez
- Los requisitos del usuario son definidos a priori y no cambian a lo largo del proceso
- El objetivo es entregar a la primera un sistema que cumple la totalidad de los requisitos



Proceso de Desarrollo e Integración de Sistemas: Ciclo en "V"

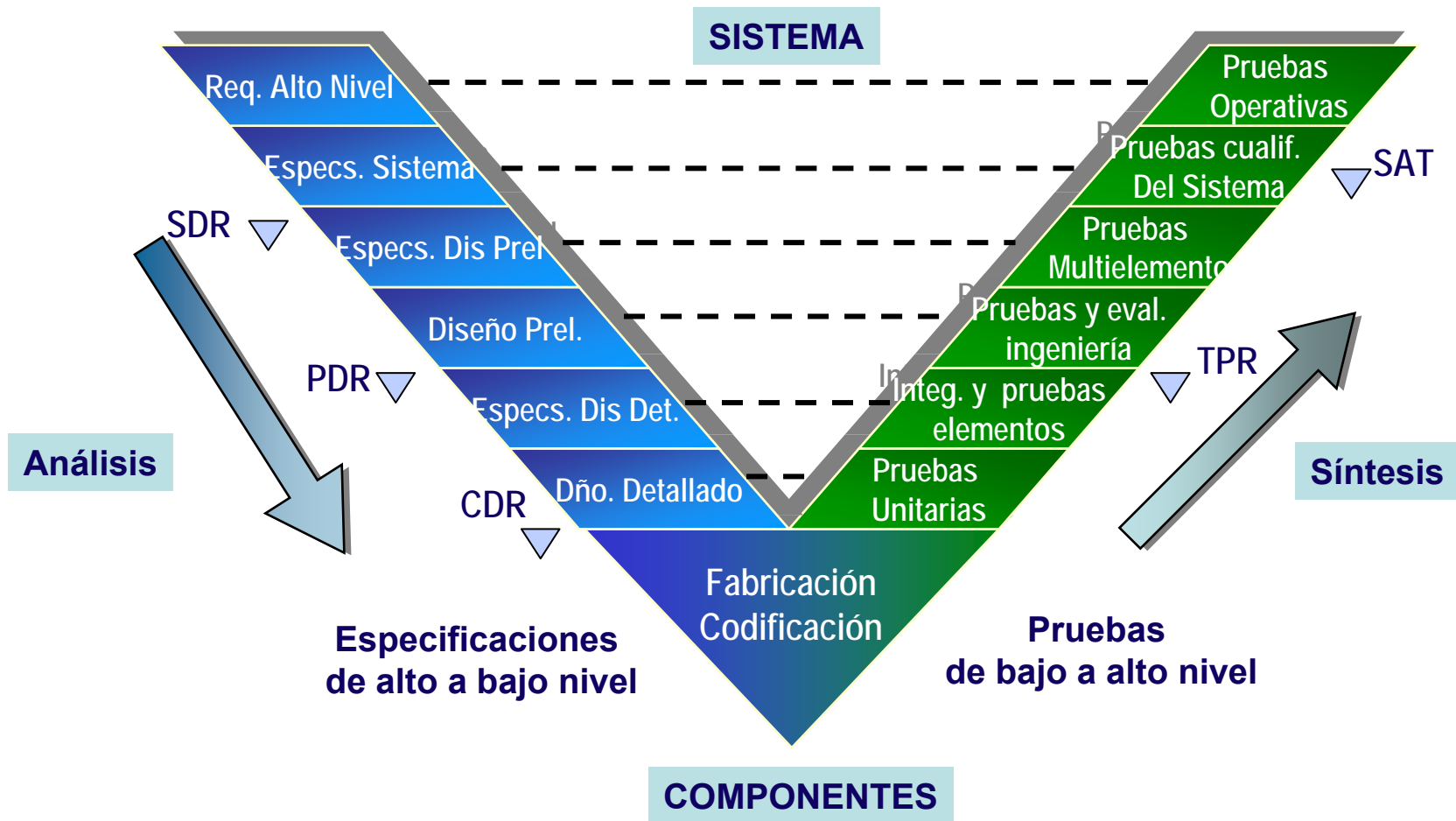


• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent of Navantia.



Proceso de Desarrollo e Integración de Sistemas: fases y revisiones técnicas

Especificación, descomposición, diseño, fabricación, integración, pruebas



• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Estrategias de desarrollo de un Sistema

Modelo incremental y evolutivo

- **Incremental**

Determina las necesidades del usuario y define los requisitos del sistema, entonces se lleva a cabo el resto de desarrollo del sistema en una **secuencia de “builds”**. La **primera incorpora parte** de las capacidades planeadas, y así **sucesivamente hasta completar el sistema**.

- **Evolutiva**

También desarrolla el sistema en sucesivos incrementos pero difiere de la estrategia incremental en que **reconoce desde el principio que las necesidades del cliente no son claramente entendidas** y todos los requisitos no pueden ser definidos por adelantado, por tanto son solo parcialmente definidos al principio, y **se van refinando en sucesivas builds**. Modelo en Espiral.

(Directive (DoDD) 5000.1 - The Defense Acquisition System May 12, 2003 the policies in this Directive apply to all acquisition programs.)

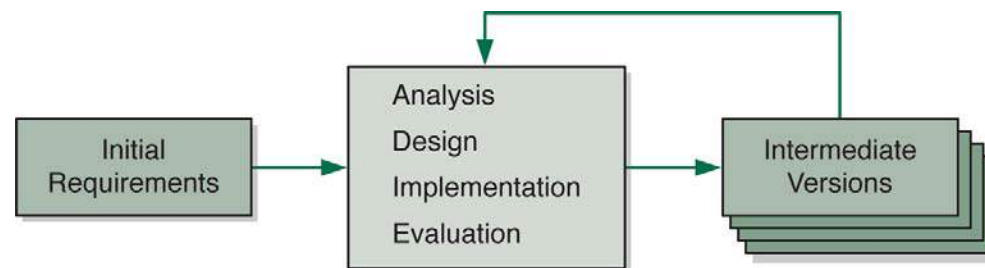
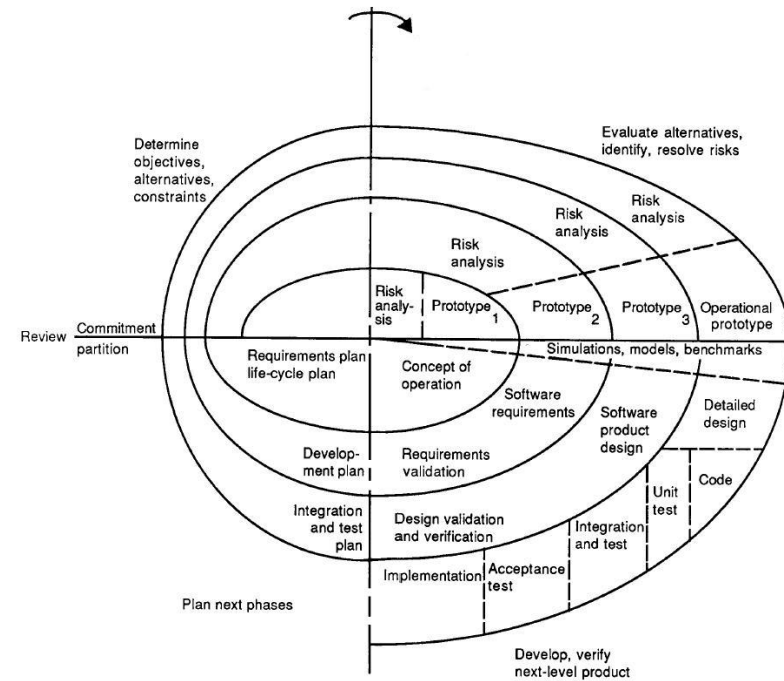
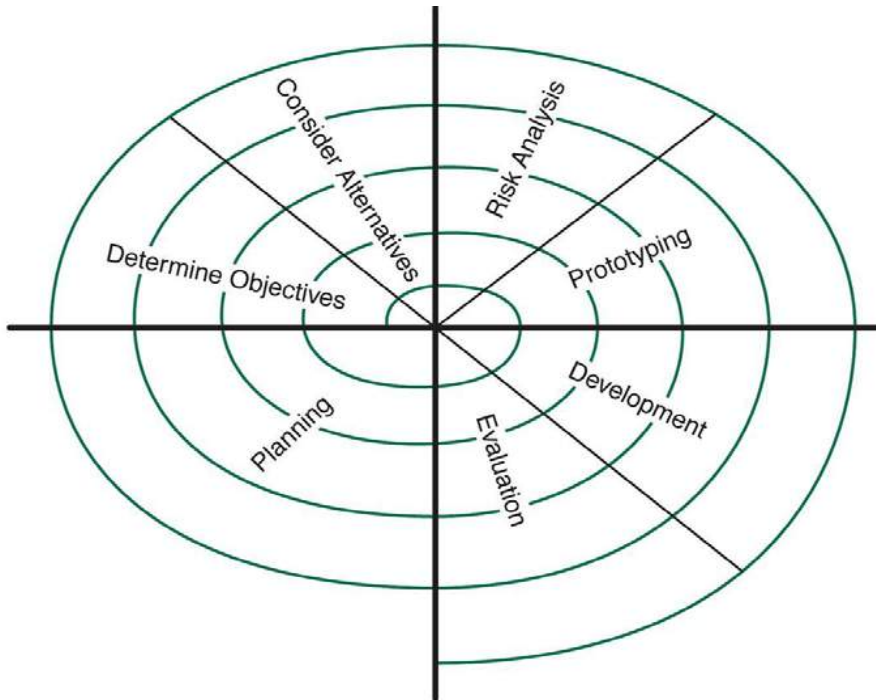


FIGURE 1.4 The evolutionary development model

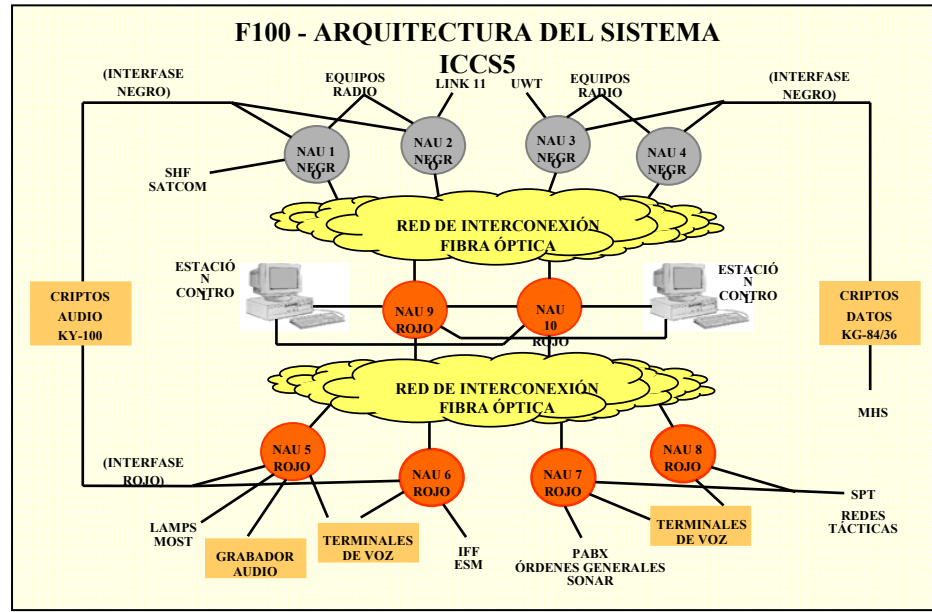
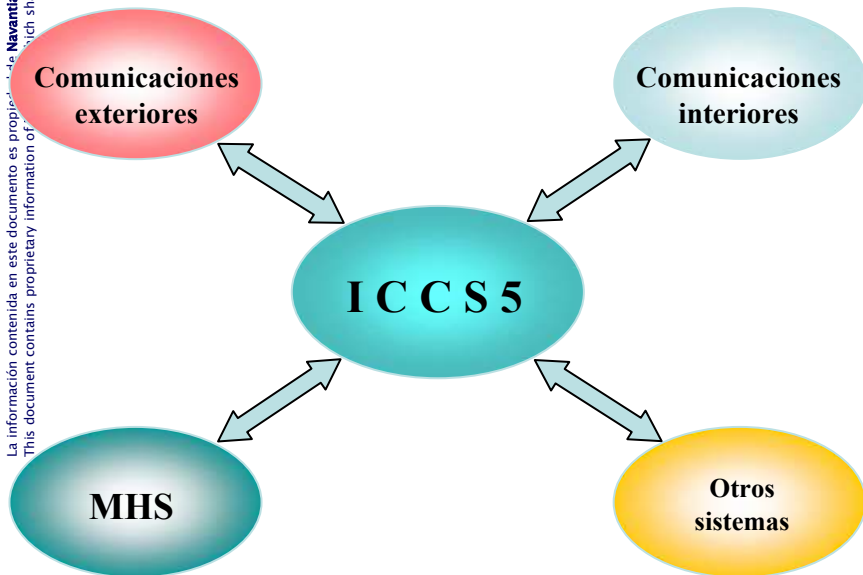


- Proceso **iterativo**, donde las actividades se llevan a cabo recurrentemente para abordar diferentes aspectos del sistema
- Cada lazo de la **espiral es un ciclo** completo de desarrollo
- Los **requisitos se refinan continuamente**
- Diseñado en los 80's por **Boehms** para reducir riesgos



Sistemas Integrados de Comunicaciones

Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa. This document contains proprietary information of Navantia which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.



Sistemas Integrados de Comunicaciones

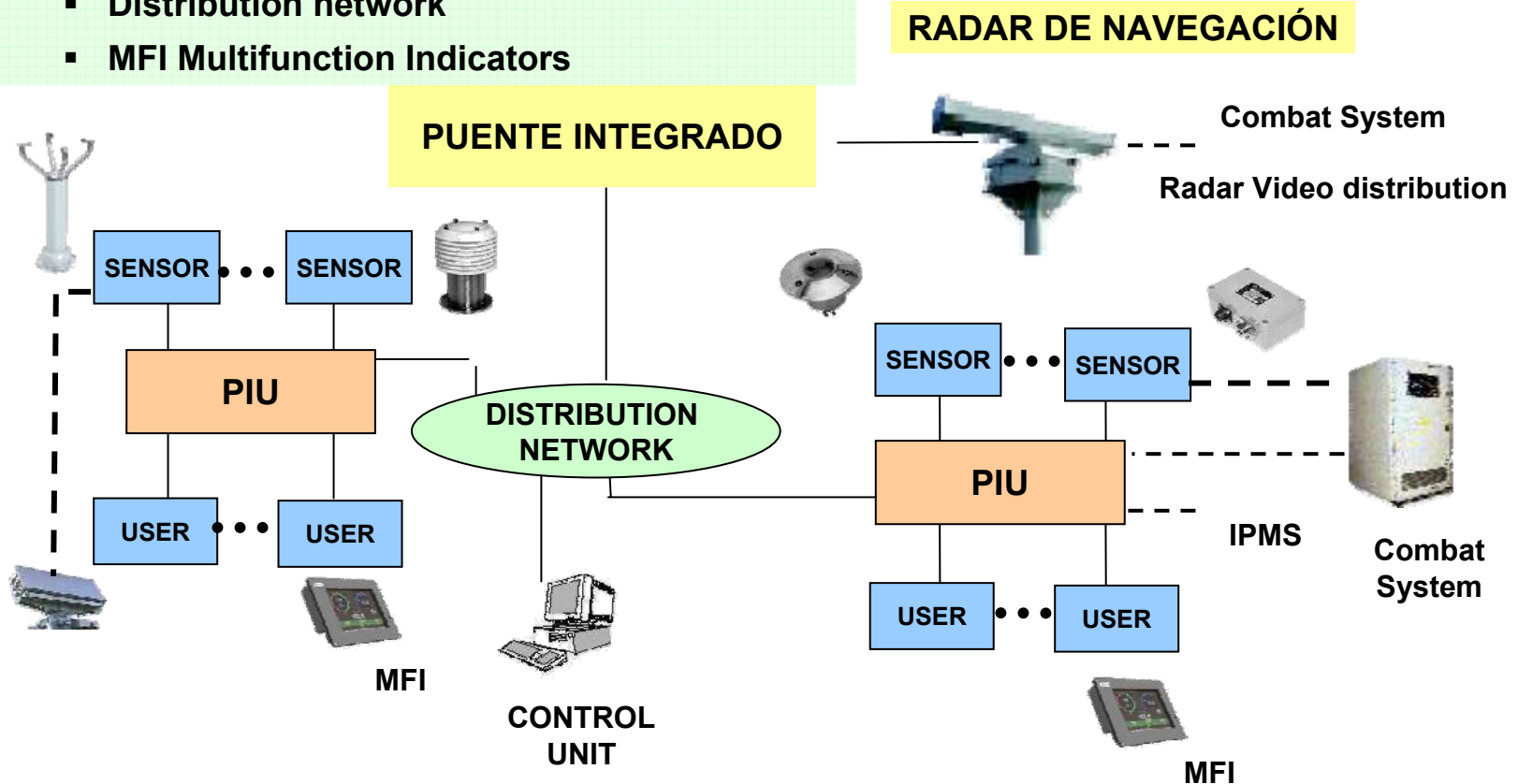
Subsistemas Principales

- **Sistema Integrado de Control de Comunicaciones ICCS**
 - Nodos de conmutación NAU (Network Access Units)
 - Procesador de Control CCC (Comms Control Computer)
 - Fuentes de alimentación
- **Comunicaciones exteriores**
 - Tx / Rx Radios VLF-HF , HF
 - Tx / Rx Radios V/UHF
 - GMDSS, SOLAS compliance
 - SATCOM (INMARSAT)
 - MHS (PC+softw , modems, FSK/PSK ,Cryptos (GFE))
 - Teléfono submarino Underwater telephone system (UWT)
 - Cryptos (GFE)
 - LINKs (Y, UAV)
 - Antennas
- **Comunicaciones interiores**
 - Intercomunicadores tácticos (VT voice terminals)
 - Centralita telefónica automática (PABX)
 - Teléfonos autoalimentados Sound powered telephones (SPT)
 - Alarmas, ordenes generales, recreo
 - Redes inalámbricas: cámara de máquinas, cubierta de vuelo
 - Grabador digital



Componentes básicos del sistema de navegación:

- Sensores de navegación y radar
- Puente integrado
- Sistema de distribución de datos
 - PIUs Process Interface Units
 - Distribution network
 - MFI Multifunction Indicators



• Navantia
 La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
 This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

Actividades

- **Sistemas Integrados de Control de Plataforma**
- **Automatización**
- **Controladores**
- **Modelado y Simulación**

Referencias



Fast Ferries



Auxiliary Oil Replenisher



RTN aircraft carrier



Cazaminas



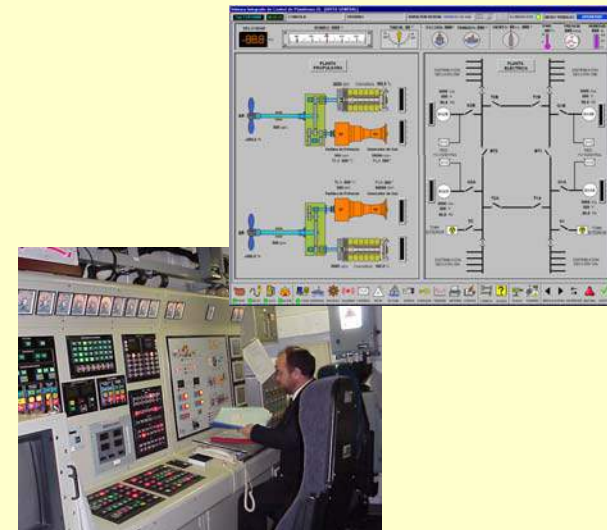
Buque Anfíbio (LPD)



Fragatas: F100; F310

La función básica del SICP es el control y supervisión de todos los elementos de la plataforma con los que tiene establecida interfaz.

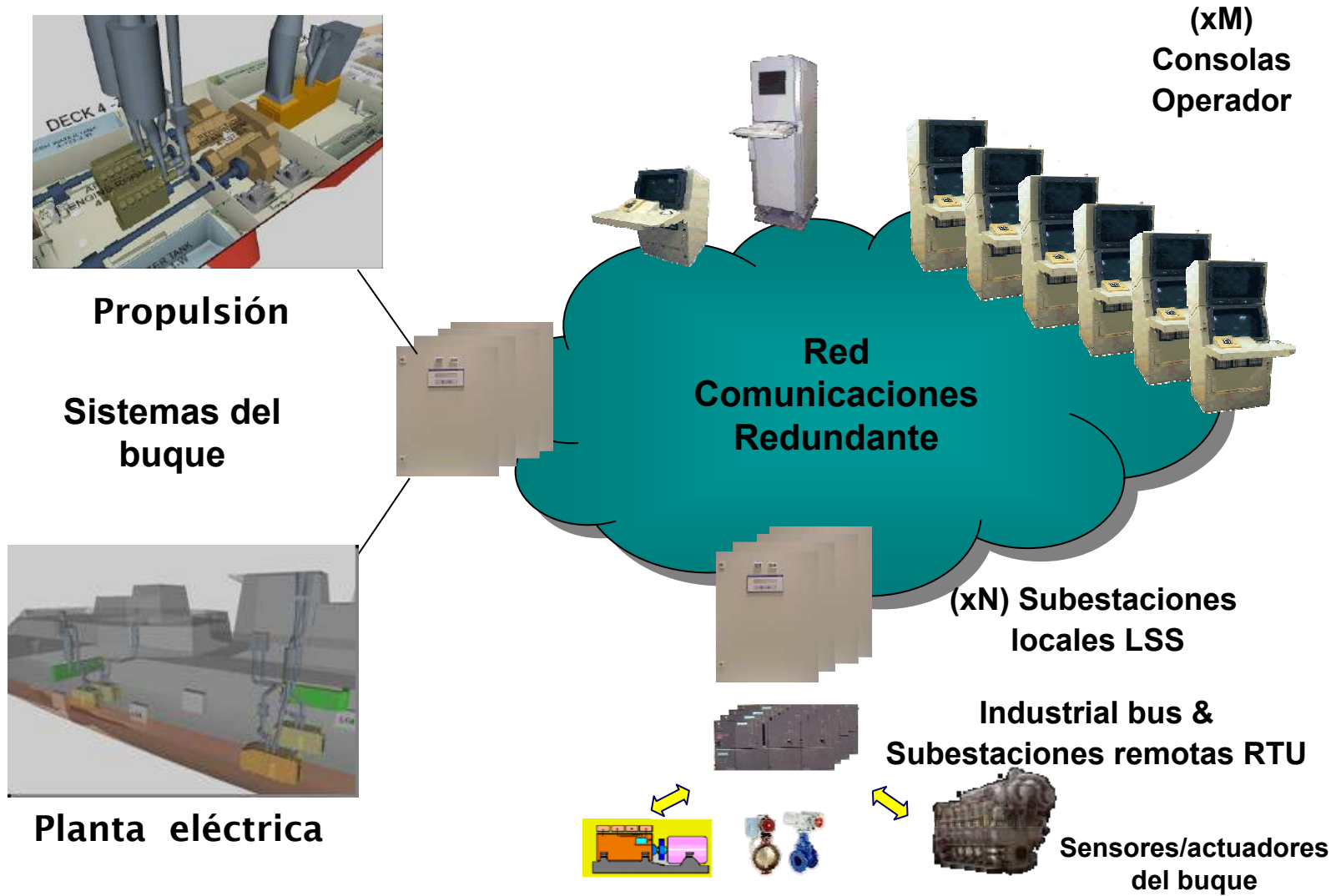
- Propulsión.
- Generación / distribución de energía.
- Sistemas auxiliares.
- Control de averías
- Gobierno y datos de navegación.
- Mantenimiento
 - BITE
 - Ayudas al mantenimiento preventivo
 - Registro de horas de funcionamiento
 - Registro del número de arranques
 - Mantenimiento por síntomas:
 - Diagramas de motores Diesel
 - Alarmas según criterios predictivos
 - Análisis de vibraciones
- Funciones auxiliares
 - Gestión de usuarios
 - Registro de datos
 - Generación de informes





Estructura SICP

● Navantia
 La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
 This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

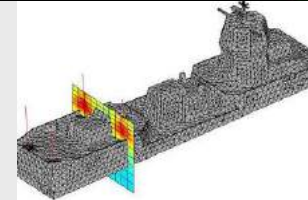
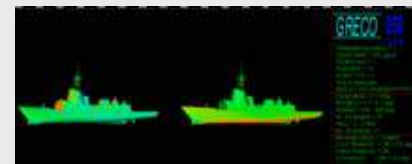


Índice

- Introducción: baja observabilidad
- Definición formal RCS
- Factores que afectan RCS
- RCS en la práctica
- Valores típicos de RCS
- Distancia detección radar vs RCS
- Superestructuras Integradas

- Interés creciente en aumentar la discreción = reducir la observabilidad de las plataformas (firmas):

- Visual
- IR
- Acústica
- Radar (RCS)



- En particular, la característica de baja observabilidad radar de una plataforma (discreción) se traduce en diseños con formas stealth (furtivas)
- Ventajas derivadas de las formas discretas radar:
 - Dificultar la detección por radares enemigos
 - Dificultar enganche por radares de las cabezas de misiles enemigos
 - Aumentar efectividad de Contramedidas propias

Algunos objetos cuando se **expone a una onda electromagnética incidente se comportan como una antena que extrae-capta cierta potencia a través de un área efectiva σ**

$$P = \sigma W_i = \sigma Y_0 |E_i|^2 / 2$$

W_i densidad de potencia de onda incidente (W / m²)

σ área efectiva de captura

Y_0 admitancia del espacio libre (0.00165 S).

E_i and H_i intensidades de los campos incidentes eléctricos y magnéticos (V/m or A/m)

Parte de esta potencia se esparce (scatters) en todas las direcciones. Si el objeto es pequeño comparado con la distancia R la **densidad de potencia re-radiada** decae con la distancia R de acuerdo a:

$$W_s = \frac{P}{4\pi R^2} = \frac{\sigma Y_0 |E_i|^2}{8\pi R^2}$$

Podemos expresar la densidad de **potencia re-radiada (scattered) en términos de intensidad de campo eléctrico re-radiado**

$$W_s = E_s H_s / 2 = Y_0 |E_s|^2 / 2$$

Igualando y despejando el area de captura:

$$\sigma = 4\pi R^2 \frac{|E_s|^2}{|E_i|^2}$$

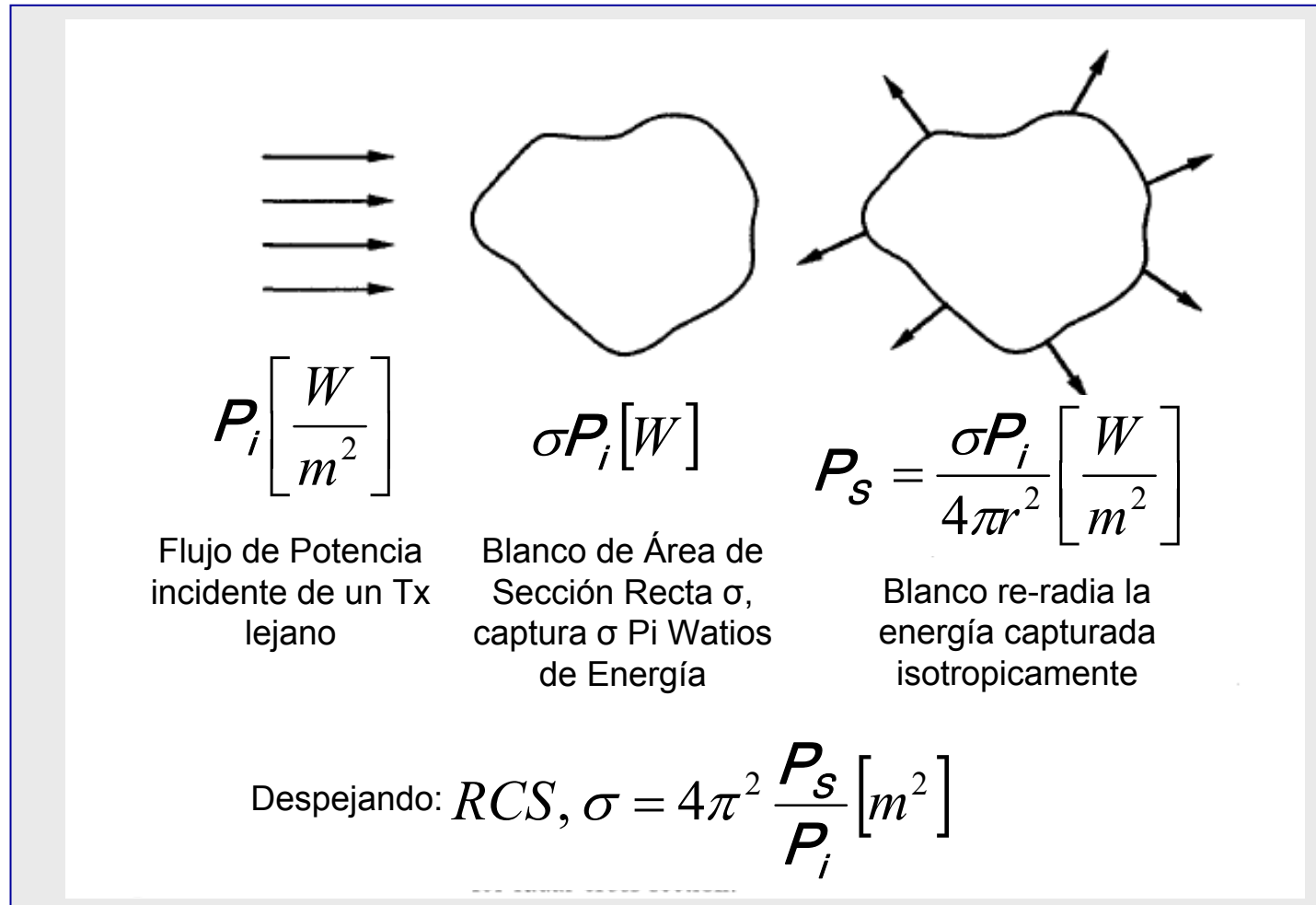
En un intento de estandarizar esta definición se fuerza a R a aproximarse al infinito y la **definición formal de RCS** resulta:

$$\sigma = \lim_{R \rightarrow \infty} 4\pi R^2 \frac{|E_s|^2}{|E_i|^2}$$

Es E_s and E_i intensidades de los campos eléctricos (o magnéticos) incidentes y reflejados (V/m o A/m)

El diccionario del IEEE define la RCS como la medida de capacidad reflectiva de un blanco definido como 4π veces la razón entre la potencia por unidad de ángulo sólido reflejada (scattered) en una dirección específica a la potencia por unidad de área en una onda plana incidente en el blanco desde una dirección específica.

La RCS es el área de captura efectiva de un blanco σ que aparece en la ecuación radar



- La RCS de un objeto en la práctica se expresa como **producto de 3 factores**
RCS = Sección recta geométrica x Reflectividad x Directividad
- **Sección recta:** tamaño del blanco (aspecto) visto desde el radar
- **Reflectividad:** relación entre la potencia re-radiada (scattered) por el blanco y la potencia del radar que ilumina el blanco (el resto es absorbida)
- **Directividad:** relación entre la potencia re-radiada devuelta en la dirección del radar y la teórica si fuera re-radiada uniformemente en todas las direcciones (isotropicamente).
- La **RCS es un área** y se mide con unidades de superficie, habitualmente **se mide en dBsm , decibelios relativos a 1 m²**
- La RCS de un blanco real es la **suma de las reflexiones de cada parte del objeto físico y es típicamente muy irregular** en función del aspecto que presenta el objeto en distintas direcciones (p.e un buque o un avión) y de la frecuencia del radar.
- La **RCS se puede medir en el objeto final**, un **modelo a escala** del mismo en cámara anecoica con la instrumentación correspondiente o ser determinado mediante simulación.

$$1 \text{ dBsm} = 10 \log (\text{RCS en m}^2)$$

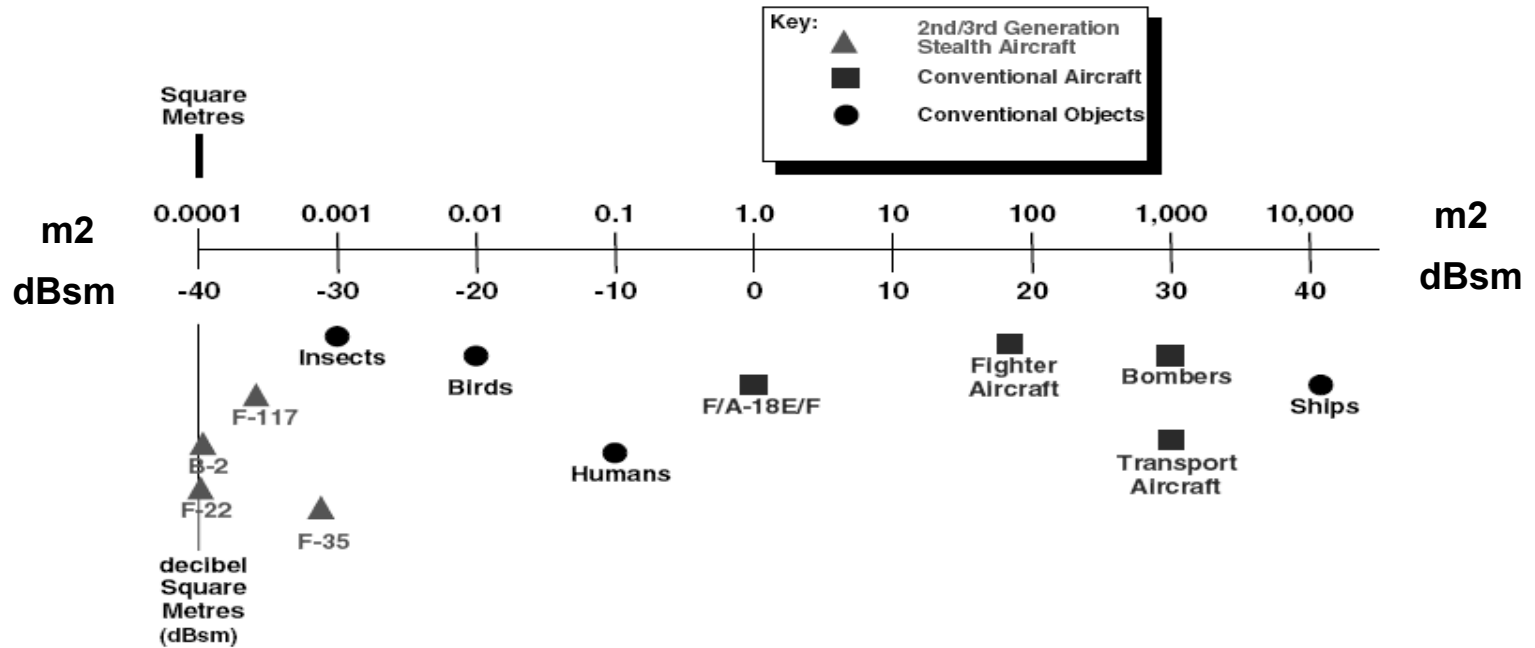
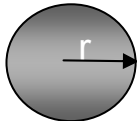
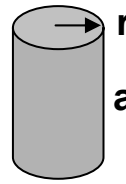
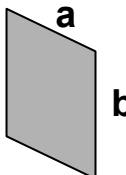
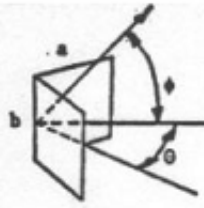
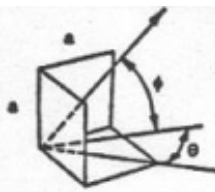
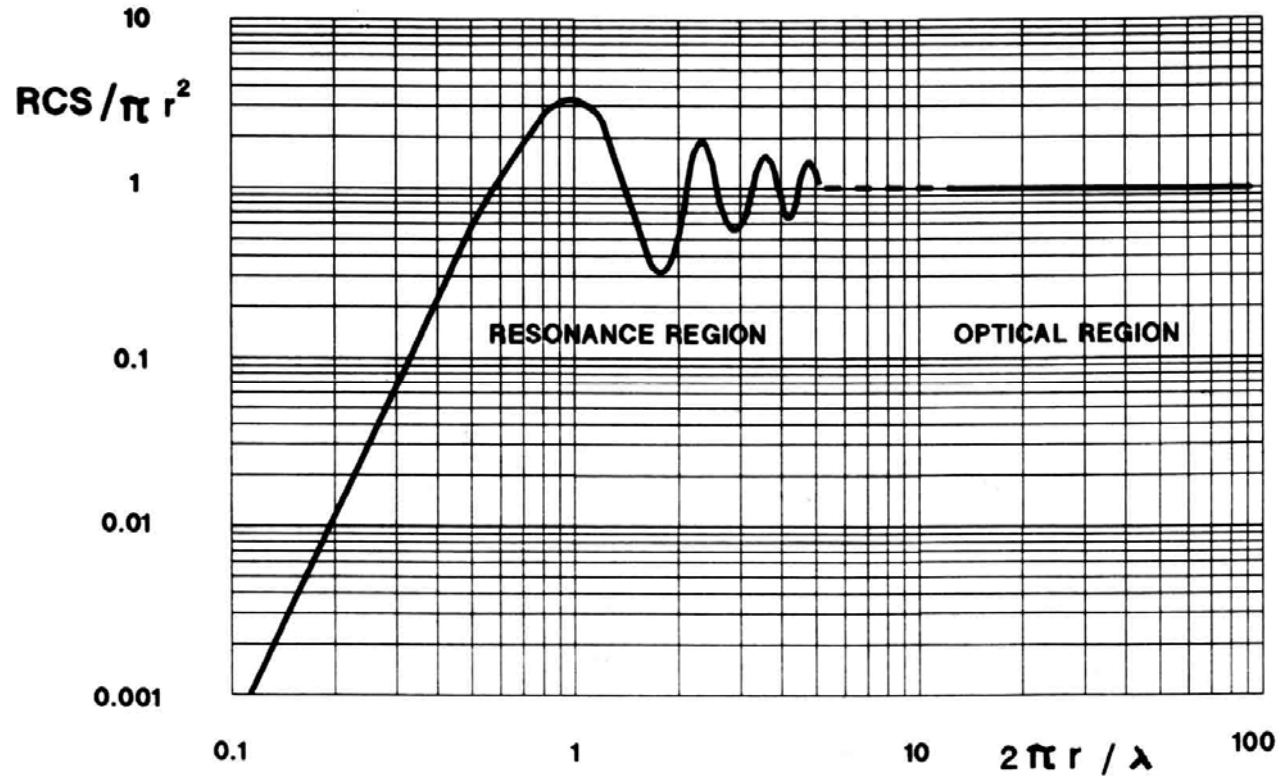


Figure 4.46 Comparative RCS values.

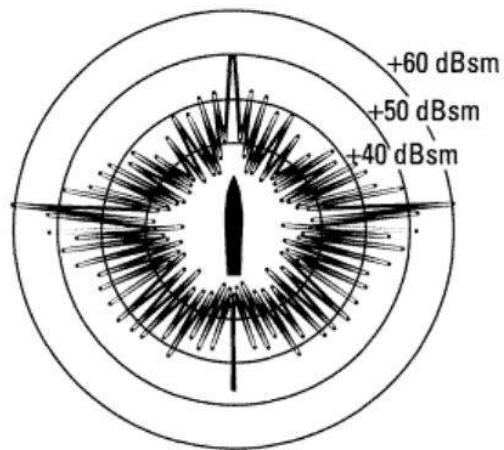
- Angulo de incidencia
- Posición relativa radar - blanco
- Geometría: forma
- Frecuencia
- Polarización
- Material del blanco
 - Conductores: metales
 - Dieléctricos: materiales compuestos
 - Híbridos: multicapas

GEOMETRIA	RCS máx	Comentarios
esfera 	$\sigma = \pi r^2$	Idéntico y pequeño retorno (isótropo) desde todos los ángulos Valor cte con la frecuencia si radios > λ
cilindro 	$\sigma = \frac{2\pi a^2}{\lambda}$ Vista actual $\sigma = \frac{4\pi^3 r^4}{\lambda^2}$ Vista superior	Fuerte retorno independiente de azimut, pero decrece rápidamente con la elevación
placa plana 	$\sigma = \frac{4\pi a^2 b^2}{\lambda^2}$	Tercer lugar en máximo retorno debido a reflexión directa y decrece muy rápidamente con la desviación del ángulo normal
diedro recto (esquina) 	$\sigma = \frac{8\pi a^2 b^2}{\lambda^2}$	Segundo lugar en máximo retorno debido a la doble reflexión. Decrece rápidamente al variar el ángulo y lentamente al variar el ángulo
triedro recto (esquina) 	$\sigma = \frac{12\pi a^4}{\lambda^2}$	Máximo retorno radar debido a la triple reflexión e independiente del ángulo

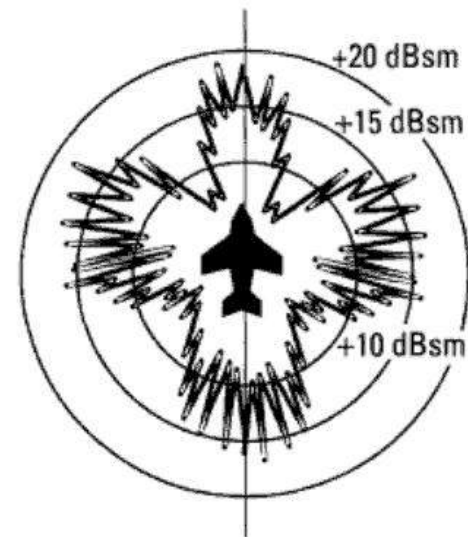


Variación con la frecuencia de la RCS de una esfera de radio r

La RCS se representa frecuentemente como curvas polares en función del ángulo horizontal de observación y con un ángulo de elevación constante. Las curvas están clasificadas, indican vulnerabilidad del blanco



**RCS típica buque
(destructor antiguo)**



RCS típica avión

- Simétrica
- Irregular
- Picos(hot spot) Reflexiones individuales
- Elevado rango dinámico
- Máximos 90° (líneas de crujía y través)

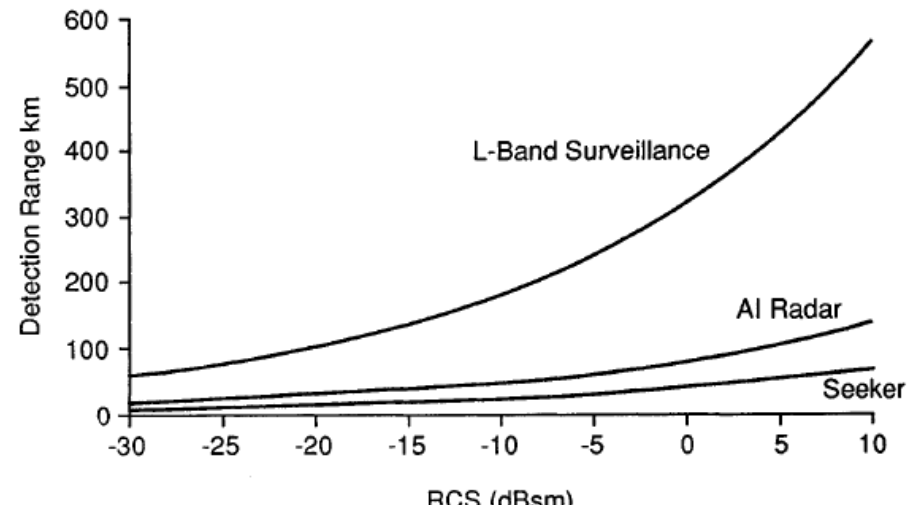
Distancia de detección radar vs RCS

$$R_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_p G \sigma A_e}{16\pi S_{min}}}$$

Tx (P), Rx (S), Antena (G,A) y blanco σ

- Distancia de detección es proporcional a $\sigma^{1/4}$

- La máxima distancia de detección en espacio libre que se deriva de esta ecuación varía solo con la raíz cuarta de la RCS.
- Por para reducir a la mitad la máxima distancia de detección requiere reducir por un factor de 16 la RCS.
- Para reducir por 10 la distancia de detección hay que reducir por un factor de 10.000 la RCS (40 dB).





INTEGRACIÓN SISTEMA DE COMBATE

Superestructuras Integradas: Concepto

La superestructura del buque de guerra está evolucionando:

Mástil convencional

- Estructura abierta
- Saturación física y EM
- Alta contribución RCS
- Cables expuestos



199X

Mástil Avanzado

- Estructura cerrada
- Control RCS
- Protección EME



200X

Mástil integrado

- Estructura cerrada
- Firmas optimizadas
- Protección



Un mástil/superestructura integrada consiste, dentro de las limitaciones/prestaciones del buque, en:

- Integrar sensores, antenas y actuadores en la superestructura del buque para mejorar las prestaciones globales del mismo, en términos de:
 - ✓ Reducción de la firma EM, frente a un mástil abierto convencional: radar & IR
 - ✓ Proporcionar un entorno protegido a los equipos sobre cubierta para reducir mantenimiento y vulnerabilidad
 - ✓ Facilidad para integrar nueva generación de sensores multifunción, planos no rotativos

INTEGRACIÓN SISTEMA DE COMBATE

Superestructuras Integradas: Estado del arte actual

• Navantia La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa. This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

A) PALO METÁLICO AVANZADO CON ANTENAS PLANAS EMPOTRADAS EN LAS CARAS



OPV Holanda

- Exige desarrollo de sensores nuevos, normalmente uno por cara del palo, para conseguir 360° de cobertura
- Altos costes de desarrollo y adquisición
- Diseñado para albergar una suite de sensores específica
- Sistema pesado

B) PALO "RADOMO" DE MATERIALES COMPUESTOS FSS PARA ANTENAS CONVENCIONALES



LPD SAN ANTONIO

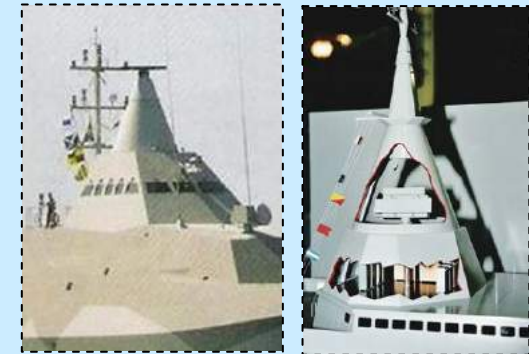
- Aprovecha sensores existentes
- Usa materiales compuestos que reducen pesos altos
- Emplea materiales selectivos en frecuencia (FSS) que permiten sólo el paso de emisiones en la frecuencia de trabajo de los Sensores

C) SOLUCIONES HIBRIDAS



FRAGATA F-100

CVN ARK ROYAL



CORBETAS VISBY, GOWIND

- Conviven soluciones anteriores y convencionales



INTEGRACIÓN SISTEMA DE COMBATE

Superestructuras Integradas: Tendencias futuras

• Navantia La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa. This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

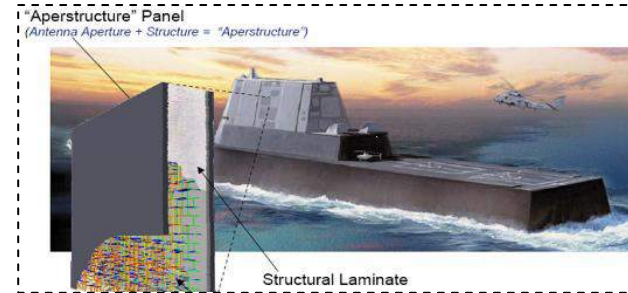


Integrated Deck House & Apertures (IDHA)

DDG 1000

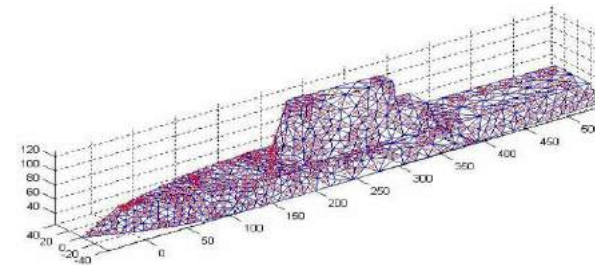
- Aperturas de sensores y antenas empotradas en la superficie de la superestructura
- Desaparece el mástil

Nuevos conceptos:



Aperstructures = apertura de antena + estructura

- Las antenas forman parte de la superestructura del buque para proporcionar simultáneamente funciones de:
 - ✓ Antenas
 - ✓ Soporte estructural
 - ✓ Control de firma



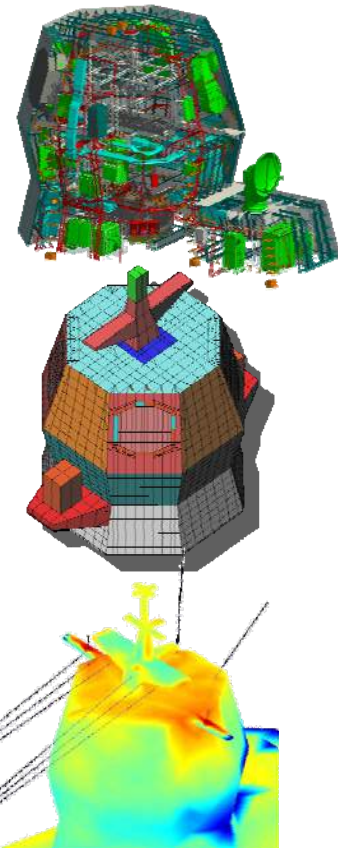
Opportunistic arrays:

- Conjunto integrado de antenas phase-array distribuidas a través de la totalidad de áreas abiertas disponibles en la superestructura del buque.



INTEGRACIÓN SISTEMA DE COMBATE

Diseño de la Superestructura Integrada: proceso global



- Proceso de Integración de sensores, actuadores, antenas y dispositivos electrónicos del topside para maximizar las prestaciones totales del buque
- Caracterizado por ser:
 - ✓ Global, orientado a cumplir requisitos funcionales y no-funcionales del buque
 - ✓ Multidisciplinar
 - Arquitectura naval, Estructuras, Mecánica, Materiales, Electromagnético, Ambiental, Seguridad, ...
 - ✓ Compromiso entre numerosas demandas
 - Firmas, coberturas, límites del buque, EME/EMC, efectos ambientales, alineación, instalación, seguridad, normativa
 - ✓ Soportado por
 - Herramientas de diseño por ordenador, Modelado Físico, Verificación por medidas y Validado finalmente por pruebas de mar
 - ✓ Colaborativo, participan todos los agentes tecnológicos implicados
 - ✓ Liderado por el diseñador e integrador del buque bajo la dirección de la Armada

• Navantia

La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

- **La concepción del Palo Integrado impacta las prestaciones globales del buque y forma parte de su proceso de desarrollo**



ÁREAS TECNOLÓGICAS DE INTERÉS

Superestructuras Integradas

• Navantia
La información contenida en este documento es propiedad de Navantia y no puede ser utilizada, reproducida o desvelada sin su autorización expresa.
This document contains proprietary information of Navantia, which shall not be used, reproduced or disclosed without the prior written consent.

