

# Ingeniería para la Reparación y Modernización del Buque Rompehielos *ARA Almirante Irizar*

Desarrollo de la Ingeniería utilizando FORAN como herramienta CAD/CAM integral de diseño

Norberto Fiorentino



# | Agenda

- 00 Quienes somos.
- 01 El origen del proyecto.
- 02 Alcance de los trabajos.
- 03 Desafíos.
- 04 Recursos técnicos y humanos para el desarrollo del proyecto.
- 05 Resultados.
- 06 Conclusiones.

| 00

Quienes somos.



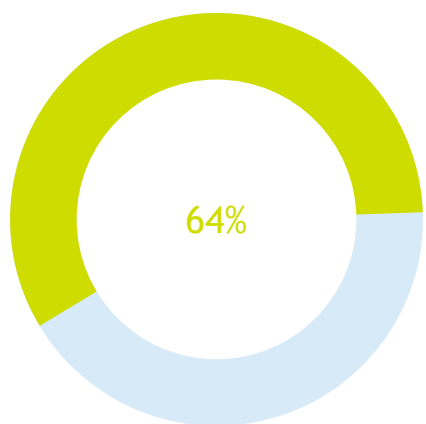
# Sener

## 2022 Datos y Cifras

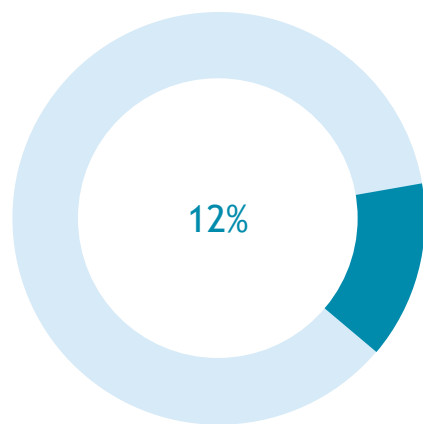
Fundada en 1956, **Sener** es la primera ingeniería española de propiedad privada.

VALORES DISTINTIVOS

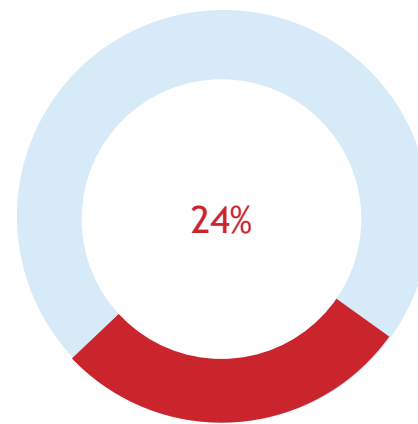
Innovación  
Calidad  
Independencia



1.920 profesionales



360 técnicos



720 otros



Contratación  
2022 (M€)

1.127



Ventas fuera  
de España

81 %



Personas

>3.000

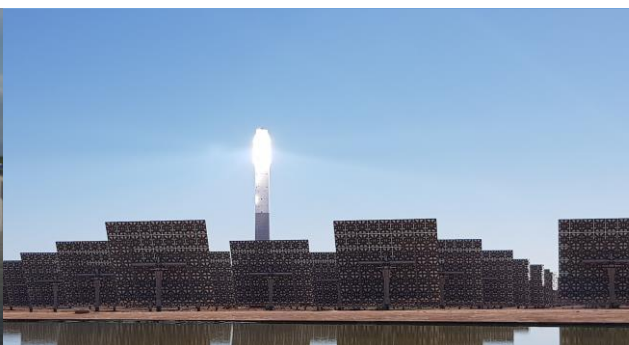
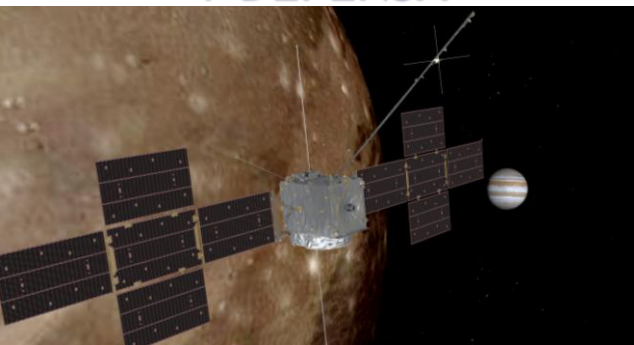


## AEROESPACIAL Y DEFENSA

## MOBILITY

## ENERGY

## MARINE



Espacio  
Defensa  
Ciencia

Ferrocarriles  
Metros ligeros & tranvías  
Carreteras y autopistas  
Aeropuertos  
Puertos  
Arquitectura  
Agua & Medio ambiente

Hidrógeno & carriers  
Economía circular  
Gas  
Power  
Renovables y almacenamiento  
Eólica y energías marinas  
Industria sostenible

Diseño conceptual  
Consultoría técnica  
Ingeniería Básica y Clasificación  
Cálculos  
Ingeniería de producción  
Asistencia técnica Armador y  
Astilleros  
Digitalización

# SENER MARINE





# Tareas Desarrolladas

SURVEY  
ARMADO  
INGENIERÍA

CONSULTORÍA

Combustibles Alternativos /  
Bio Fuels

Tecnologías Emisiones Limpias

(SOx, NOx, particles & CO2)

Digitalización

Nuevas construcciones y  
buques existentes

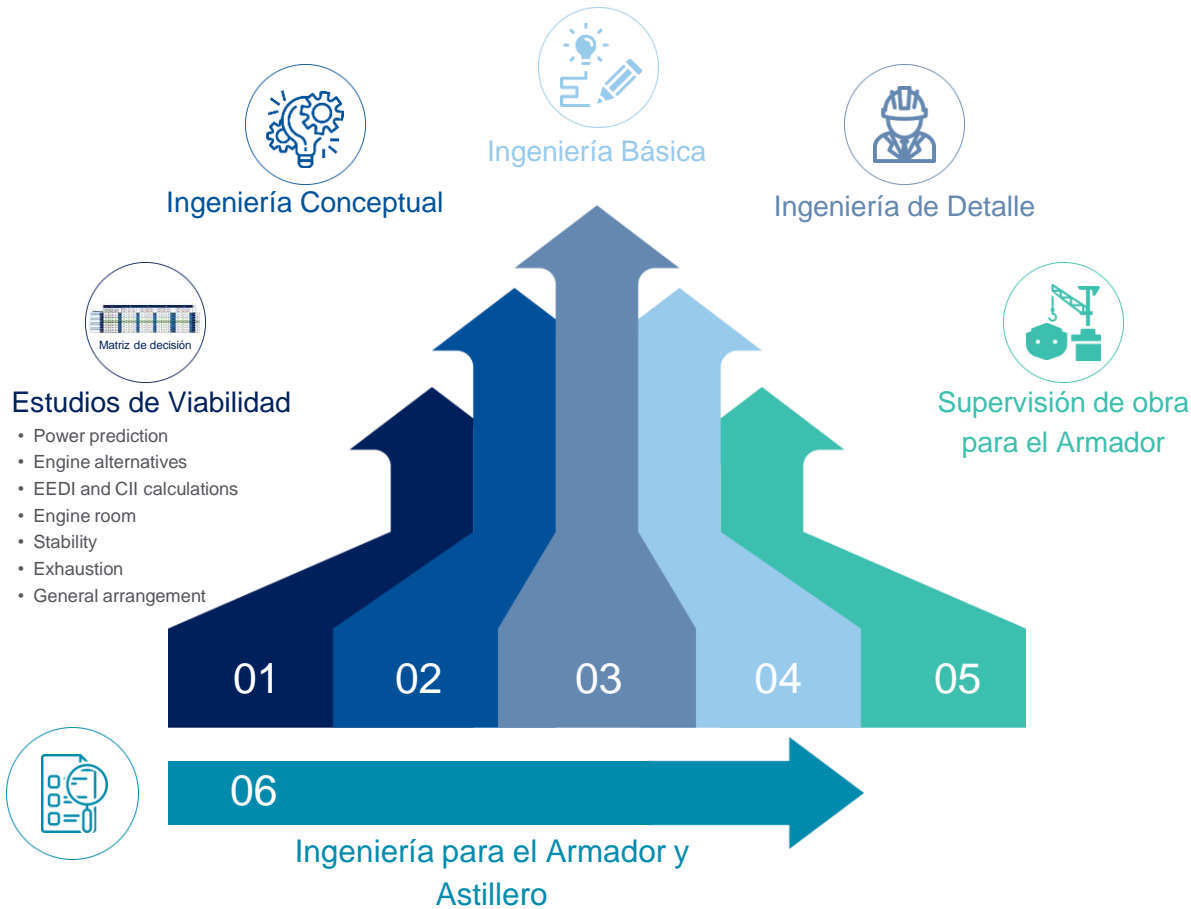
Calculo y optimización  
índices IMO – Anexo VI

EDDI (new buildings), CII (carbon  
intensity) and EEXI (existing fleet)

Economía Circular a bordo  
equipment costs and benefits  
installation costs

Eficiencia energética a bordo

Nuevas tecnologías  
to improve energy efficiency and  
emission reductions



# | 01

El origen del proyecto.





# Campaña Antártica 2006-2007

- ❑ Abril 2007 incendio a bordo
- ❑ Evacuación de personal no militar
- ❑ Contención del incendio por la tripulación y buques de apoyo ARA, mercantes y de pesca
- ❑ Remolque del buque a BNPB
- ❑ Informe de daños
- ❑ Toma de decisión sobre el futuro del buque



X-Plan  
Ingeniería Colaborativa

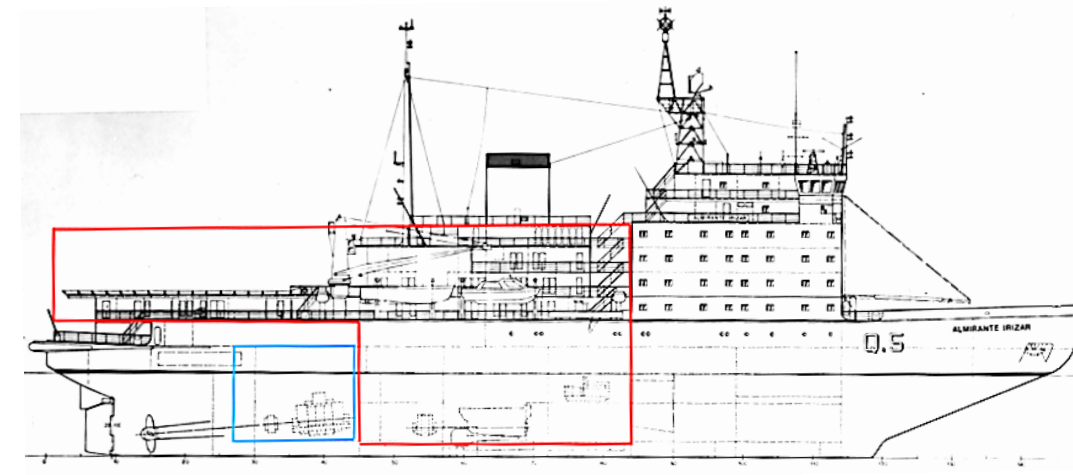
Expert  
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

# CONSECUENCIAS DEL INCENDIO

1. Aproximadamente el 75% de las Estructuras internas del buque y cubiertas intermedias a popa de la c84, fueron severamente afectadas (incluye hangar y otras superestructuras).
2. Pérdida total de los motogeneradores principales y los motogeneradores auxiliares.
3. Pérdida total de los tableros eléctricos principales y auxiliares.
4. Pérdida del motogenerador y tablero eléctrico de emergencia.
5. Pérdida total de los dos helicópteros disponibles a bordo.
6. Pérdida o afectación severa de los tendidos de tuberías, accesorios, equipos auxiliares, conductos de HVAC, bandejas de cables eléctricos, tableros eléctricos secundarios, a popa de la c84.
7. Daños menores de los motores propulsores y sus equipos auxiliares, provocados por el humo y las altas temperaturas.



# TRABAJOS DE REPARACIÓN Y MODERNIZACIÓN REQUERIMIENTOS DEL ARMADOR / OPERADOR DEL BUQUE

- Renovación de 600 Tn de acero
- Nuevos MEP (2 x 6.500 kW, 3,3 kV)
- Nuevos MMGG (4 x 4.500 kW) y MMAA (3 x 750 kW)
- Nuevo concepto de generación y distribución eléctrica (MT, CA)
- Renovación de equipos varios (~ 700u)
- Renovación sistema HVAC
- Renovación sistema burbujeo

- Incremento personal a bordo (313 personas)
- Incremento áreas científicas (400 m<sup>2</sup>)
- Incremento capacidad de combustible (carga) ~ 1.700 m<sup>3</sup>
- Incremento de capacidad de carga seca, refrigerada y general
- Clasificación según reglas DNV
- Cumplimiento con normativa vigente IMO y Tratado Antártico

# | 02

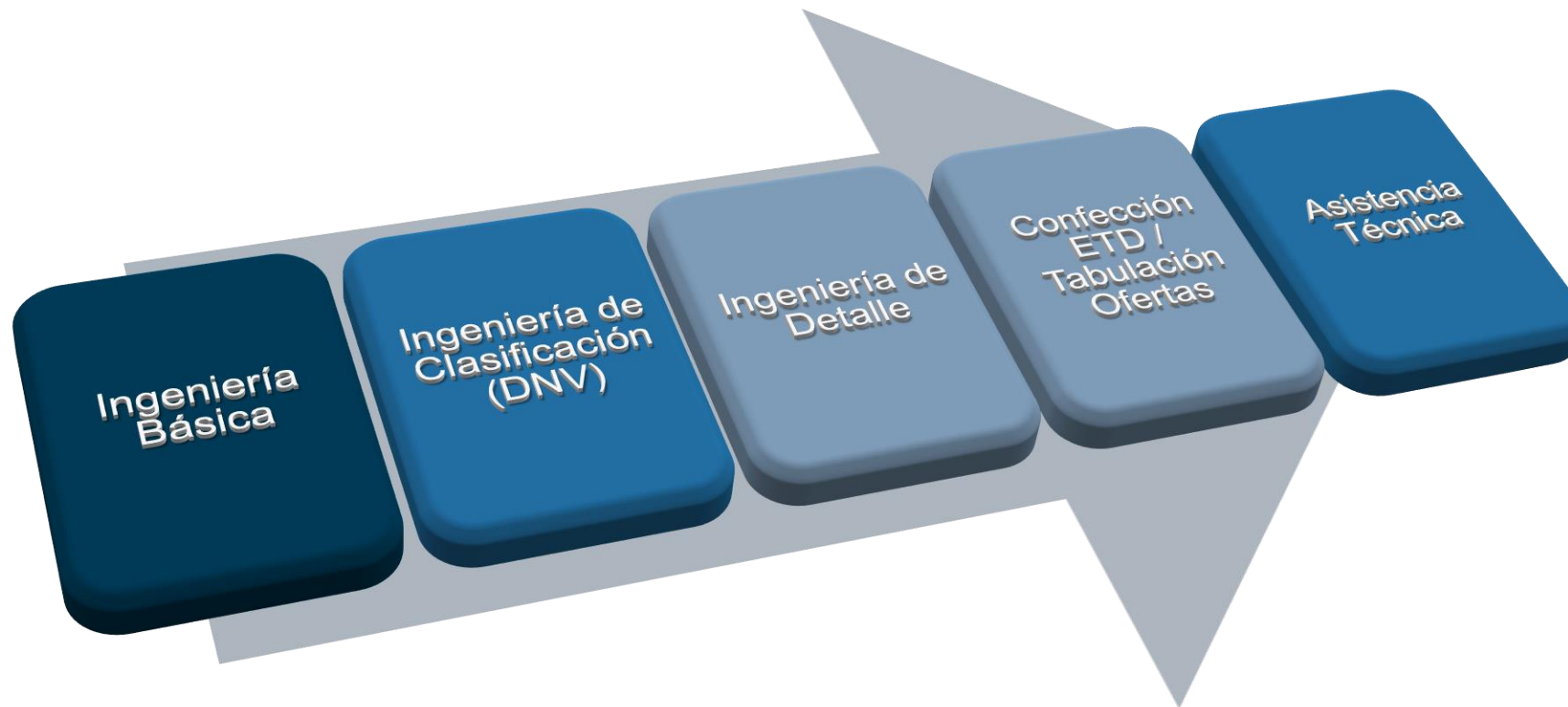
Alcance de los trabajos.



# ALCANCE CONTRACTUAL DE SENER



Ingeniería Conceptual  
STX



## Arquitectura Naval

- Desguace
- Control de pesos
- Prueba de Inclinación
- Tablas de sondajes
- Libro de estabilidad final

## Estructuras

- FEM Analysis desguace
- Estructuras a renovar
- MTO preliminar

## Maquinaria y Tuberías

- P&ID servicios del buque
- HVAC
- Protección Pasiva y Sistemas de Incendio
- LSA
- Disposición de Locales Técnicos

## Electricidad y Automación

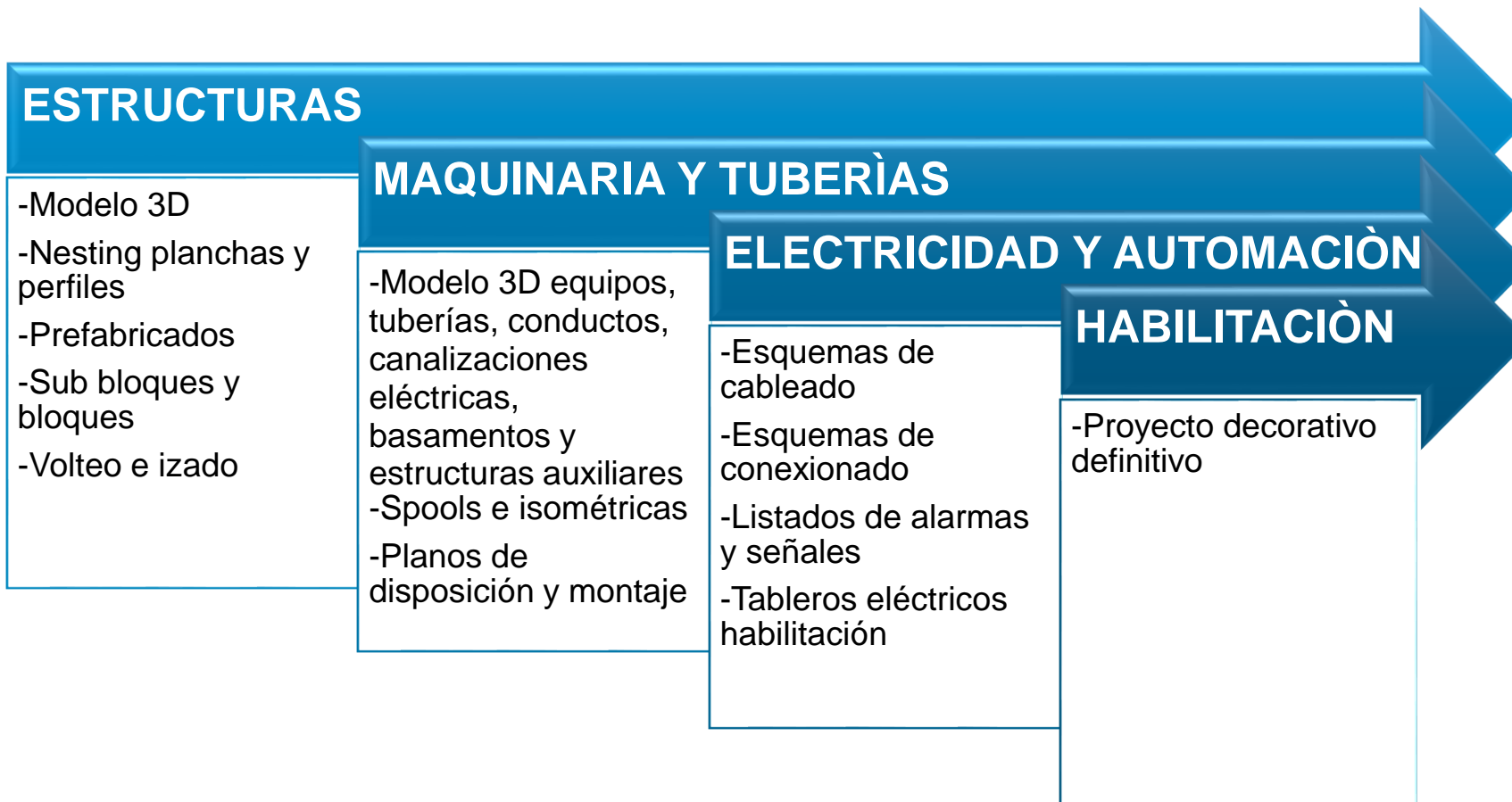
- Balance Eléctrico
- Esquema Unifilar
- Memoria Descriptiva Sistema Eléctrico

## Habilitación

- Proyecto decorativo preliminar



INGENIERIA DE  
CLASIFICACION (DNV)



# | 03

Desafíos.





# TRABAJOS DE REPARACIÓN Y MODERNIZACIÓN REQUERIMIENTOS DEL ARMADOR / OPERADOR DEL BUQUE



Expert  
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

FEM Analysis Desguace a Flote

“Encaje” del buque existente en reglas IMO/DNV

Coordinación de nuevas estructuras con las existentes

Coordinación de nuevos equipos y sistemas con las instalaciones existentes

Tareas de relevamiento a bordo

“Encaje” del diseño en las capacidades del Astillero

Desarrollo de la ingeniería según el marco económico del proyecto

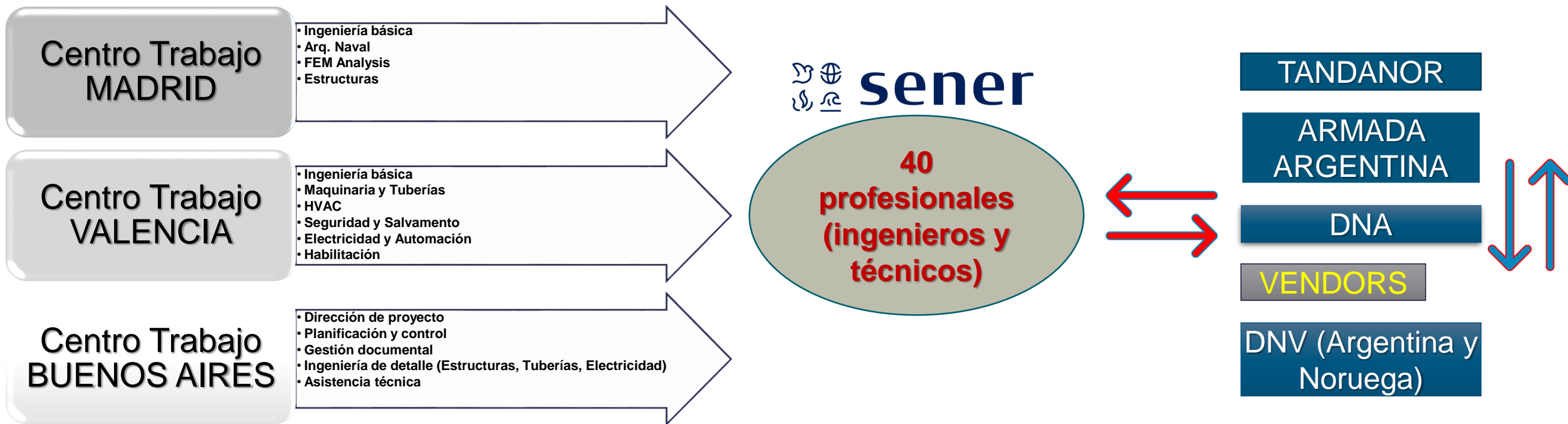
Disponibilidad de materiales y equipos

# | 04

Recursos técnicos y humanos para el desarrollo del proyecto.



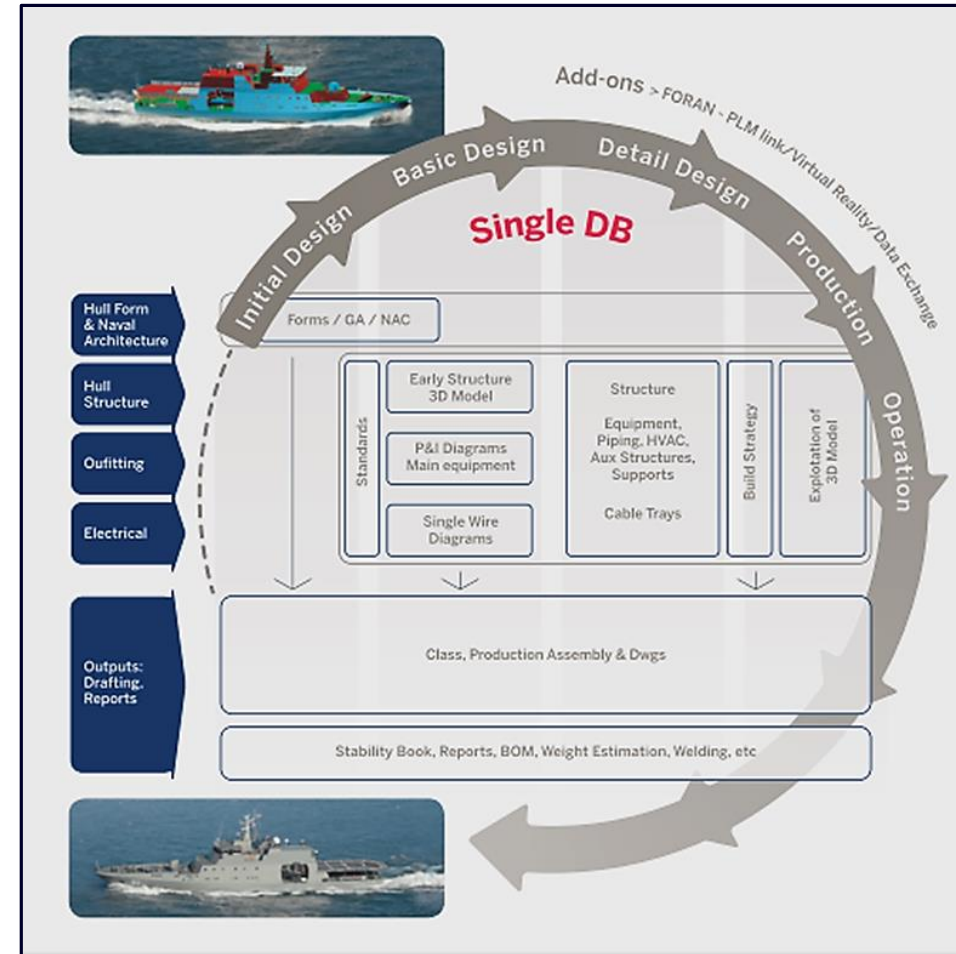
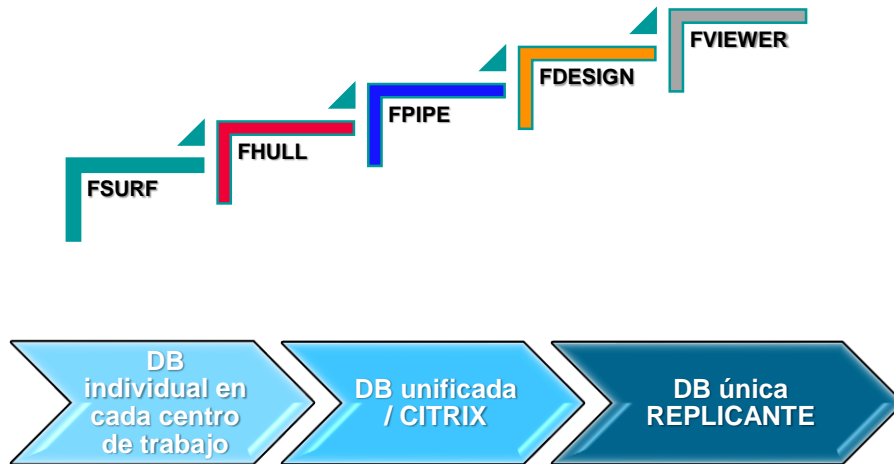
# EQUIPO DE TRABAJO y DISTRIBUCIÓN DE TAREAS



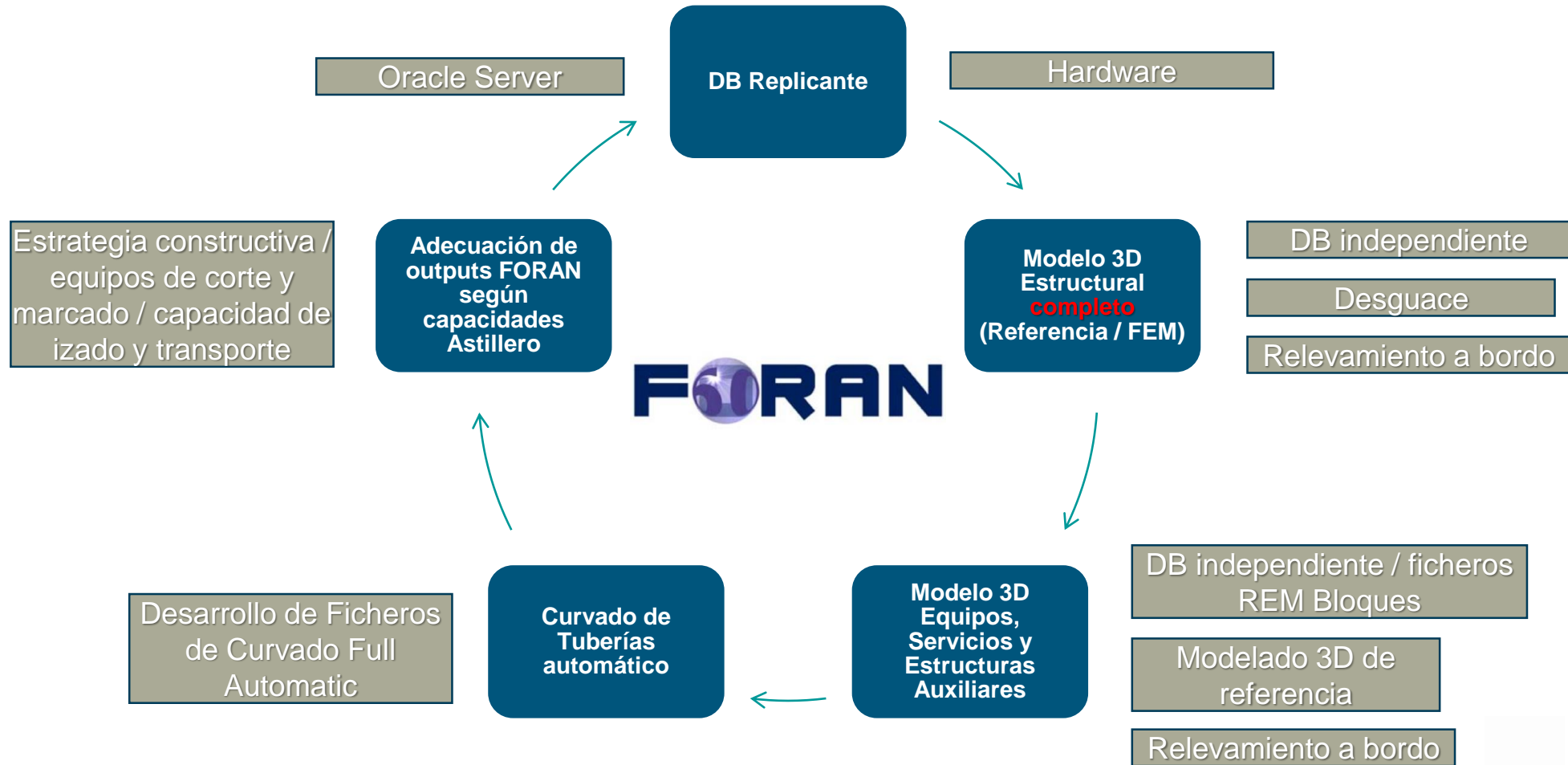
# HERRAMIENTA DE DISEÑO CAD/CAM

# FORAN

## FORAN V60.3

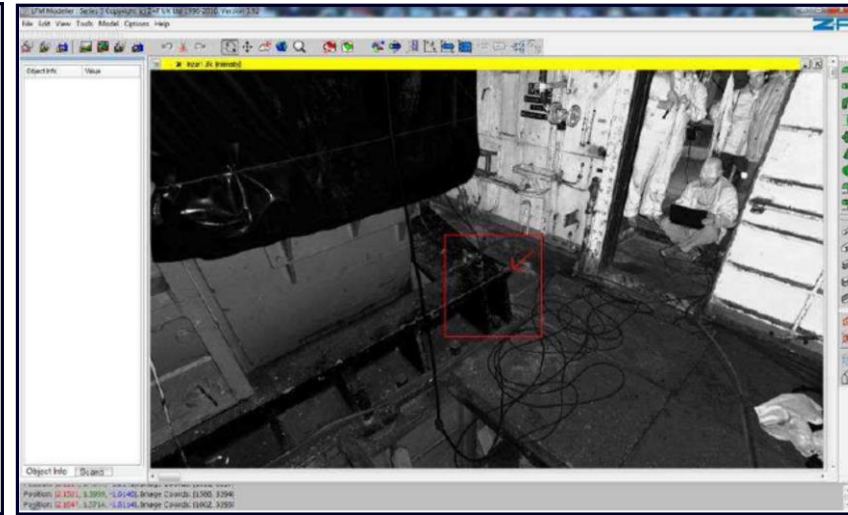
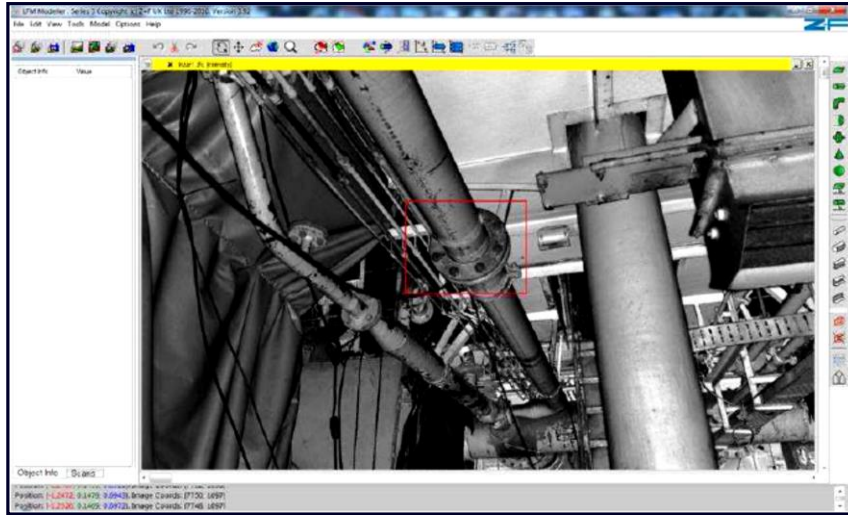


# HERRAMIENTA DE DISEÑO CAD/CAM

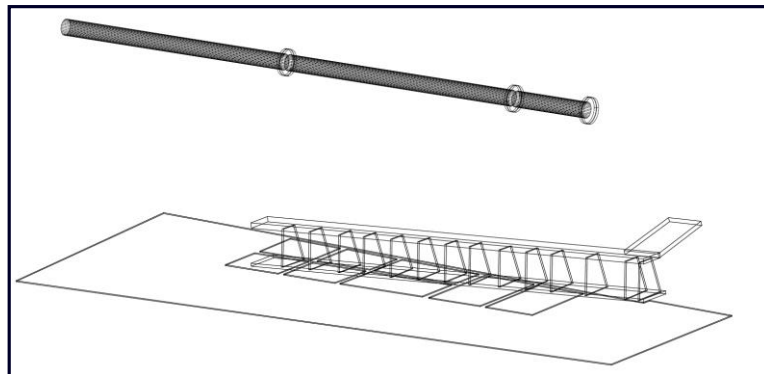


# HERRAMIENTA DE DISEÑO CAD/CAM LASER SCANNING – FORAN TESTS

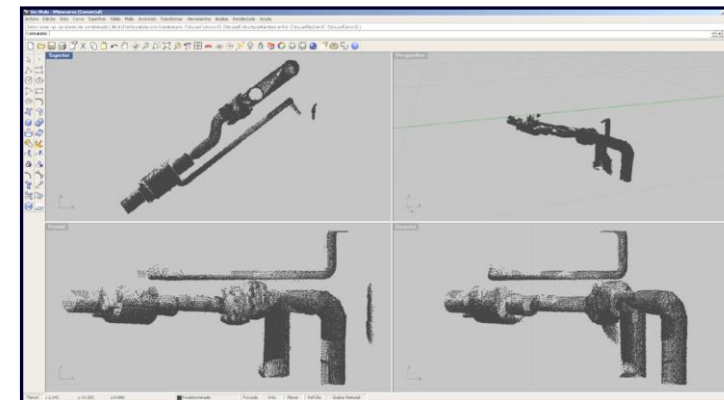
## Escaneo laser a bordo



### Geometrías 3D (special tool) Modelo 3D insertado en FORAN



### Nube de Puntos (escaneo)



# | 05

Resultados.



# DESGUACE

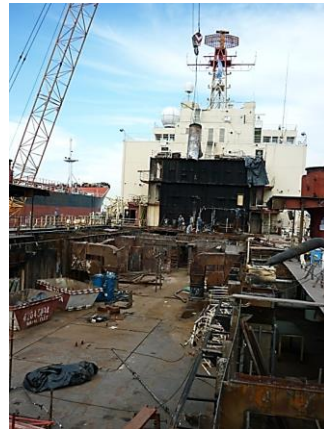
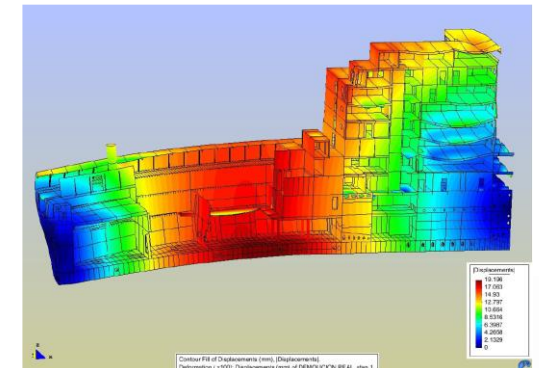
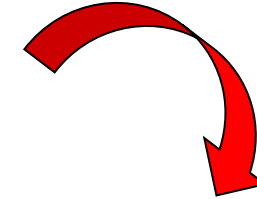
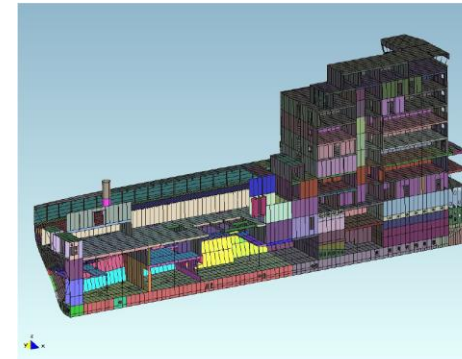
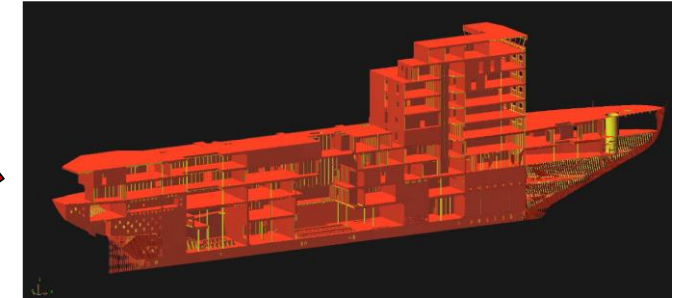
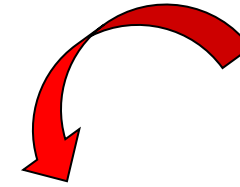
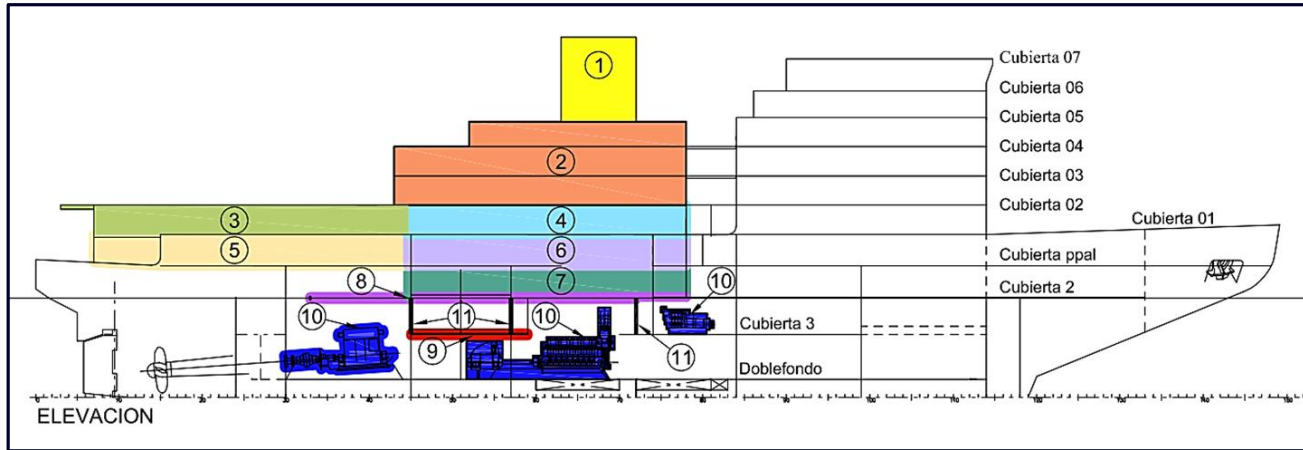


Expert Partner

Digital Industries Software

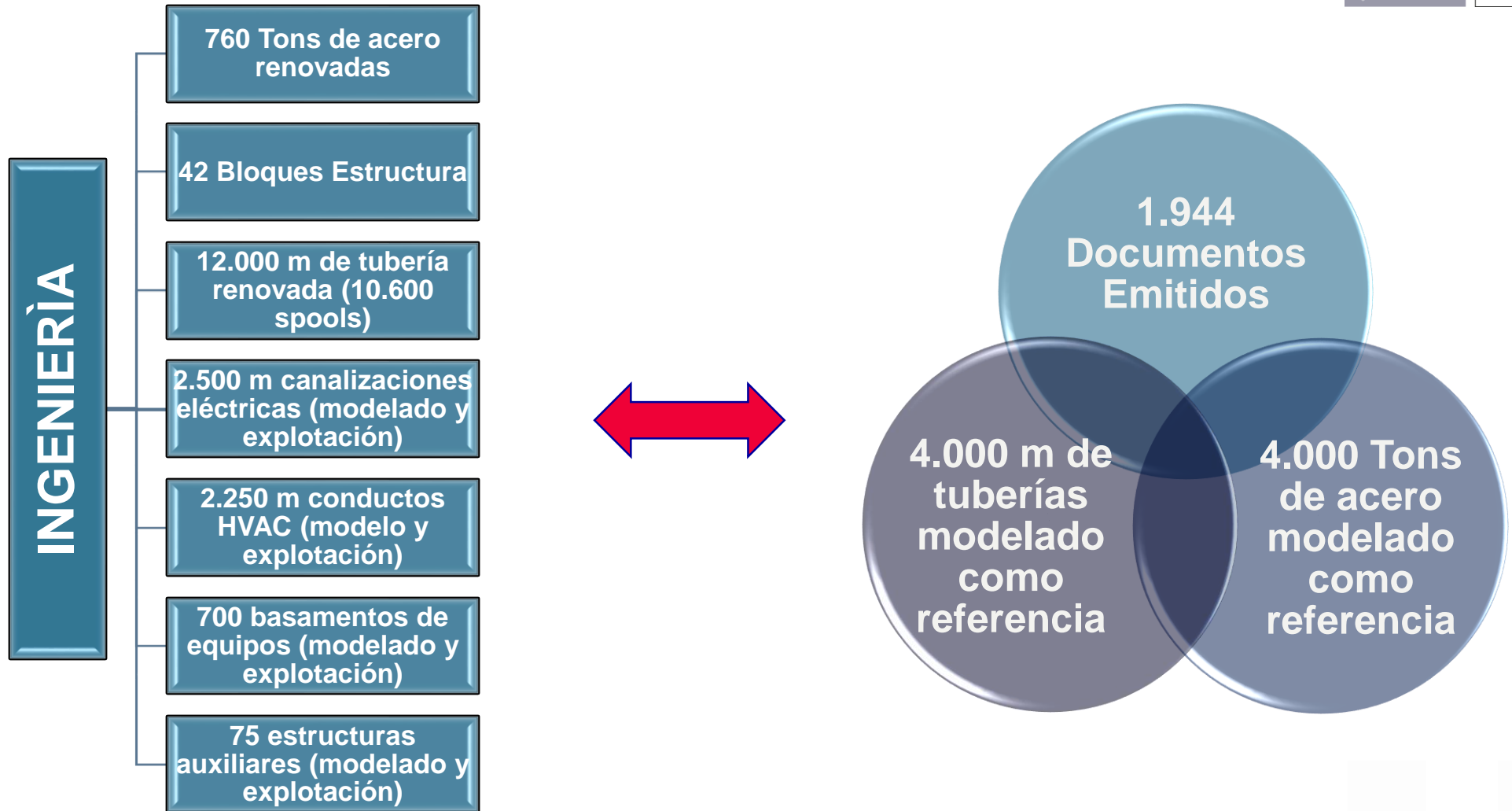
SIEMENS

## Condición a flote - 11 etapas





# RESULTADOS

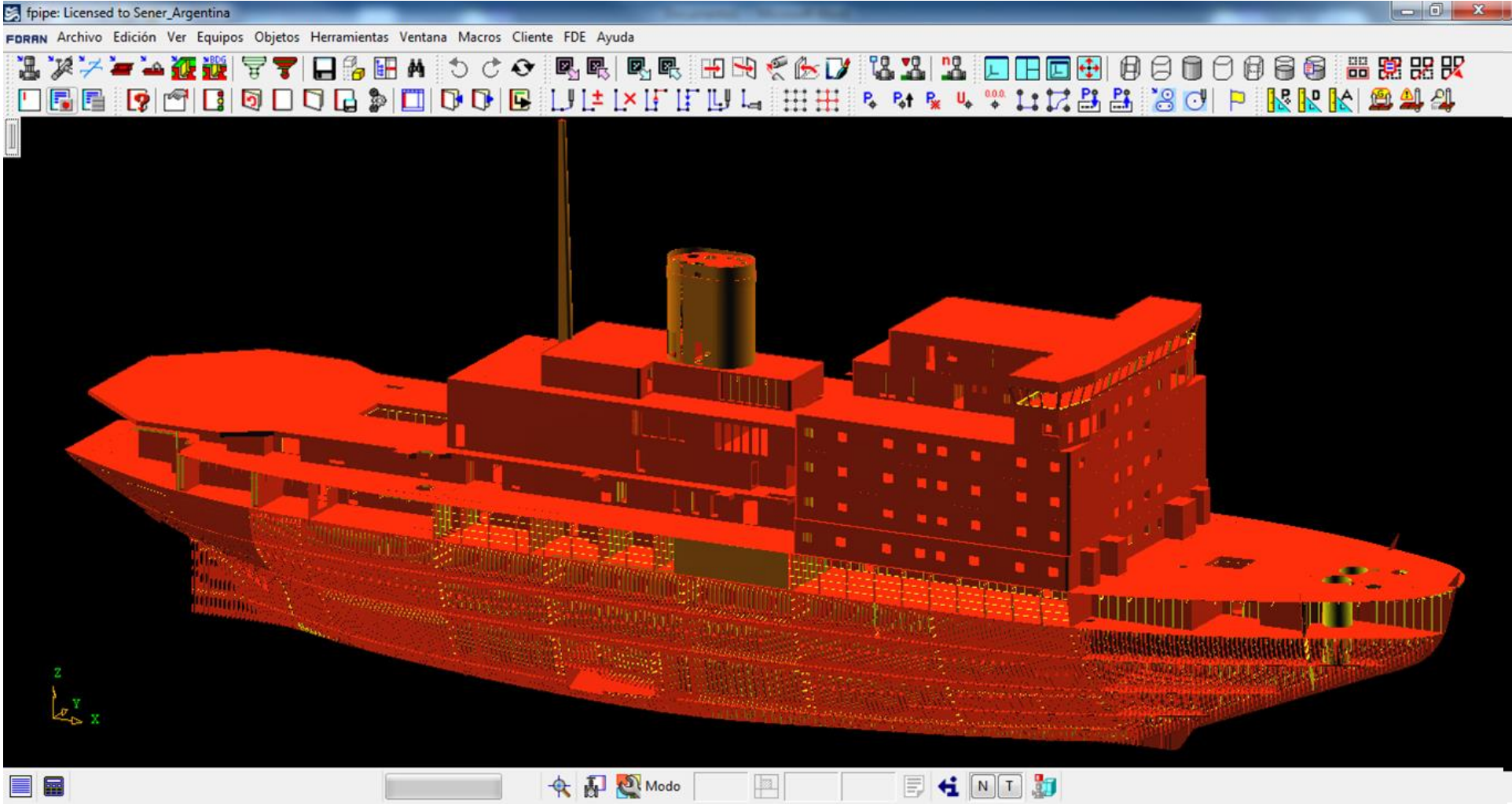


# MODELO 3D ESTRUCTURA



Expert Partner

Digital Industries Software



# PREFABRICADO



Expert Partner

Digital Industries Software

SIEMENS



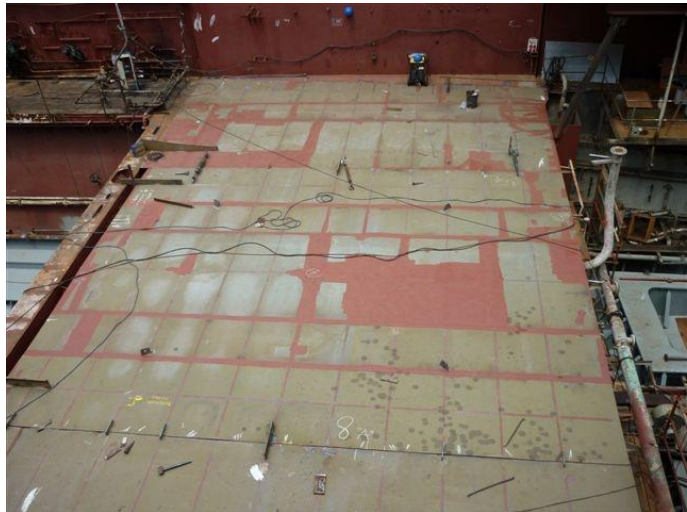
# RECONSTRUCCIÓN (A FLOTE)

X-Plan  
Ingeniería Colaborativa

Expert  
Partner

SIEMENS

Digital Industries Software

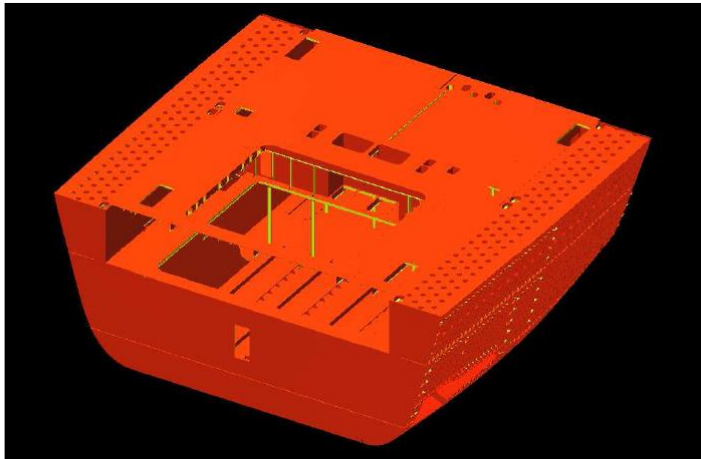
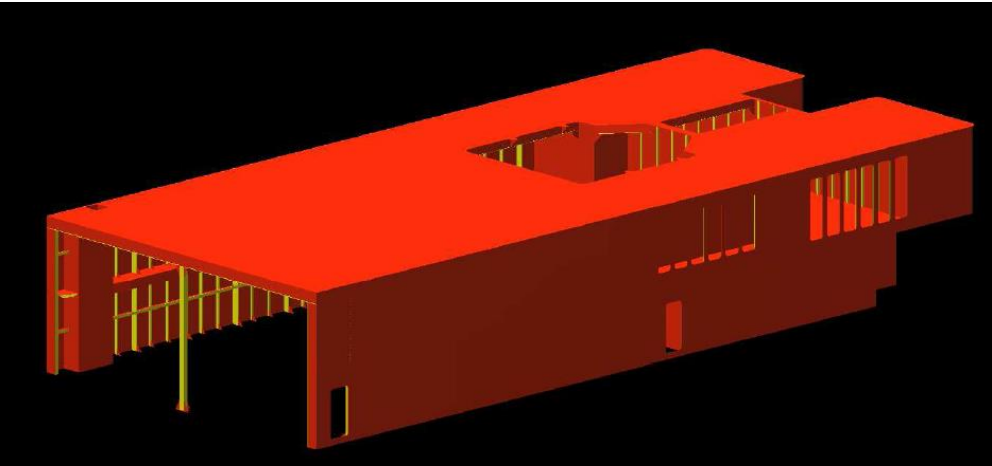


# RECONSTRUCCIÓN (BLOQUES)

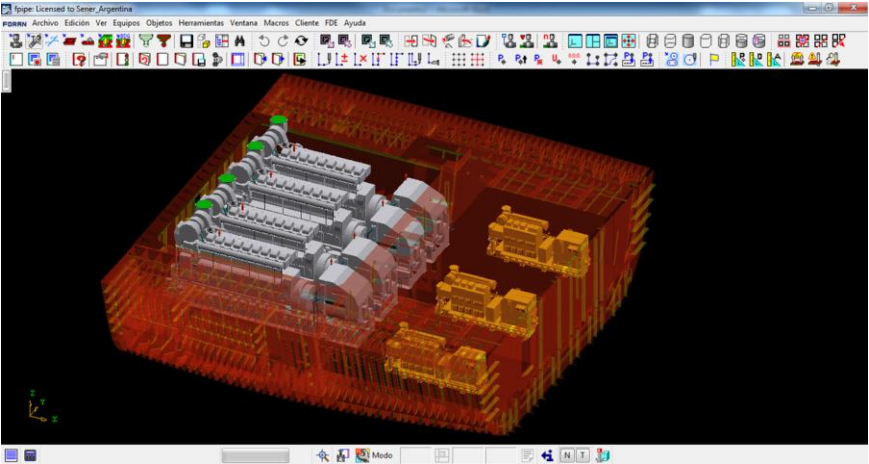
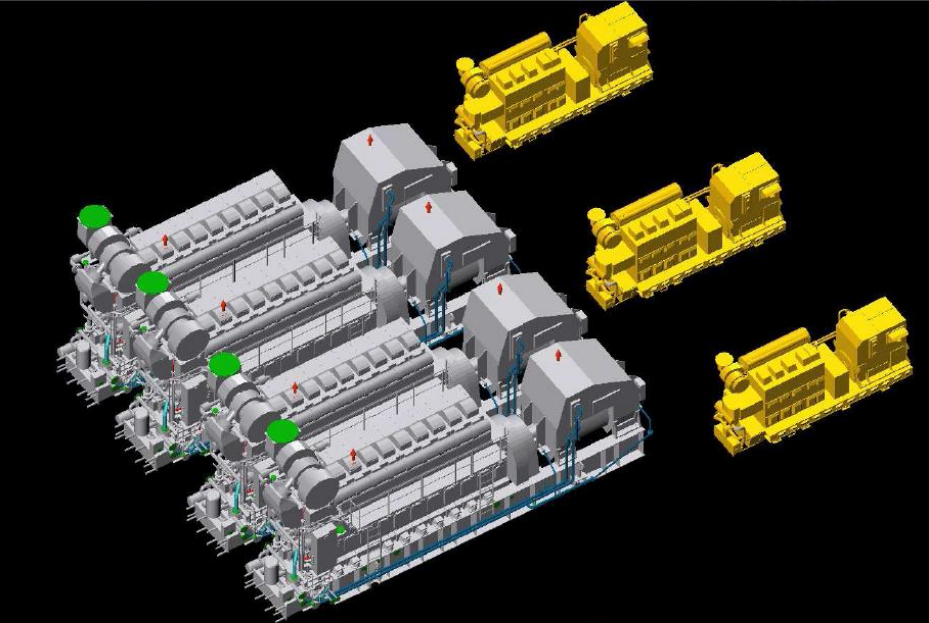


Expert Partner

Digital Industries Software



# MODELO 3D EQUIPOS

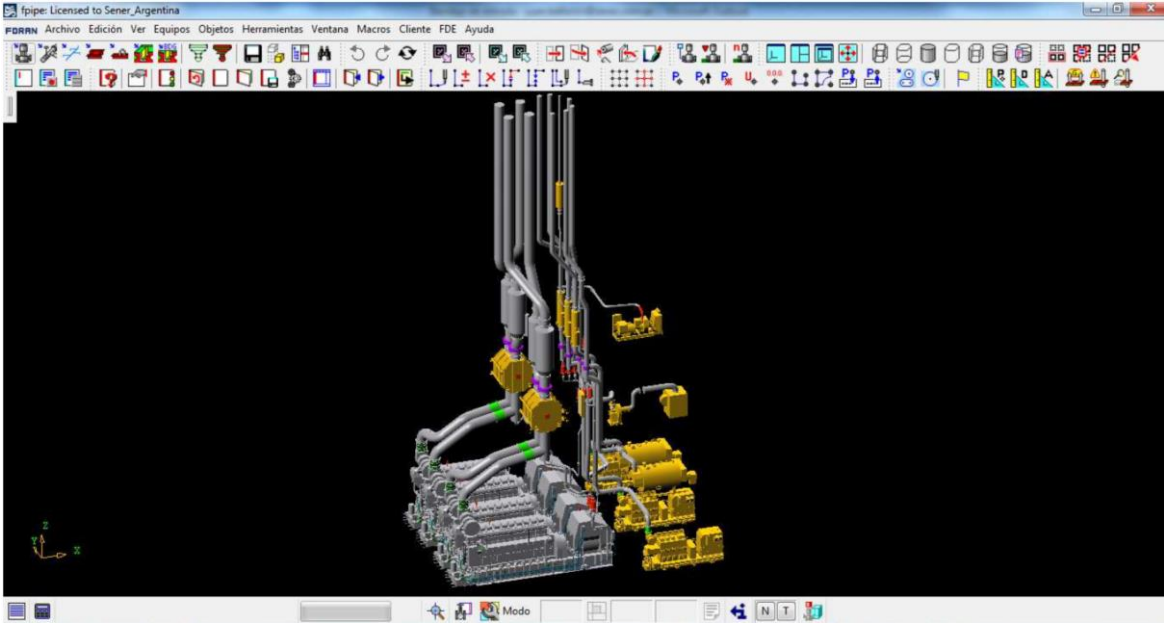


X-Plan  
Ingeniería Colaborativa

Expert  
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

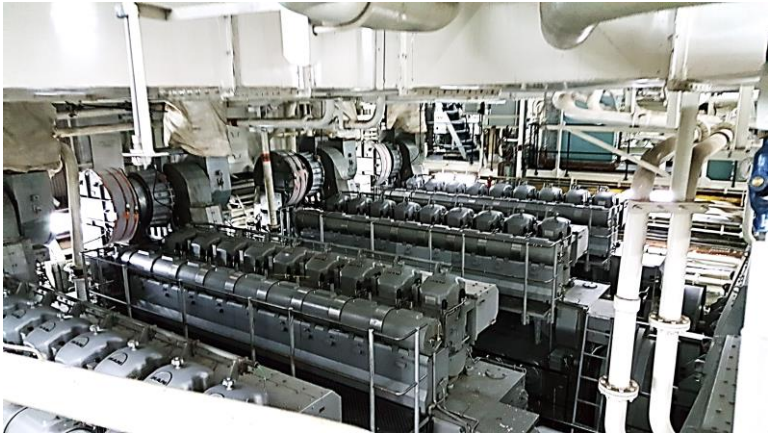
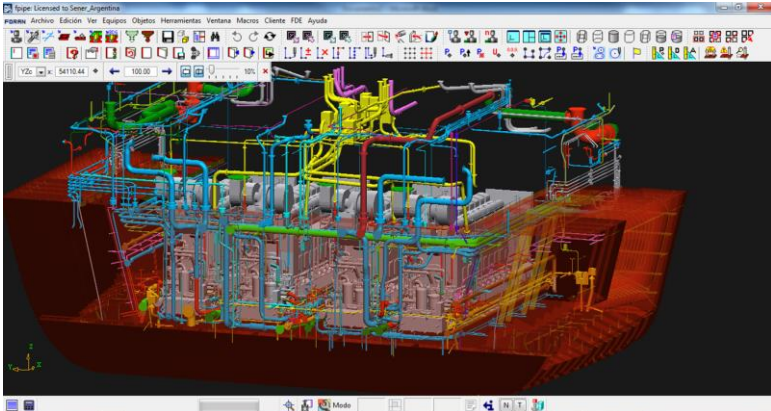
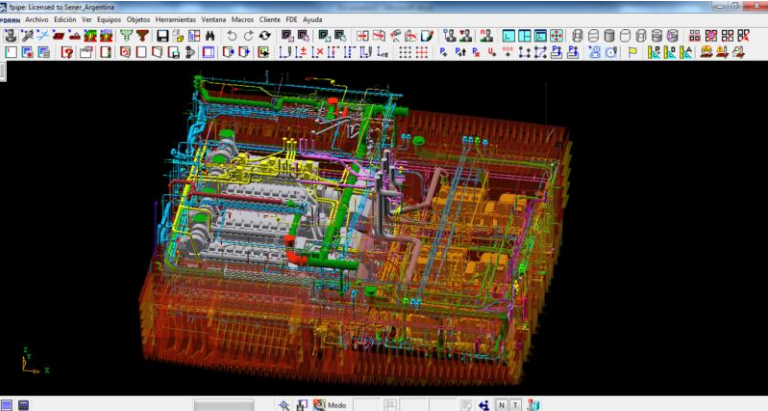


# MODELO 3D ALISTAMIENTO



Expert Partner

Digital Industries Software



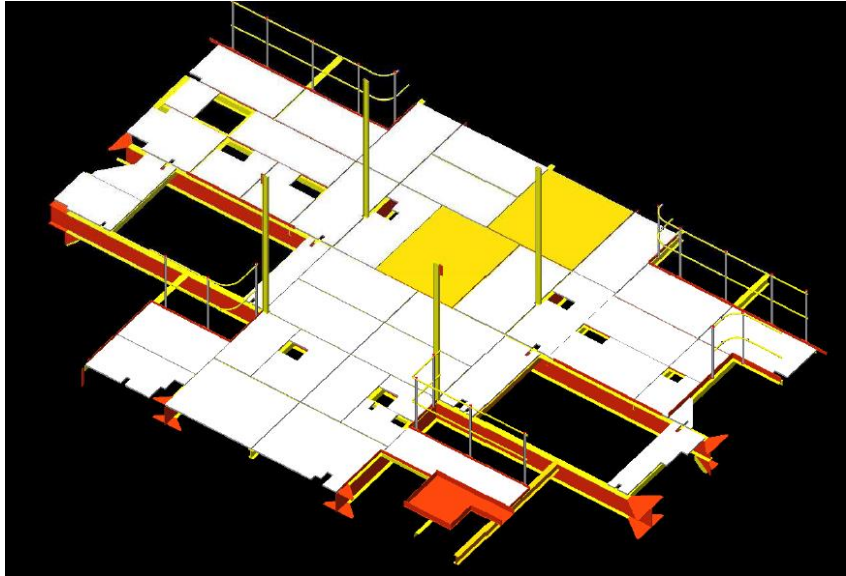
# ESTRUCTURAS AUXILIARES



Expert Partner

SIEMENS

Digital Industries Software





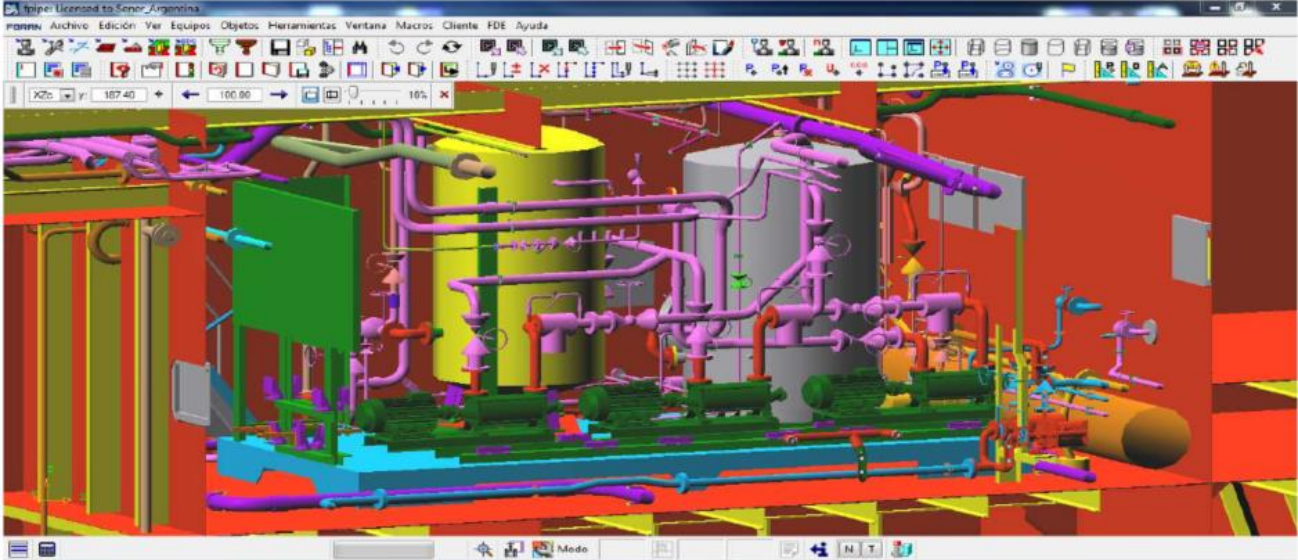
# MÓDULOS

X-Plan  
Ingeniería Colaborativa

Expert  
Partner

SIEMENS

Digital Industries Software



# PROYECTO DECORATIVO

X-Plan  
Ingeniería Colaborativa

Expert  
Partner

Digital Industries Software

SIEMENS

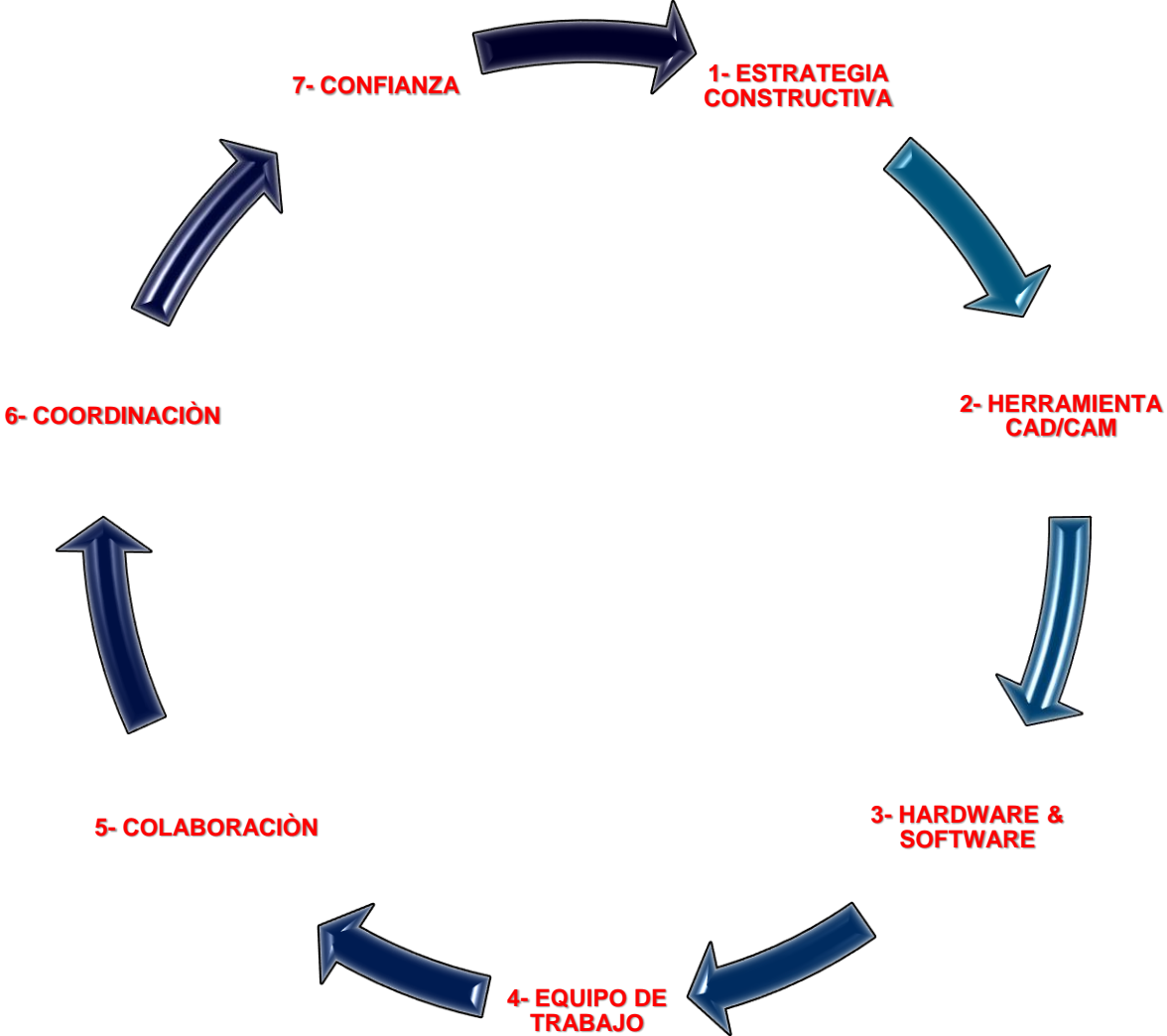


# | 06

Conclusiones.



# ASPECTOS RELEVANTES



# MUCHAS GRACIAS



Expert  
Partner  
Digital Industries Software





# | Contacto

**Ing. Norberto Fiorentino**

Director de Proyecto  
SENER MARINE

Calle Severo Ochoa 4  
Parque Tecnológico de Madrid  
28760 Tres Cantos, Madrid  
(España / Spain)  
Phone +34 918 077 000  
Mobile +34 637 72 29 53

E-mail [norberto.fiorentino@sener.es](mailto:norberto.fiorentino@sener.es)