



Conferencia Especial

TERMINALES DE HORMIGÓN PARA GAS NATURAL LICUADO

Caso de estudio: Plataforma Off-shore Adriatic LNG GBS



22 de abril



10 a 12.30 h



Online



Inscripción gratuita



Disertante

Prof. Dr. Ing. Civ.
Guillermo D. Di Pace

TEMARIO

1. INTRODUCCION AL GNL
2. PROYECTOS EN ARGENTINA
3. CASO DE ESTUDIO: ADRIATIC GBS - NLG

GAS NATURAL LICUADO

- El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en forma líquida.
- Se enfría el gas hasta aproximadamente a 112 K (-161 °C), que es la temperatura a la cual el metano —su componente principal— se convierte a forma líquida, a presión atmosférica.
- De esta forma permite su transporte. El volumen ocupado es 1/600. Se transporta en buques especiales (metaneros, gaseros...).
- El GNL es inodoro, incoloro, su densidad es de 450 kg/m³ y solo se quema si entra en contacto con aire a concentraciones de 5 a 15 %.



HISTORIA: INICIOS del GNL

En el pasado, el gas natural se consideraba un subproducto sin valor asociado con la extracción de petróleo crudo, hasta que en 1920 se hizo evidente que era una valiosa fuente de combustibles como el propano y el butano y como Gas Natural.

1941 – Primera planta de licuefacción en Cleveland, Ohio.

1959 – Primer envío de GNL por buque.

1960 – Primera planta de licuefacción con carga de base en Argelia.

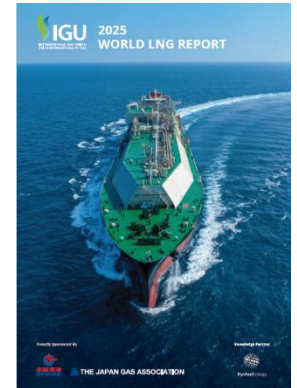
1964 – Comercio a gran escala entre Argelia y Europa.

1970 – A partir de la década del 70 el desarrollo fue vertiginoso...

HISTORIA: ACTUALIDAD

DATOS 2024

•Comercio Global	411.2 · 10 ⁶ ton
•Capacidad licuefaccion:	
• Global:	494.4 · 10 ⁶ ton
• Incluyendo proyectos:	1122.0 · 10 ⁶ ton
•Capacidad de regasificacion:	
• Global:	1064.7 · 10 ⁶ ton
• Off-shore y flotante:	207.3 · 10 ⁶ ton
•Buques:	
• Total:	742
• Transporte y terminal suministro	56



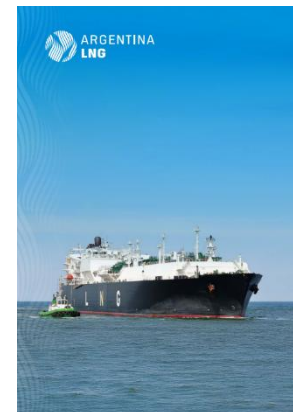
HISTORIA: ACTUALIDAD

Exportadores 2024	MTPA	Participación	Participación acumulada
Estados Unidos	87,7	21,5%	21,5%
Qatar	79,2	19,4%	40,9%
Australia	78,8	19,3%	60,2%
Rusia	33,0	8,1%	68,3%
Malasia	27,8	6,8%	75,1%
Indonesia	16,8	4,1%	79,2%
Nigeria	14,0	3,4%	82,6%
Argelia	11,8	2,9%	85,5%
Omán	11,7	2,9%	88,4%
Trinidad	7,9	1,9%	90,3%
Papúa Nueva Guinea	7,8	1,9%	92,2%
Emiratos Árabes Unidos	6,0	1,5%	93,7%
Brunei	4,8	1,2%	94,9%
Noruega	4,7	1,2%	96,1%
Angola	3,8	0,9%	97,0%
Perú	3,8	0,9%	97,9%
Mozambique	3,4	0,8%	98,7%
Guinea Ecuatorial	3,1	0,7%	99,4%
Camerún	1,3	0,3%	99,7%
Otros	1,6	0,3%	100,0%
Total	409,0	100,0%	-



HISTORIA: ACTUALIDAD

Importadores 2024	MTPA	Participación	Participación acumulada
China	77,6	19,0%	19,0%
Japón	66,6	16,3%	35,3%
Corea del Sur	46,5	11,4%	46,6%
India	27,3	6,7%	53,3%
Taiwán	21,5	5,3%	58,6%
Francia	18,8	4,6%	63,2%
Países Bajos	13,9	3,4%	66,6%
España	13,6	3,3%	69,9%
Tailandia	11,5	2,8%	72,7%
Italia	10,6	2,6%	75,3%
Turquía	9,1	2,2%	77,5%
Pakistán	8,0	2,0%	79,5%
Reino Unido	8,0	2,0%	81,4%
Kuwait	7,2	1,8%	83,2%
Singapur	6,1	1,5%	84,7%
Bélgica	5,8	1,4%	86,1%
Indonesia	5,8	1,4%	87,5%
Bangladesh	5,4	1,3%	88,8%
Alemania	4,9	1,2%	90,0%
Otros	40,8	10,0%	100,0%
Total	409,0	100,0%	-



REGASIFICACIÓN

Para que el GNL pueda llegar a los usuarios, es necesario regasificarlo e inyectarlo en la red nacional de gas.

1-Produccion



2-Transporte GN



PROCESO

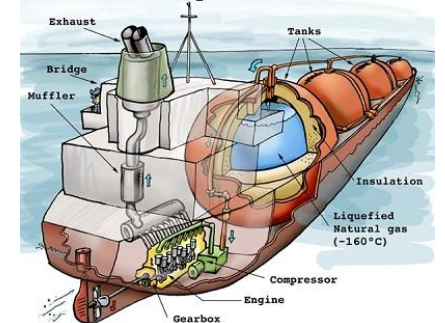
3-Licuefaccion



4-Deposito GNL



5-Transporte GNL



6-Deposito GNL



7-Regasificacion



8-Transporte GN



1-Produccion



2-Transporte GN



TERMINALES

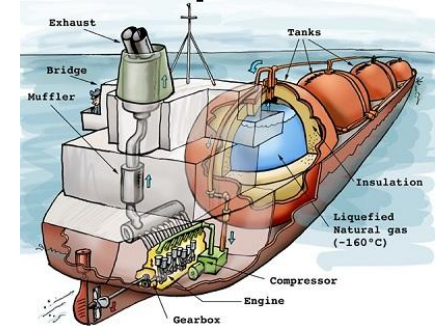
3-Licuefaccion



4-Deposito GNL



5-Transporte GNL



6-Deposito GNL



7-Regasificacion



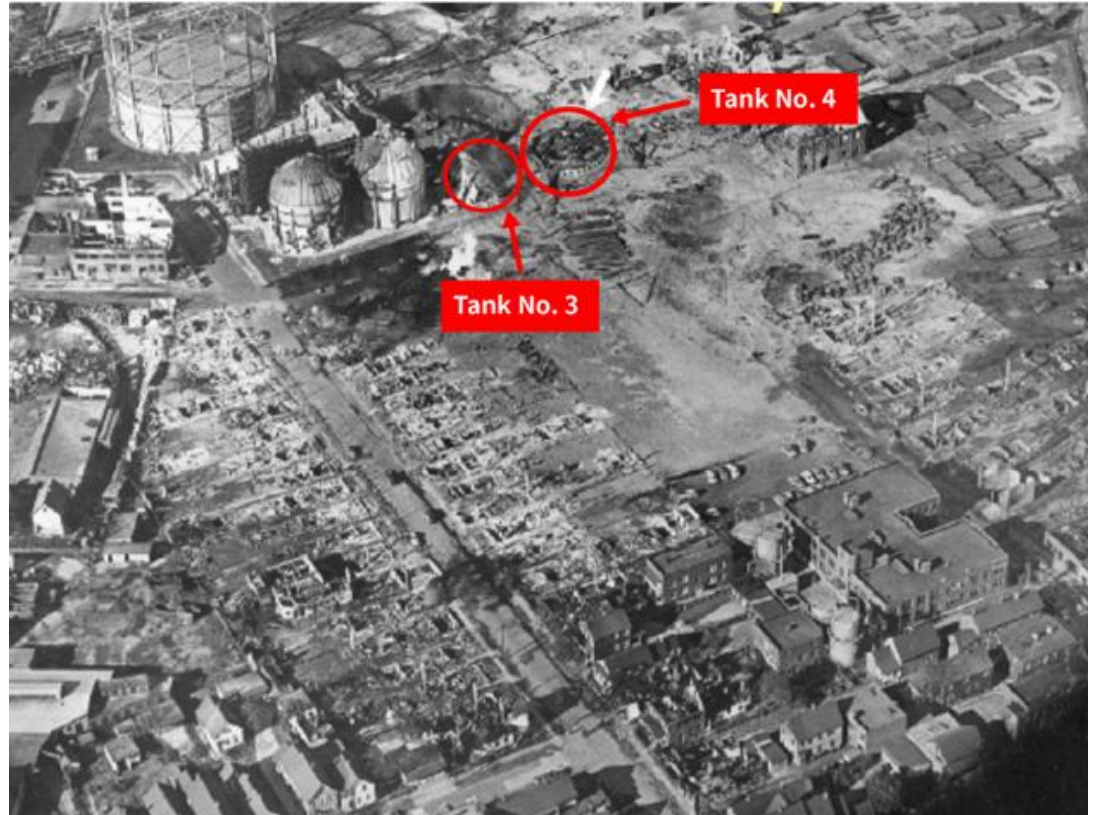
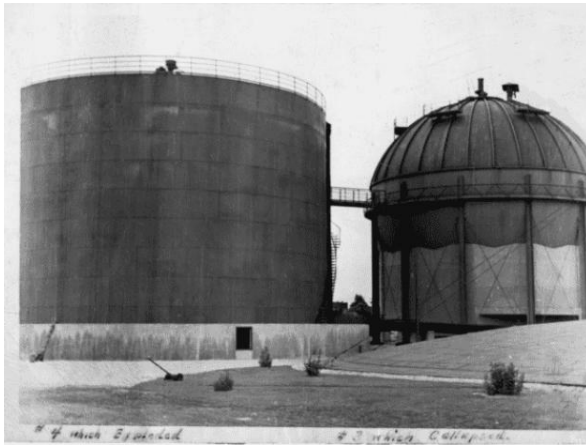
8-Transporte GN



EL DESASTRE DE CLEVELAND (1944)

- El 20 de octubre de 1944, se produjo una fuga de GNL del tanque de almacenamiento n°4.
- El gas licuado que se filtraba del tanque, ubicado en el extremo norte de la calle East 61, junto a la línea férrea New York Central, se vaporizó rápidamente, formando una densa nube de gas inflamable que se extendió por el vecindario circundante.
- La nube de gas se incendió y explotó.
- 20 minutos después, un segundo tanque (n°3) colapsó debido a la intensa exposición al calor en sus columnas de acero sin aislamiento. El contenido del tanque se evaporó rápidamente y se incendió, agravando aún más el desastre.
- Este evento catastrófico cobró la vida de más de 160 personas, dejó cientos de heridos graves y arrasó un vecindario entero.

DESASTRE DE CLEVELAND, EEUU 1944



Debido al riesgo se prefiere ubicar las terminales en muelles o puertos alejados, islas, o plataformas off-shore.

TERMINALES

- Fijas:
 - Puertos
 - Muelles
 - Islas
 - Off-shore
- Flotantes:
 - Barcos
 - Barcazas

VENTAJAS TERMINALES FIJAS

- Menor costo
- Pertenencia
- Mayor seguridad

TERMINALES DE HORMIGON

- Pueden ser fijas o flotantes (off-shore)
- Mayor compacidad
- Mayor seguridad
- Mayor vida útil
- Menor mantenimiento
- Menor costo final

ALGUNOS COSTOS DE TERMINALES

EJEMPLOS TERMINALES FLOTANTES

- Los buques regasificadores utilizados en Bahía Blanca y Escobar tienen un costo de alquiler y operación del orden de US\$100 millones anuales.
- El Exemplar estuvo amarrado 3728 días en Bahía Blanca y su alquiler y operación costó US\$1,262 millones.



- La operación en Escobar costó US\$150.000 por día, incluyendo tripulación, alquiler de muelle y alquiler de buque.

ALGUNOS COSTOS DE TERMINALES

EJEMPLOS TERMINALES FIJAS

Terminal de regasificación en **Dunkerque**, Francia. Inversión estimada €1.000 millones, construyó Techint. Capacidad de regasificación anual de 13 mil millones de m³, representa el 20% del consumo anual de Francia y Bélgica.



ALGUNOS COSTOS DE TERMINALES

EJEMPLOS TERMINALES FIJAS

- **Gate Terminal, Rotterdam, Países Bajos.**

Construido por TS LNG (SENER y Techint Engineering and Construction) por un monto de €800 millones con una capacidad de 540.000 m³ , 2015



ALGUNOS COSTOS DE TERMINALES

EJEMPLOS TERMINALES FIJAS / OFF-SHORE

- Terminal de **LNG Adriatic GBS**, deposito y regasificación en plataforma off-shore a 20 km de Venecia, Italia.
- **Costo obra civil + depósitos: ???**



TEMARIO

1. INTRODUCCION AL GNL
2. PROYECTOS EN ARGENTINA
3. CASO DE ESTUDIO: ADRIATIC GBS - NLG

ALGUNOS PROYECTOS EN ARGENTINA

SOUTHERN ENERGY

- Socios: Panamerican Energy, YPF, Pampa Energía, Harbor Energy y Golar LNG
- Primera fase de Argentina LNG
- 2 Unidades flotantes (FLNG) en Rio Negro
- Aprobado RIGI (Régimen de Incentivos para Grandes Inversiones) US\$6878 millones

Argentina LNG, Etapas 2 y 3

- Socios: YPF, ENI, ADNOC...
- 2 o 3 Unidades flotantes (FLNG) en Rio Negro

ALGUNOS PROYECTOS EN ARGENTINA

LNG del Plata (Camuzzi)

- Unidad flotante cercana al puerto de Ensenada (Prov. De Buenos Aires)

TECPETROL (Techint)

- Proyecto propio con una terminal fija, presuntamente en Bahía Blanca



Tecpetrol planea construir una planta modular de 4 MTPA con miras a ampliarla hasta los 20 MTPA.

TEMARIO

1. INTRODUCCION AL GNL
2. PROYECTOS EN ARGENTINA
3. CASO DE ESTUDIO: ADRIATIC GBS - NLG

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto fue proveer al Norte de Italia de una plataforma de gas capaz de redistribuir un mínimo de 6.1 millones de toneladas por año (aproximadamente 10% del consumo italiano) de gas procedente de Qatar .

YPF y ENI están negociando la provisión de gas desde Vaca Muerta en un futuro cercano.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El cliente fue la empresa RAS Laffan Liquefied Natural Gas Company, Ltd. representada por EXXON - Mobil que adjudicó a la empresa Akker Kvaerner-Skanska el proyecto de construcción e instalación de la Terminal y el subcontrato de obra civil fue adjudicado a ACCIONA de España.

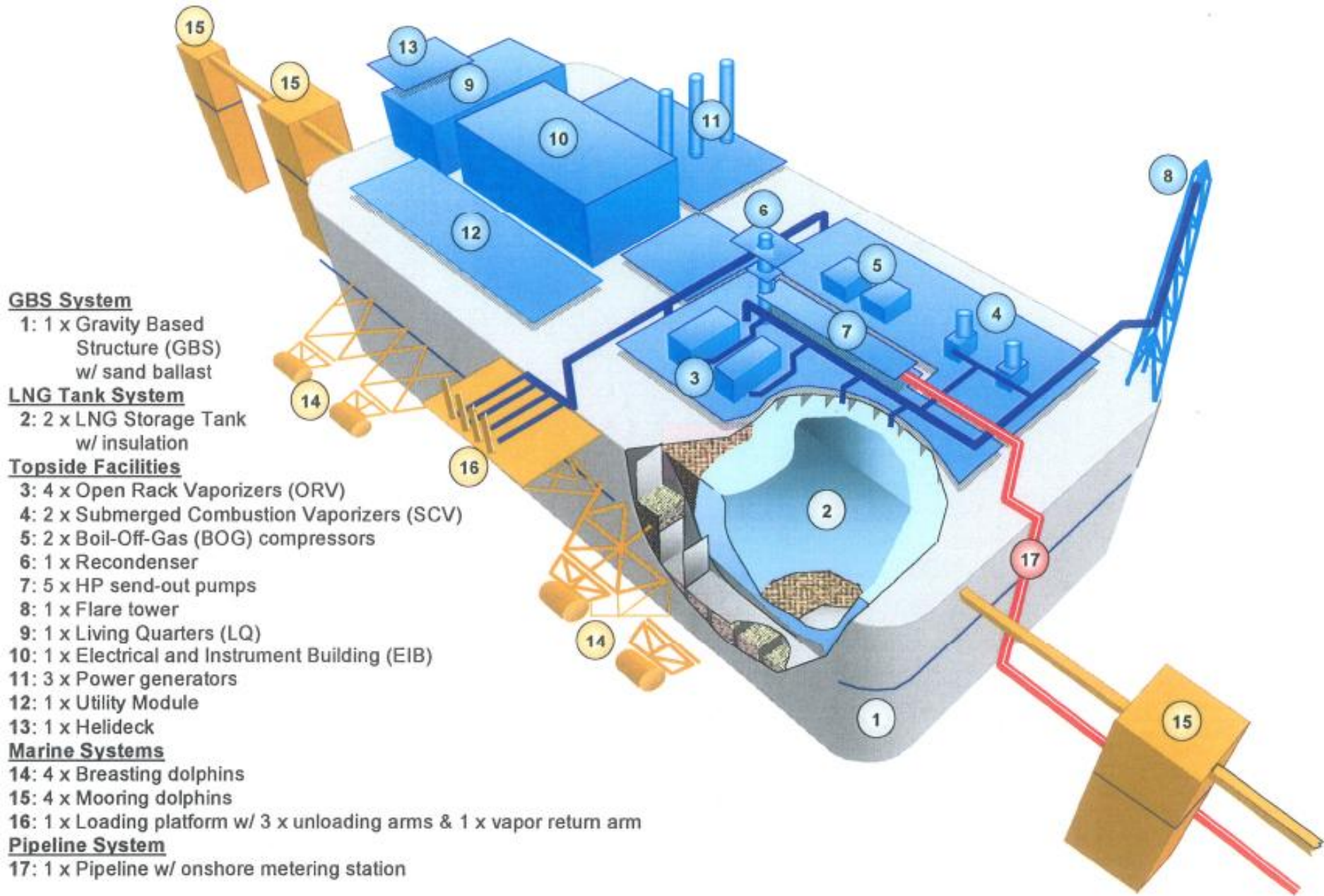
La Terminal se localiza mar adentro en el norte del mar Adriático y la estructura de hormigón (**GBS: Gravity Based Structure**) sirve a la vez como soporte de todas las instalaciones y almacenaje del gas.

TERMINAL GNL

La Terminal recibe gas de petroleros de 145.000 m³ de capacidad, siendo posteriormente transferido a los tanques de almacenaje. La terminal tiene una capacidad de 250.000 m³ de gas, usando dos tanques alojados en la estructura de hormigón, cuya capacidad unitaria es de 125.000 m³.

El gas se distribuye a Italia mediante una tubería de 30 pulgadas de diámetro.

El tamaño medio del GBS es aproximadamente de 180 metros de largo por 88 metros de ancho y 60 metros de alto. Se dimensionó para resistir las cargas ambientales, esencialmente viento, oleaje y terremotos, además de las operaciones marítimas que precedieron a su ubicación final en Italia.



GBS System

- 1: 1 x Gravity Based Structure (GBS) w/ sand ballast

LNG Tank System

- 2: 2 x LNG Storage Tank w/ insulation

Topside Facilities

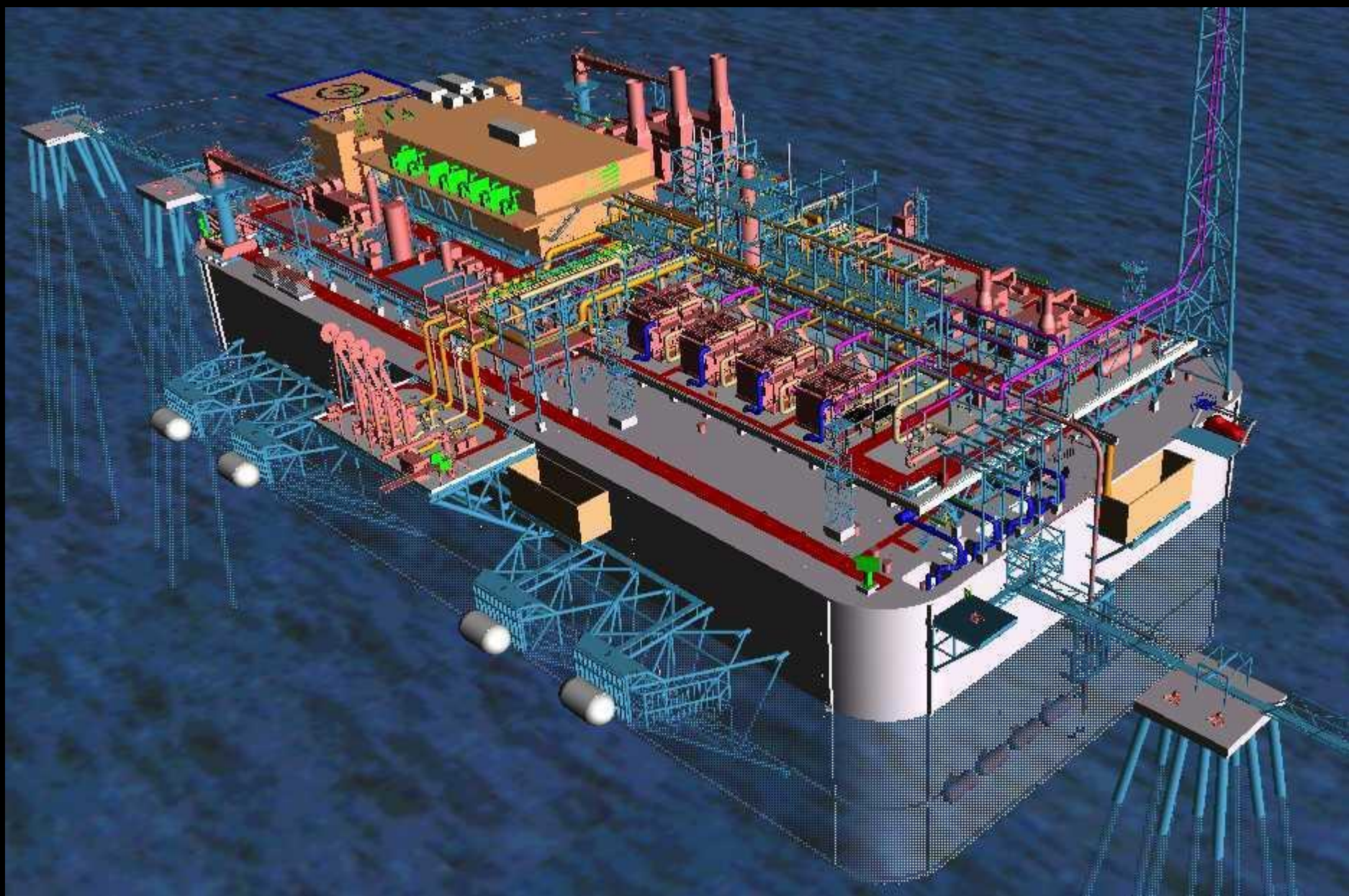
- 3: 4 x Open Rack Vaporizers (ORV)
- 4: 2 x Submerged Combustion Vaporizers (SCV)
- 5: 2 x Boil-Off-Gas (BOG) compressors
- 6: 1 x Recondenser
- 7: 5 x HP send-out pumps
- 8: 1 x Flare tower
- 9: 1 x Living Quarters (LQ)
- 10: 1 x Electrical and Instrument Building (EIB)
- 11: 3 x Power generators
- 12: 1 x Utility Module
- 13: 1 x Helideck

Marine Systems

- 14: 4 x Breasting dolphins
- 15: 4 x Mooring dolphins
- 16: 1 x Loading platform w/ 3 x unloading arms & 1 x vapor return arm

Pipeline System

- 17: 1 x Pipeline w/ onshore metering station



DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

LOSA DE FONDO

La losa de fondo de 0,7 m de altura fuertemente armada (con 4 capas de refuerzo en ambas caras de la losa) y pretensada en dirección longitudinal y transversal.

Dentro de la estructura están embebidos varios sistemas de tuberías destinados a las operaciones de flotación y transporte.

El área de la losa es de 15.800 m² con un total de 10.000 m³ de hormigón.



MUROS DE DOBLE CASCO

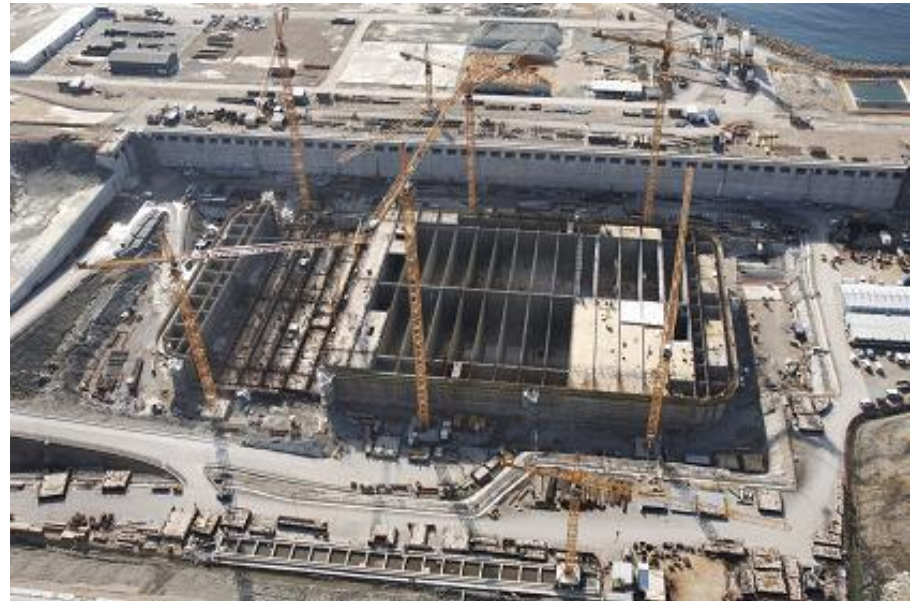
Sobre la losa de fondo se sustentan los muros de doble casco de 12,2 m de alto con espesores comprendidos entre los 450 mm y los 600 mm.

El volumen de hormigón de estos muros es de 20.000 m³.



LOSA INTERMEDIA

Sobre estos muros se sustenta la losa intermedia de 0,6 m de alto que contiene armadura criogénica en la zona de soporte de los tanques, los sistemas de calefacción, una barrera de vapor metálica y un complejo sistema de aislación térmica.



MUROS LATERALES

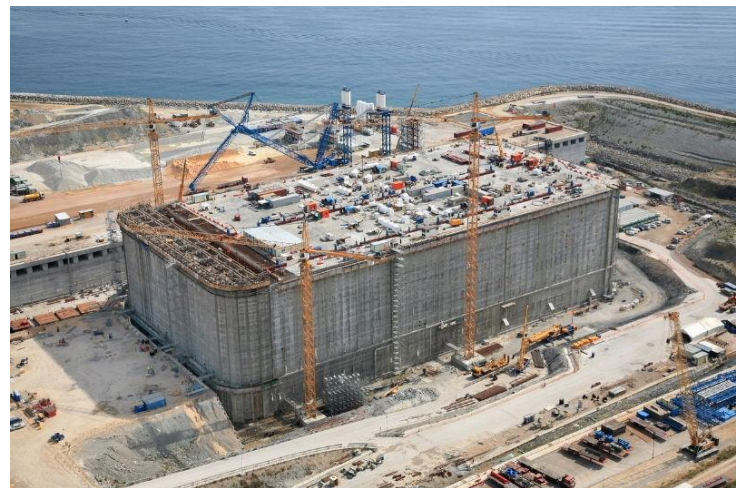
Los muros superiores de aproximadamente 33 m de altura se realizaron íntegramente con encofrado deslizante. Los muros exteriores tienen cámaras huecas para el funcionamiento de la terminal y para permitir el lastrado final. Interiormente están recubiertos por una barrera de vapor, consistente en una lamina continua de acero al carbono de 3 mm de espesor.



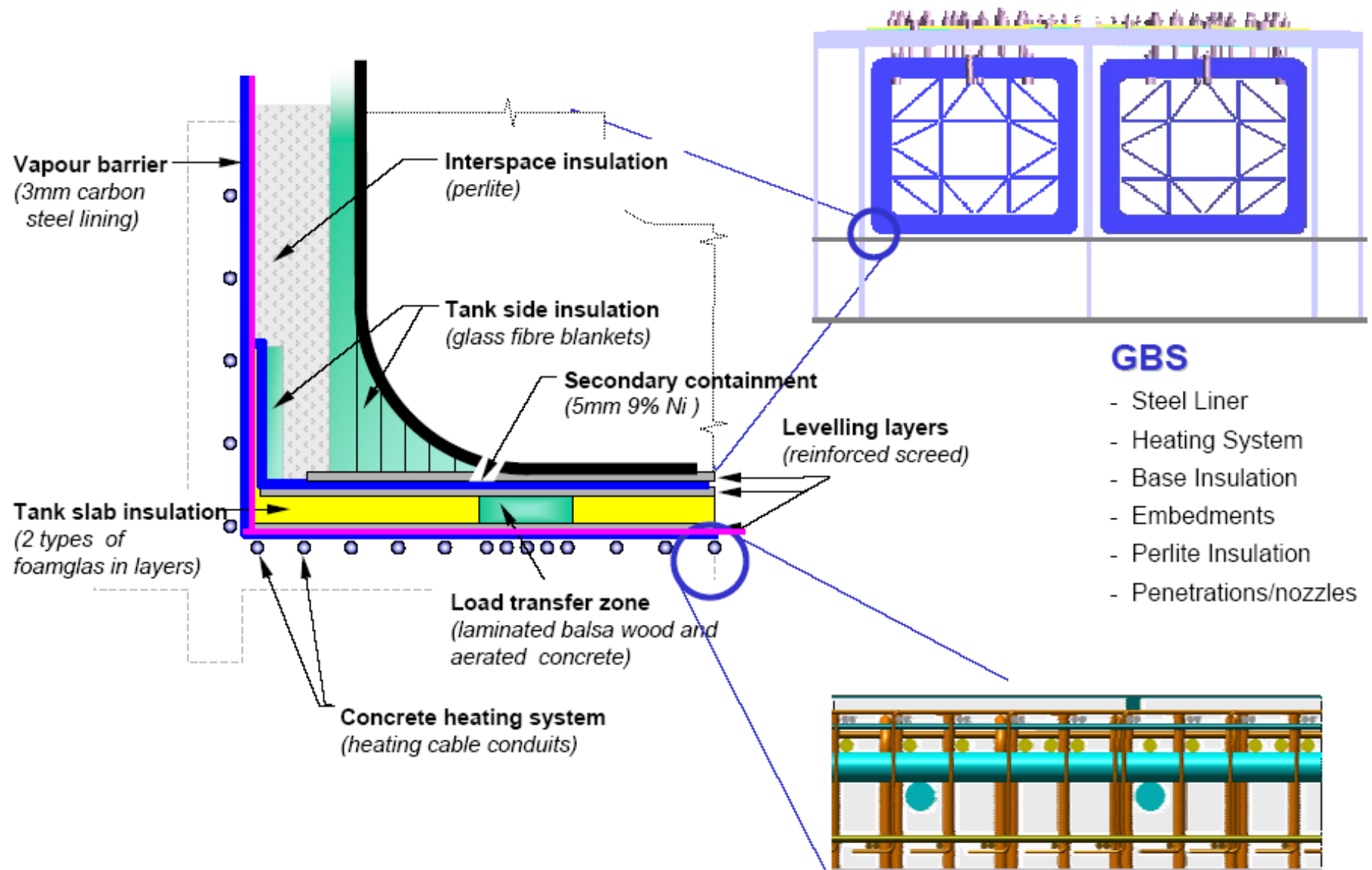
TECHO

El techo consiste en 40 vigas prefabricadas de 35 m de luz y 230 ton y una losa de cierre de 2 m de espesor realizada con encofrados perdidos. Toda esta estructura esta envuelta en una barrera de vapor continua de acero al carbono.

Sobre la losa de techo se coloca la refinería, las habitaciones para el personal y demás instalaciones.



AI SLACION TERMICA



GBS

- Steel Liner
- Heating System
- Base Insulation
- Embedments
- Perlite Insulation
- Penetrations/nozzles

FICHA TÉCNICA

Resumen de Insumos GBS	Encofrado	m ²	215.000
	Acero	ton	27.000
	Hormigón	m ³	90.000
	Postensionado Horizontal	ton	2.050
	Postensionado Vertical	ton	2.050
	Anclajes de Postensionado	u	3.900

FICHA TÉCNICA

Resumen de Instalaciones Mecánicas GBS	Acero Estructural	ton	3.500
	Tuberías	kg	115.000
	Instalaciones Eléctricas	m	10.000
	Instrumental y Comunicaciones	m	2.000
	Protección contra la corrosión	m ²	7.000
	Tuberías de Calefacción	m	43.000
	Barrera de Vapor	ton	610

Obra Cajón Adriatic LNG Terminal Algeciras

Algeciras Adriatic LNG terminal Caisson project

John Knight⁽¹⁾, Antonio Arcas Pedregosa⁽²⁾

Félix Ambrosio Račić⁽³⁾

Tabla 1. Resumen de los pesos generales de la estructura
Table 1. Structure overall weight summary

GBS <i>GBS</i>	241.544	Toneladas (<i>Tons</i>)
Tanques <i>Tanks</i>	21.070	Toneladas (<i>Tons</i>)
Top Sides (Módulos Industriales) <i>Top Sides (Industrial Modules)</i>	18.315	Toneladas (<i>Tons</i>)
Peso total a flotar sin lastre <i>Total weight to be floated excluding ballast</i>	280.929	Toneladas (<i>Tons</i>)

Le dimensioni del terminale



2,3 volte l'area di un campo di calcio



- Circa 90.000 m³ di cemento, 30.000 t di cavi e barre di post-tensionamento, 350.000 t di zavorra solida
- Due serbatoi di stoccaggio GNL da 125.000 m³ cad (8.500 t)
- Impianti tecnologici e civili "topsides" per oltre 15.000 t
- Possibilità di ormeggio di navi metaniere con capacità fino a 152.000 m³

ExxonMobil

Energia: una sfida per il mondo, una priorità per noi.

DIQUE SECO

Los Barrios

Palmones

Campamento, San Roque, España

La Línea de la Concepción

Gibraltar

Gibraltar

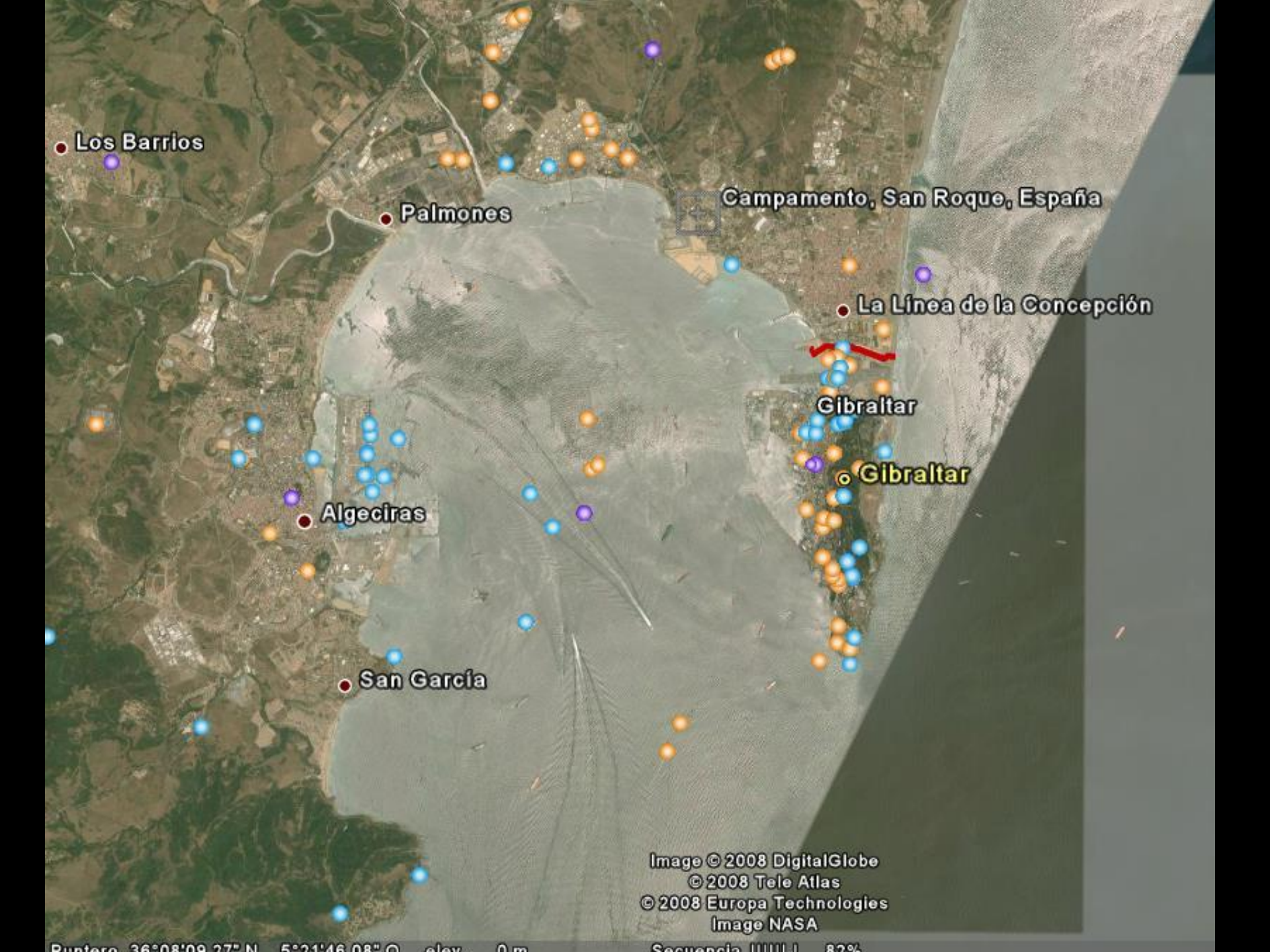
Algeciras

San García

Image © 2008 DigitalGlobe
© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies
Image NASA

Runtero 36°08'09.27" N 5°21'46.08" O elev. 0 m

Secuencia [|||||] 82%



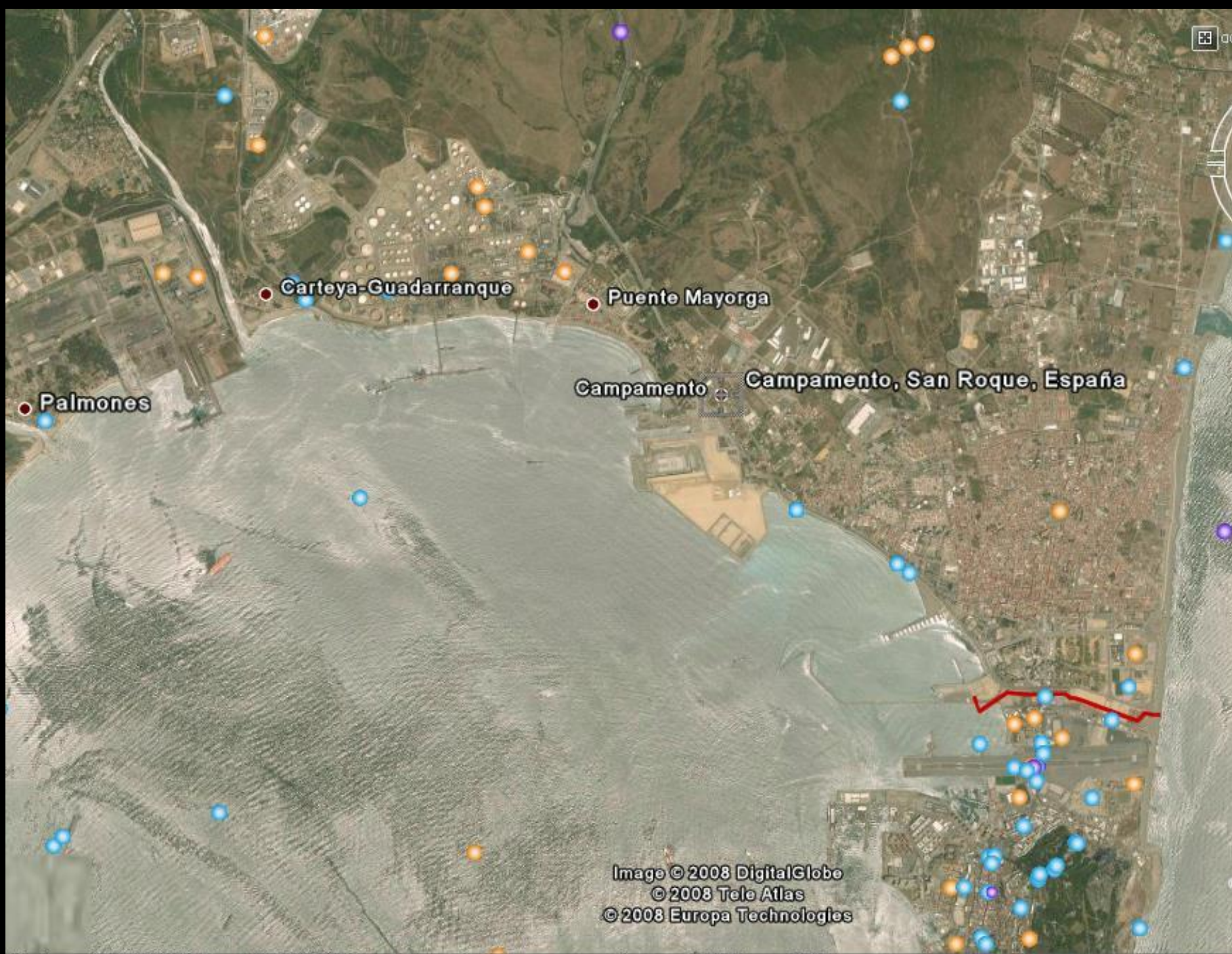


Image © 2008 DigitalGlobe
© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies

Puntero 36°10'09.60" N 5°22'28.26" O elev. 3 m

Secuencia ||.|| 55%











Nivel de Cimentación: 20 m por debajo de la marea astronómica
mas baja

***SECUENCIAS
CONSTRUCTIVAS***

CONSTRUCCION

HORMIGON

HORMIGONES DE ALTA PRESTACION

- Hormigones para los Deslizados Laterales
- Hormigones para las Vigas de Techo

HORMIGON DE ALTA PRESTACION

- Resistencia: 45/55 MPa a 28 días
- Módulo de Elasticidad: 32 +/- 3 GPa
- Relación A/C < 0,4
- Contenido de Cemento: 360/450 Kg/m³
- Contenido de C₃A del cemento: 4/8%
- Densidad: 2385 +/- 25 Kg/m³
- Máximo contenido de Cl⁻ : 0,10 % de C

EXIGENCIAS DE DESEMPEÑO

1. DIFUSION DE CLORUROS (NT Build 443)

$$D < 4 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 / \text{s}$$

2. TEMPERATURA

$T < 65 \text{ }^\circ\text{C}$ en todo lugar e instante!

3. ENERGÍA DE FRACTURA (FRAGILIDAD)

$$I_f > 200 \text{ mm}$$

4. RESISTENCIA A LA REACTIVIDAD ALCALI-SILICE

DOSIFICACION DE LA MEZCLA

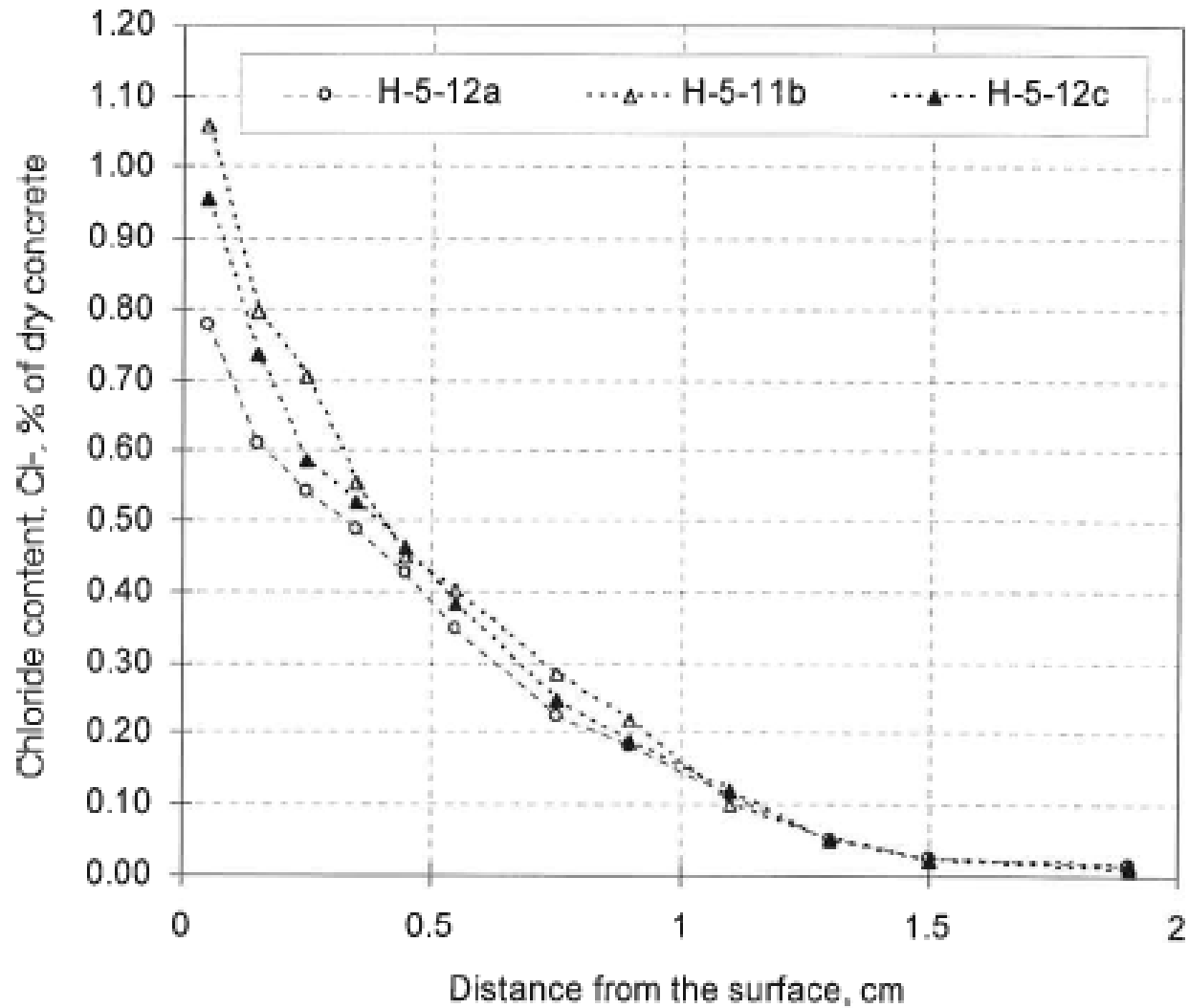
Plan de Ensayos previos

- SINTEF, Noruega
- Universidad Politécnica de Madrid,
Departamento de Ciencia de los Materiales
- IBERINSA
- Instituto E. TORROJA

Ajuste de Dosificación en Obra

- Laboratorio de Obra
- SERGEYCO

Chloride profiles NT Build 443



MEZCLA DE HORMIGON PARA DESLIZADOS Y VIGAS DE TECHO

Cemento:

CEM II /A-S 42,5. Cemento Portland con Escoria de Alto Horno, Resistente a los Sulfatos e inhibidor de la Reacción Álcali- Árido.

Áridos:

Árido Grueso: Piedra partida granítica de Gerena (Sevilla) en dos fracciones: 18-12 mm y 12-6 mm

Árido Fino: Arena natural de Huelva 5-0 mm.

Aditivos:

Superplastificante

Plastificante y retardante (diseñado especialmente para deslizados)

Incorporador de Aire

Adiciones:

Microsílice

COMPONENTE	kg/m³
CEMENTO	400
MICROSÍLICE (0, 4 Y 6 % DEL CONTENIDO DE CEMENTO)	0-16-24
AGUA	166
ARENA NATURAL	834
GRANITO 6-12 mm	562
GRANITO 12-18 mm	384
SUPERPLASTIFICANTE	4,5
PLASTIFICANTE - RETARDANTE	1,2
INCORPORADOR DE AIRE	0,1
TOTAL	2368,3

Tabla 5. Características del Hormigón del Adriatic LNG GBS*Table 5. Adriatic LNG GBS Concrete Characteristics*

Resistencia a Compresión a 28 días <i>28 days compressive strength</i>	N/mm ²	75.5	Notas/Tolerancias de Proyecto <i>Notes/Design Tolerances</i>
Resistencia a Tracción <i>Tensile Strength</i>	N/mm ²	4.75	NA
Coefficiente de dilatación Térmica <i>Coefficient of thermal expansion</i>	µm/m°C	12	NA
Módulo de Elasticidad <i>Young's modulus</i>	GPa	33.9	+/- 3 Gpa
Coefficiente de Creep <i>Creep coefficient</i>		1	A 90 días
Densidad <i>Density</i>	Kg/m ³	2385	2360/2390
Calor adiabático de hidratación <i>Hydration adiabatic heat</i>	°C	47	T ^a máxima durante el fraguado 65< <i>Max. Temperature during curing 65<</i>
Coefficiente de difusión de cloruros <i>Chloride diffusion coefficient</i>	m ² /s	4.18*10 ⁻¹²	ND
Coefficiente de Poisson <i>Poisson Coefficient</i>		0.18	ND
Energía de Fractura (Gf) <i>Fracture Energy (Gf)</i>	N/mm ²	155.9	ND
Penetración de agua (media) <i>Water penetration (average)</i>	mm	5	ND

Arcas, A. et al "Algeciras Adriatic LNG terminal Caisson project" Hormigón y Acero, Vol. 57, nº 247, págs. 11-40, enero-marzo, 2008

***PLANTAS DE
HORMIGÓN***



















***GARANTIA DE CALIDAD
DEL HORMIGON***



ESPECIFICACIONES GENERALES



PRODUCCIÓN



MANUAL DE CALIDAD



CERTIFICACION PRODUCTOS Y EQUIPOS



CERTIFICACION DE LOTES



PROCEDIMIENTOS GENERALES Y PARTICULARES



DETALLE DE TAREAS (WORK PACKAGES)



NO CONFORMIDADES



ORDEN DE SERVICIO (SITE INSTRUCTIONS)



NOTA DE PEDIDO (SITE QUERY)



CALIBRACION DE EQUIPOS



AUDITORIAS EXTERNAS

EXIGENCIAS DE CALIDAD DE HORMIGONES

1. Recipientes de contención para centrales nucleares
2. Recipientes y estructuras de hormigón para Ingeniería de Petróleo y Gas
3. Puentes de grandes luces
4. Hormigón para industrias con procesos agresivos
5. Túneles, puertos, canales, conductos y esclusas de navegación
6. Represas
7. Edificios de gran altura
8. Autopistas, viaductos e intercambiadores
9. Instalaciones aeroportuarias
10. Bases y fundaciones

CONSTRUCCION















DETALLE DE LOS ENCOFRADOS DESLIZANTES

- Altura de deslizado: aprox. 33 m
- Espesor muro central: 2 m
- Espesor muros laterales: 7 m (con huecos)
- Avance: variable en función del fraguado y la temperatura
Promedio: 10 cm por hora
- Control estricto de temperaturas
- Hormigón pre-enfriado con hielo y nitrógeno
- Medición continua de temperatura en el hormigón con termocuplas
- Reparación de defectos a la salida del encofrado deslizante































Vigas de Techo







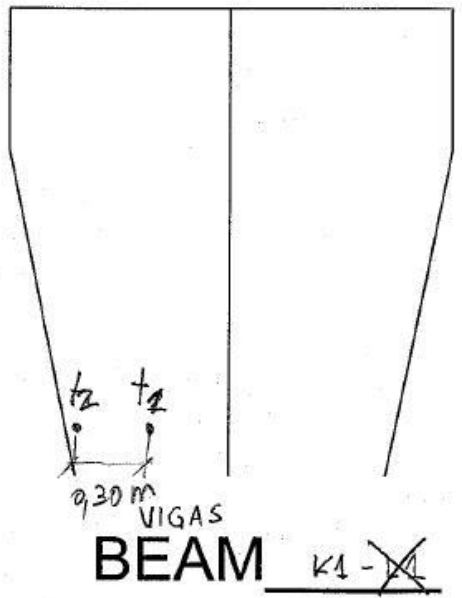
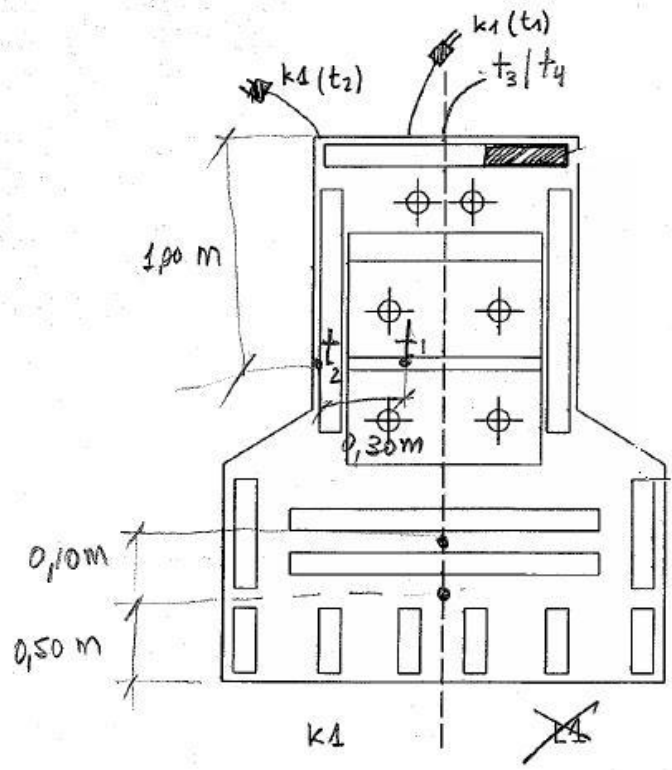






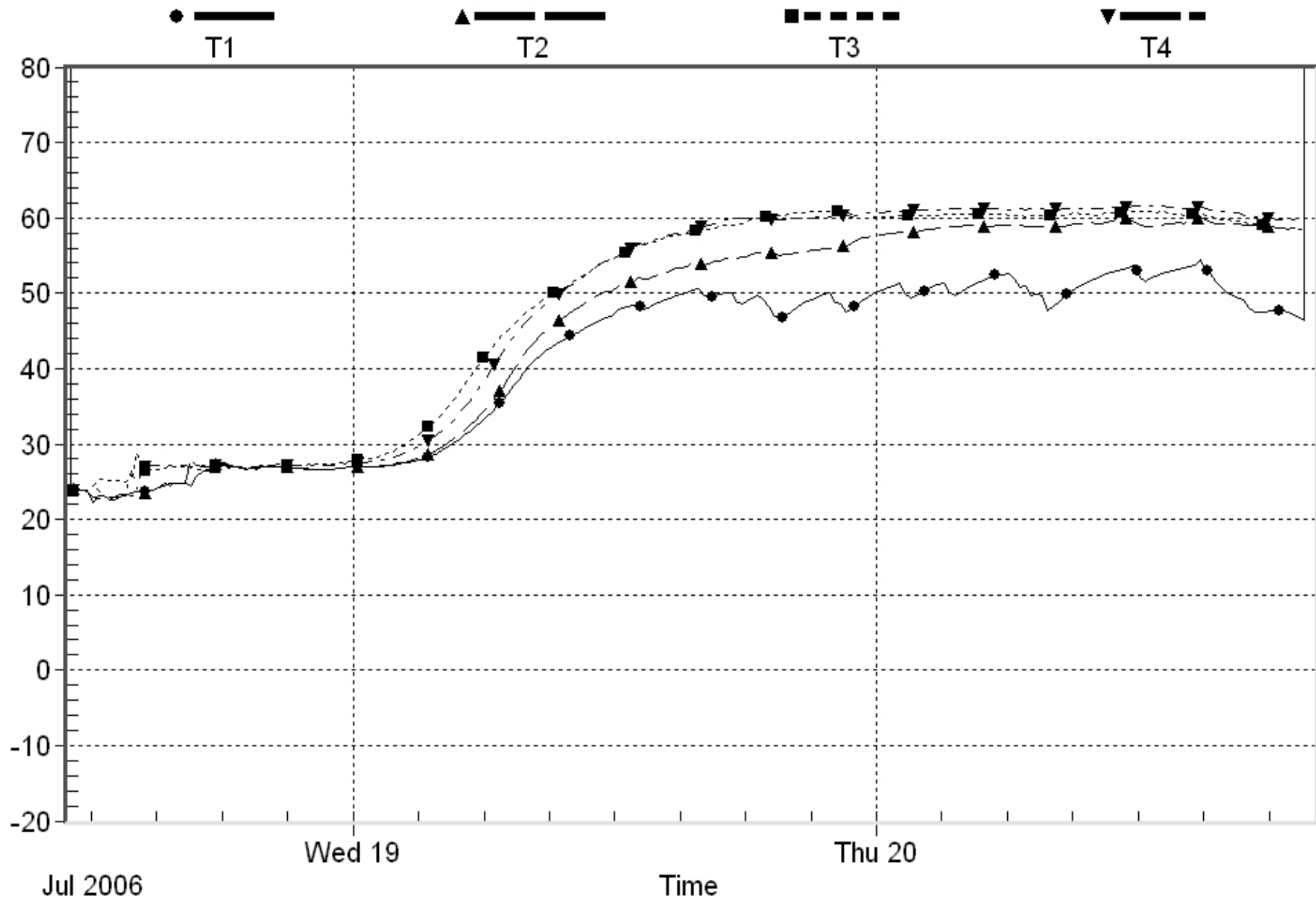






Beam K1 18-7-06

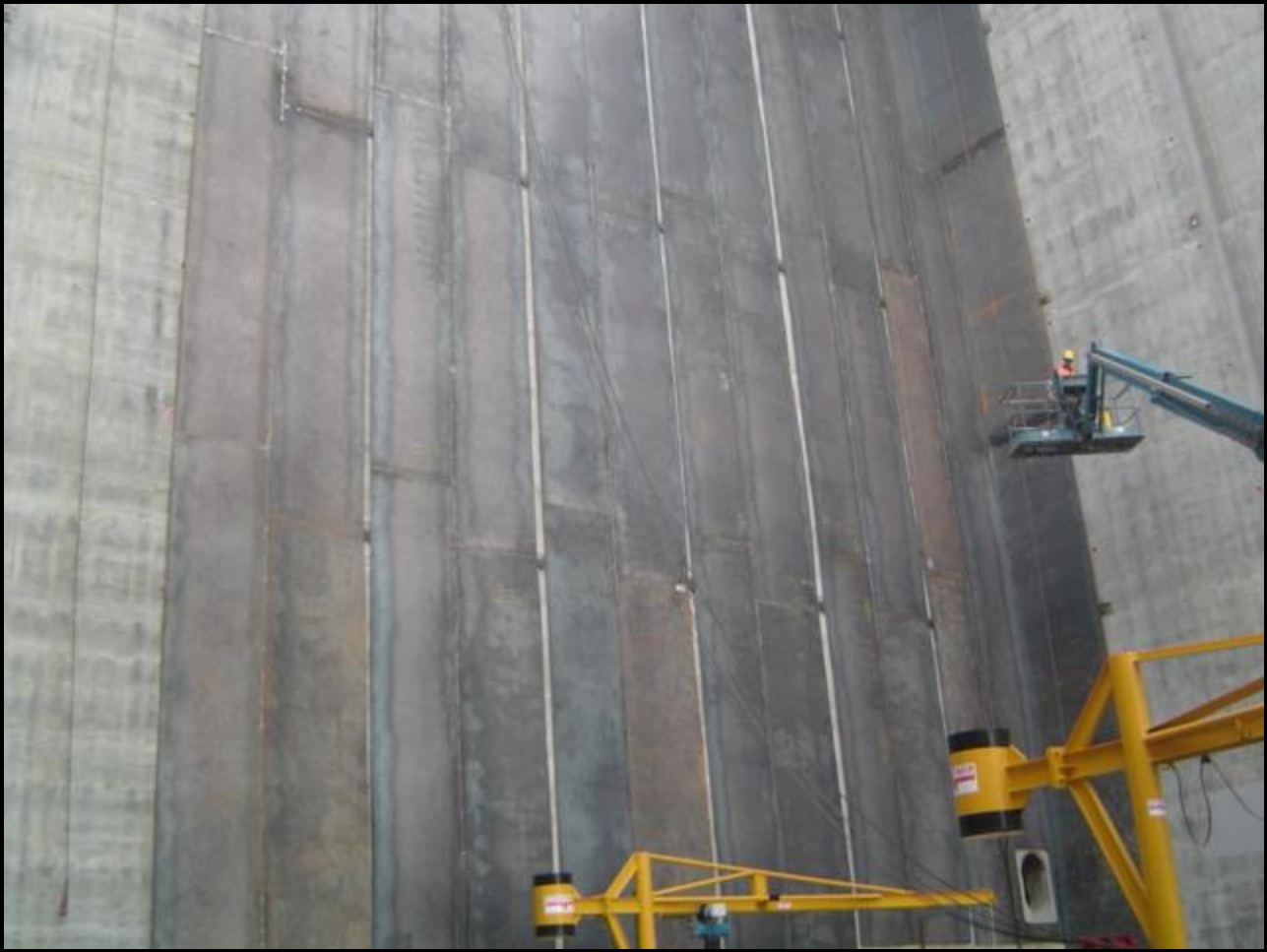
Temperature T1/T4



















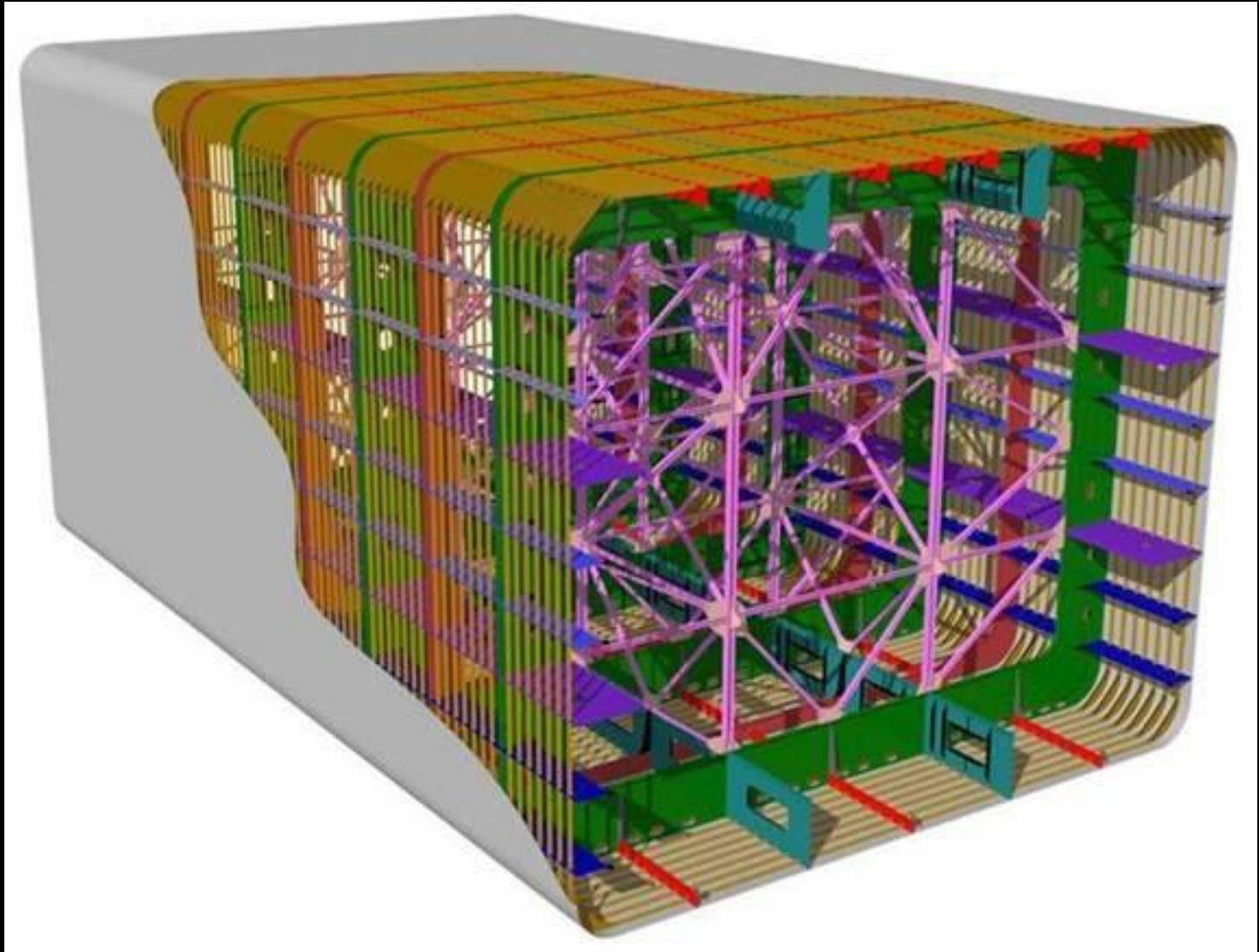


Losa de Techo





***Tanques de
Almacenamiento de GNL***



ESTRUCTURA DEL TANQUE



ESTRUCTURA INTERNA RESERVORIO



MONTAJE DEL TECHO DEL RESERVORIO





TRANSPORTE DE SECCIÓN DEL TANQUE







ARRIBO DEL BLUE MARLIN CON LOS TANQUES







MOVILIZACION DEL TANQUE POR RAMPA





INSERCIÓN DE TANQUES



INSERCIÓN DE TANQUES

***Secuencia Final
de Cerramiento***





***CONCLUSIÓN DE LA OBRA
2007-2008***





MODULO DE ALOJAMIENTO



PLANTA DE GENERACIÓN



MAYO 2008

MAYO 2008



MAYO 2008



MAYO 2008



MAYO 2008



Fasi di costruzione del gasdotto in Italia



Posa della condotta in aree agricole



Varo della condotta nelle aree umide

ExxonMobil

Energia: una sfida per il mondo, una priorità per noi.



CONSTRUCCIÓN ESTACION DE BOMBEO EN CAVARZERE - ITALIA

INUNDACION DEL DIQUE SECO

28 DE MAYO DE 2008







ANCLAJE Y COMIENZO DE OPERACION

ALGUNOS COSTOS DE TERMINALES

EJEMPLOS TERMINALES FIJAS / OFF-SHORE

- Terminal de **LNG Adriatic GBS**, deposito y regasificación en plataforma off-shore a 20 km de Venecia, Italia.
- Costo obra civil + depósitos: **€350 millones** (Acciona Infraestructuras) + **US\$108 millones** (Hyundai Heavy Industries)



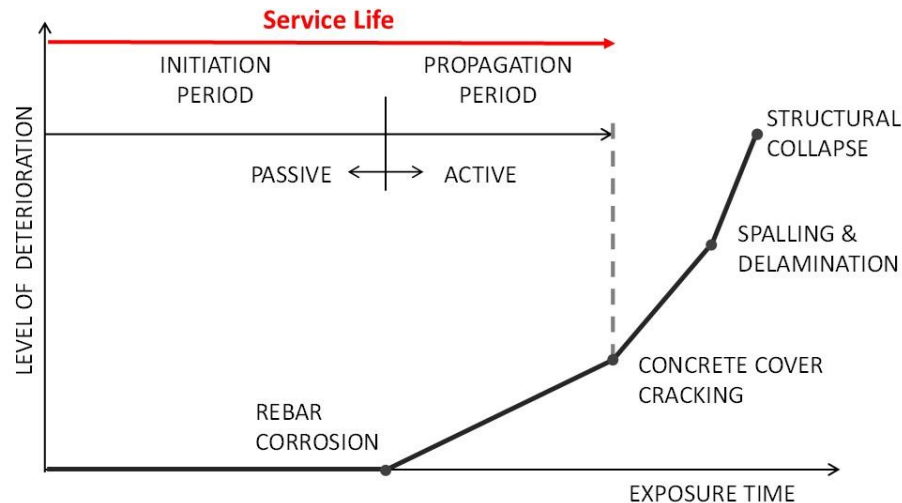
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Las terminales fijas presentan alternativas mejoradoras respecto de las terminales flotantes.
- Las terminales fijas resultan mas económicas si se consideran los gastos a lo largo de su utilización.
- Las terminales de hormigón incrementan la seguridad de las operaciones y existe tecnología como para construirlas en tierra o como estructuras off-shore.
- La tecnología actual del hormigón permite un diseño por vida útil de 100 o mas años sin gastos de reconstrucción y con mantenimiento mínimo.

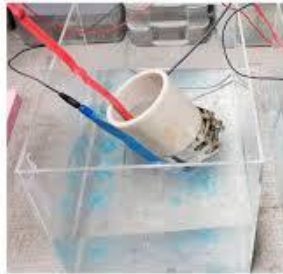
TECNOLOGIAS INNOVATIVAS

1. Utilización de mezclas de hormigón autocompactantes.
2. Diseño de mezclas H100 / H120.
3. Uso de aditivos hiperfluidificantes de ultima generación.
4. Uso de aditivos de cristalización para reducir la permeabilidad del hormigón.
5. Considerar el tiempo de propagación de la corrosión en la vida útil de las armaduras de estructuras en contacto o cercanías de agua de mar.



6. Diseño y control de la mezcla usando ensayos de permeabilidad acelerados:

NT Build 492 “Chloride Migration Coefficient”



SIA 262/1 – EN - ASTM



7. Verificación de la vida útil en estructuras terminadas mediante métodos ND.

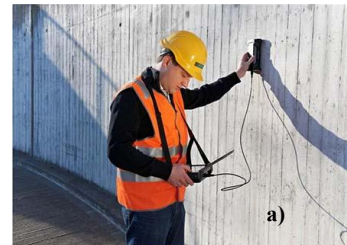
Resistividad



Perm al Aire



Detec Armaduras



Radar



Fin de la Presentación !