



OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR DEL TRANSPORTE FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE I+D TRANSPORTE EN EL PROGRAMA MARCO

Experiencias de entidades gallegas en Proyectos del 7º Programa Marco

PROYECTO COPATCH: AIMEN - CARDAMA



EGAP, Santiago de Compostela 25 de Mayo de 2011

COMPOSITE PATCH REPAIR OF METALLIC MARINE STRUCTURES
“Co-Patch” www.co-patch.com

Collaborative Project
Sustainable Surface Transport
Call ID FP7-SST-2008-RTD-1– Proposal N° 233969

- ✓ *Duración: 36 Meses (2010 – 2012)*
- ✓ *Presupuesto Total: 5.284.000 euros*
- ✓ *Financiación EC: 3.550.000 euros*

- ✓ *Solicitud: Mayo 2008*
- ✓ *Inicio del proyecto: “Kick-off meeting” Atenas, Enero 2010*
- ✓ *Reuniones PSC (Project steering committee): Julio 2010 (Estoril-Portugal), Enero 2011 (París-Francia).*

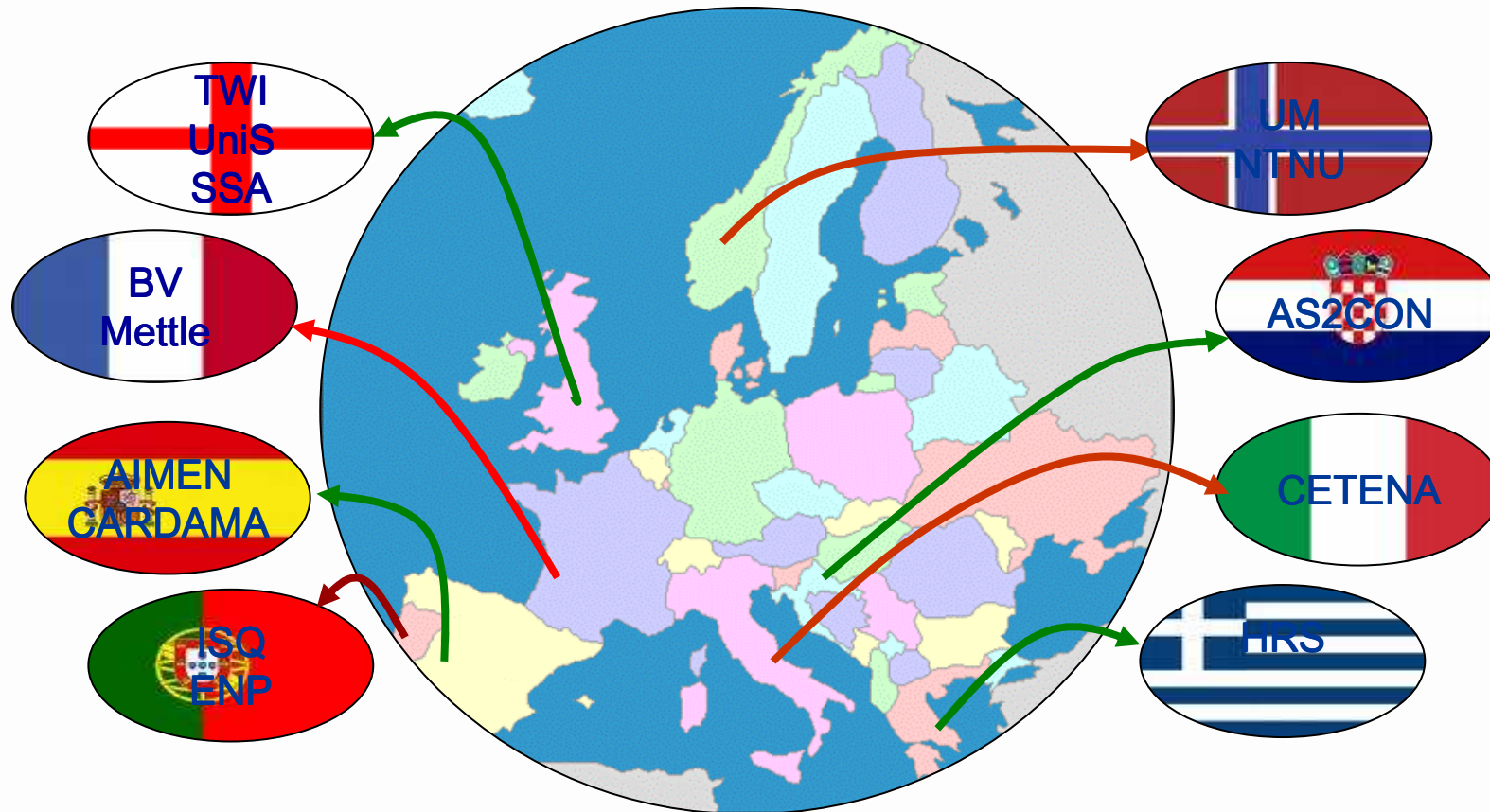
- ✓ *Próximas reuniones PSC: Junio 2011 (Rijeka-Croacia), Enero 2012 (Génova-Italia), **Junio 2012 (Vigo-España)**, Diciembre 2012 (Egham-UK).*

Cronología de solicitud del proyecto

- December 2007:** Project profile sheet – FP7 Transport brokerage event at Delft
First feedback from METTLE, ISQ, AIMEN, TWI
- January 2008: Start forming the consortium
- May 2008: Submission of proposal
- September 2008: Evaluation results available
- November 2008: Project accepted; invitation to negotiations
- January 2009: Submission of 1st revision of DoW and budget
- April 2009: Withdrawal of DNV
- May 2009: BV enters the consortium
- June 2009: Submission of 2nd revision of DoW and budget
- October 2009: Submission of 3rd revision of DoW and budget (final)
- November 2009: NTUA signs the GA
- December 2009: EC signs the GA
- 1st January 2010:** **Start of the project**

COMPOSITE PATCH REPAIR OF METALLIC MARINE STRUCTURES (FP7 2008)

SOCIOS



Perfil de los socios Co-Patch

3 Universidades:

- ***NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS (NTUA), Greece***
(Coordinador)
- ***NORGES TEKNISK - NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET (NTNU), Norway***
- ***THE UNIVERSITY OF SURREY (UniS), United Kingdom***

3 Centros Tecnológicos:

- ***TWI Ltd., United Kingdom***
- ***INSTITUTO DE SOLDADURA E QUALIDADE (ISQ), Portugal***
- ***ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN METALÚRGICA DEL NOROESTE (AIMEN), Spain***

Perfil de los socios Co-Patch

2 Sociedades de Clasificación Naval:

- ***BUREAU VERITAS (BV), France***
- ***HELLENIC REGISTER OF SHIPPING (HRS), Greece***

4 Astilleros y asociaciones de astilleros:

- ***UMOE MANDAL AS (UM), Norway***
- ***ESTALEIROS NAVAIS DE PENISCHE S.A. (ENP), Portugal***
- ***FRANCISCO CARDAMA S.A. (CARDAMA), Spain***
- ***SHIPBUILDERS AND SHIPREPERAIRS ASSOCIATION (SSA), United Kingdom***

Perfil de los socios Co-Patch

3 Empresas Consultoras e I+D:

- *ALVEUS d.o.o. (AS2CON), Croatia*
- *CETENA S.p.A.(CETENA), Italy*
- *METTLE SARL (METTLE), France*

Francisco Cardama, S.A. ASTILLEROS Y VARADEROS

La trayectoria de FRANCISCO CARDAMA, S.A. arranca el 18 de Junio de 1.932 por cuenta de Francisco Cardama Godoy, con objeto de ampliar la empresa que tenía su nombre y que venía funcionando desde el año **1.910**.



- ✓ En sus inicios se dedicaba a la construcción y reparación de buques de madera.
- ✓ En la década de los **años sesenta** se va transformando para poder también varar y reparar buques de hierro, fundamentalmente de pesca.
- ✓ Durante la década de **los setenta** se afianzan en este tipo de trabajo, y abandona la construcción en madera, botándose el último barco construido en este material en Enero de 1.978.
- ✓ A pesar de las continuas fluctuaciones a las que se ve sometida la industria naval, FRANCISCO CARDAMA, S.A. **ha sabido adaptarse a las nuevas demandas del mercado**, con importantes inversiones en actualización e **innovación** de maquinaria, así como desarrollando una **constante labor de Vigilancia Tecnológica en el sector**, con el fin de poder detectar las novedades surgidas a nivel internacional, tanto en maquinaria como en proceso.



Elaboración del Plan de I+D

Francisco Cardama, S.A. ASTILLEROS Y VARADEROS

Está situada en Beiramar, Vigo, importante centro de construcción y reparación de buques de pesca de gran porte, contando con gran cantidad de muelles de atraque y talleres navales de distintos tipos

Calderería y tubería naval: acero al carbono, acero inox y aluminio.
Soldaduras en electrodo, MIG, TIG y arco sumergido.

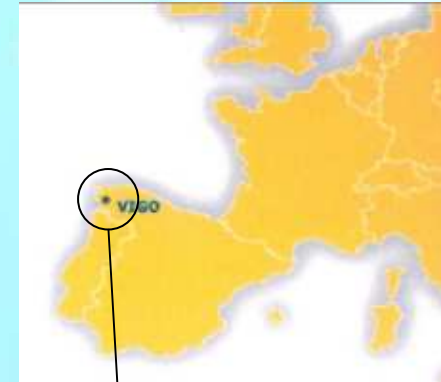
Construcción, transformación y reparación de buques. Colocación de sobrequillas.

Chorroado con granalla viva según norma ISO 8501-1:1.988 para la aplicación de tratamientos de pintura modernos.

Pintado de Buques, con 6 gradas de Varado desde 1000 a 3000 tn de poder ascensional

Trabajos de Mecánica Naval, todo tipo de trabajos en líneas de Ejes, Hélices de paso fijo y variable, Timones, mechas y servos. Fabricamos Ejes de cola , mechas y pinzotes.

Nuevas Construcciones, Pesqueros Arrastreros, Palangreros, Remolcadores, Atuneros, Oceanográficos, Dragas, etc.



Francisco Cardama, S.A. ASTILLEROS Y VARADEROS

INTERÉS DE LA EMPRESA POR EL PROYECTO COPATCH:

Inconvenientes de la solución tradicional

- Soldadura / sustitución de chapa
- ✓ Temperatura: deformaciones por tratamiento térmico
- ✓ Tensiones residuales
- ✓ Incremento de peso
- ✓ Ambiente de trabajo peligroso (humos, partículas)
- ✓ La varada del buque para la reparación
- ✓ Vaciado y limpieza de tanques con atmósferas explosivas
- ✓ Tiempos de trabajo largos (corte, preparación de superficies y de bordes)

Ventajas de la Solución CoPatch

- ✓ Solución “en frío”
- ✓ Solución “in situ”
- ✓ Solución ligera
- ✓ Preparación superficial más sencilla
- ✓ Mejora la durabilidad
- ✓ Fácil manejo del material de reparación
- ✓ Buen comportamiento a fatiga
- ✓ No necesita elementos externos de sujeción temporales
- ✓ No es necesario mantenimiento de pintura

Objetivos para la empresa:

1. Conocer la eficiencia de los parches de composite en grietas y corrosión.
2. Reducir los tiempos de trabajo, mejorar el ambiente de trabajo y disminuir los riesgos (fuego)
3. Incorporar una nueva solución tecnológica que se anticipa a las necesidades futuras del mercado.

Objetivo del proyecto:

Desarrollar un nuevo método de reparación y refuerzo de estructuras de acero en ambiente marino aplicando parches de composite

Reparación:

- ✓ Grietas originadas por fatiga
- ✓ Corrosión

Refuerzo:

- ✓ Soportar nuevas cargas (reformas...)
- ✓ Mitigar deficiencias estructurales iniciales

Campo de aplicación:

- ✓ Naval (buques, plataformas...)
- ✓ Civil (puentes, grúas...)



Example of plate bonding of R C beam –plate unstressed

Ejemplos de aplicación de reparación con composites

FPSO (Floating Production Storage and Offloading) (Norway)
Reparación de mamparo de tanque



Type 21 Frigate (Amazon class)
Reparación de cubierta

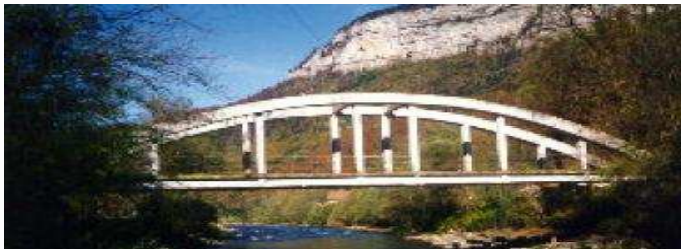
Type 42 destroyer
Reparación de línea de ascensor



RAN Adelaide Class Frigate
Reparación de cubierta

Ejemplos de aplicación de reparación con composites

Giezenen Bridge – Switzerland, Built 1911-12, Construction Repair- 1980



Gasero, 127 m, 9130 tn construido en 1985, Alemania
Amplia zona de corrosión por picadura entre el forro y mamparo



Reparación con composites: Materiales

- **Tejidos (Fibras)**

- Vidrio
- Carbono
- Aramida

- **Resinas (matriz)**

- Epoxi
- Poliéster
- Vinil éster
- Poliuretano

- **Adhesivos**

- Epoxi
- Metacrilatos
- Laminado directo (resina)

- **Aplicación manual:**

- Impregnación por laminación manual
- Pre-impregnados

Solución empleada en la **aeronáutica**, de una manera amplia en la actualidad, que ha demostrado su eficacia frente a las soluciones convencionales. Se emplean parches de composite (fibras de carbono o boro)

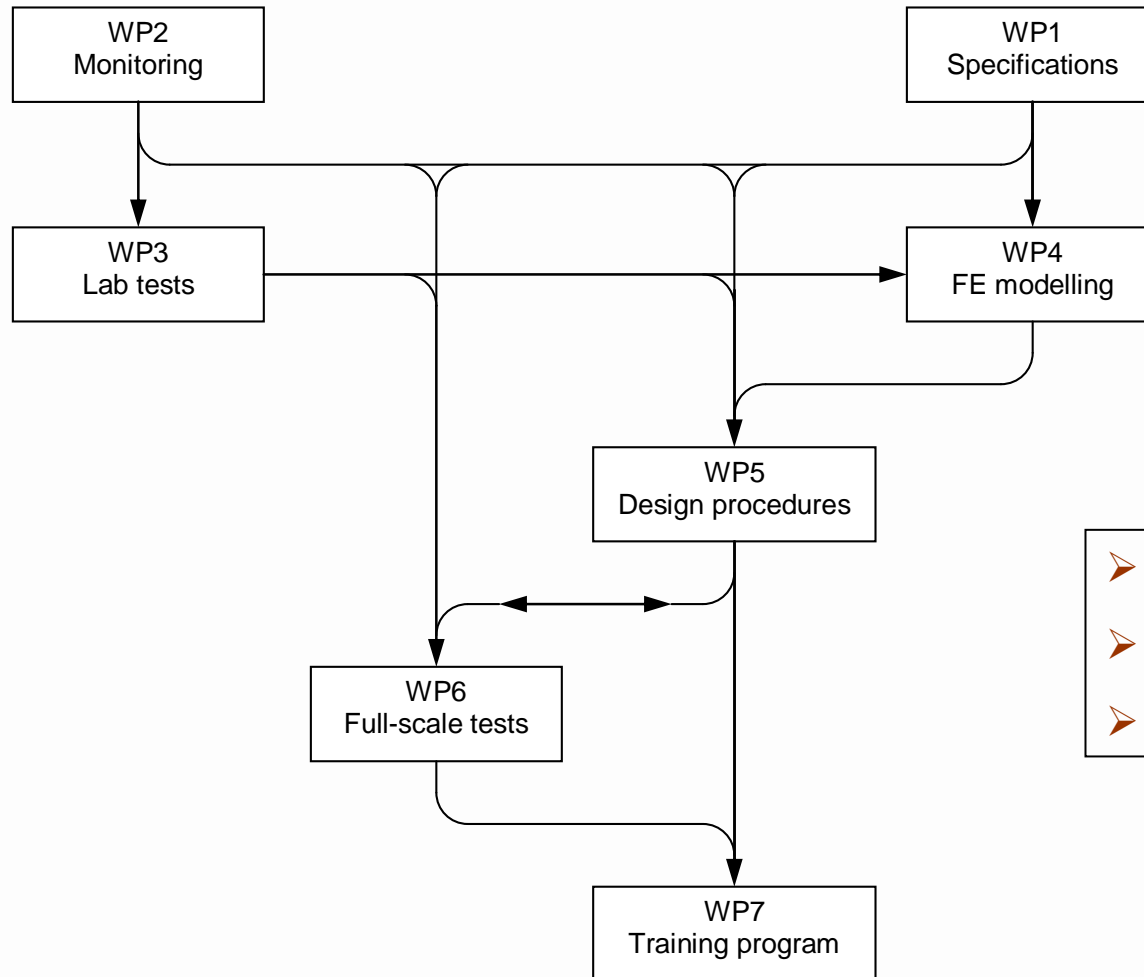


Patch repair on wing of F111



Department of Defence, Science and Technology Organisation- Australia

Estructura general del proyecto CoPatch



- **8 paquetes de trabajo**
- **30 tareas**
- **52 Entregables**

Paquetes de trabajo:

WP	TÍTULO	LIDERA	AIMEN	CARDAMA
WP1	Specification of application cases	BV		
WP2	Monitoring methods & procedures	NTNU		
WP3	Laboratory testing	NTUA		
WP4	Numerical simulation procedures	CETENA		
WP5	Guidelines and design procedures	AIMEN		
WP6	Full scale on site tests	BV		
WP7	Dissemination and exploitation	TWI		
WP8	Management	NTUA		

AIMEN participa en todos los paquetes y lidera el WP5

CARDAMA participa en los WP1-3-6-7-8

WP1

Specification of application cases - Stakeholder forum



En el foro de empresas del sector o relacionadas con las áreas involucradas en el Co-Patch se definen las necesidades de la nueva tecnología. Está abierto a todos los interesados para que se unan al proyecto.



Beneficios de los participantes como “interesados”:

- Recibir información de primera mano acerca de las evoluciones del proyecto
- Recibir asesoramiento acerca de las opciones de aplicación del proyecto en su campo
- Tienen la oportunidad de contribuir al desarrollo del proyecto aportando su experiencia y en función de sus necesidades
- Crear una nueva línea de negocio
- Participar en el foro junto con las organizaciones más importantes a nivel europeo, explotando la posibilidad de futuras colaboraciones

WP1 | **Specification of application cases**

Empresas que han mostrado su interés y han participado en el 1^{er} foro de París, Enero 2011

	ANEK Lines www.aneke.gr	

WP2 | **Monitoring methods & procedures**

Task 2.1: Establish methods to evaluate damage that shall be repaired

select existing methods

Task 2.2: Inspection methods for production control

evaluate quality of: prefabricated patches, bonding surface, adhesive and laminating resins

Task 2.3: Monitor metal corrosion

monitor corrosion looking through the patch

Task 2.4: Monitor crack growth in the metal

either with direct access to the steel part or looking through the patch

Task 2.5: Monitor crack growth in the adhesive

investigate new monitoring methods

Task 2.6: Monitor conditions of laminate

determine NDE methods for specific defects

Task 2.7: Automated monitoring

integrated permanent sensors, data to on site inspection centre

WP3

Laboratory testing

Task 3.1: Materials selection and characterization for laboratory tests

five materials (2 fabrics x 2 manif. methods + 1 pre-preg),
tests in tension, compression and shear, single lap shear tests

Task 3.2: Mid-scale short-term tests

static in tension and bending, patched plates and beams, two different surface preparation methods, normal and aged samples, more than 60 tests

Task 3.3: Mid-scale long-term tests

fatigue, patched plates, normal and aged samples, more than 30 tests

Task 3.4: Large-scale laboratory tests

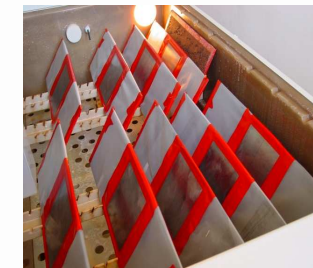
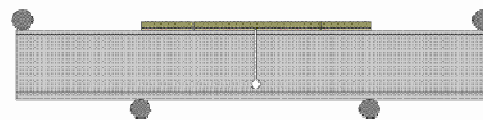
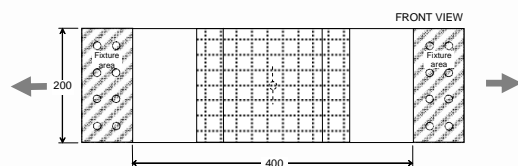
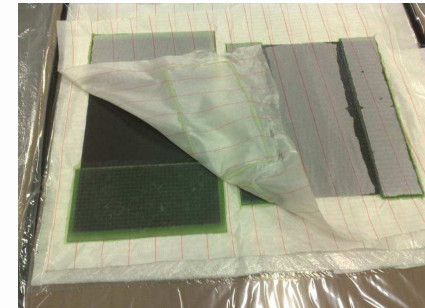
typical ship and bridge structural details, tests on three marine + four bridge parts

Task 3.5: Patch monitoring methods

testing and calibration, static + fatigue tests, automated system to one large-scale test

Task 3.6: Materials selection and characterization for full-scale tests

based on previous experience of end-users and previous experimental results



WP4

Numerical simulation procedures

Task 4.1: Development and evaluation of different numerical models

investigation of various modelling parameters, progressive failure, progressive patch debonding

Task 4.2: Validation of numerical models

through comparison with the laboratory test results

Task 4.3: Parametric study

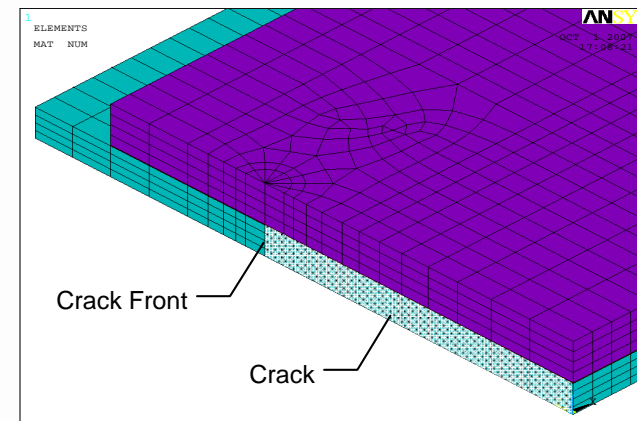
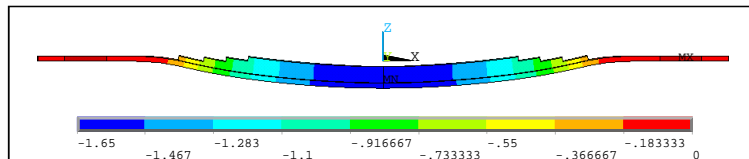
investigation and quantification of the effect of several parameters (patch modulus, SR, stacking sequence, shape, dimensions)

Task 4.4: Development of numerical modelling guidelines

recommendations for all steps of the modelling procedure

Task 4.5: Numerical modelling of standard cases

initial models, finalized in T5.2



WP5

Guidelines and design procedures

AIMEN

Task 5.1 Development of best practice design and application procedures

answering “when”, “where” and “how” composite patch repairs should be used
development of simple design tool

Task 5.2 Designs and procedures for standard cases

definition of pre-designed solutions



WP6	Full scale on site tests
------------	---------------------------------

Task 6.1: Concept and feasibility studies

develop strengthening/repair concepts for the standard cases

Task 6.2: Detailed design of full-scale test cases

apply the design procedures and the numerical modelling guidelines or select from pre-designed solutions

Task 6.3: Application of patches

on site application by the repair contractors (ENP, AS2CON, UM)

Task 6.4: Actual tests and response monitoring

maximum loading conditions, monitor response,
monitor patch integrity

Task 6.5: Evaluation of experimental results

assess the effectiveness of the design and application procedures

WP7

Dissemination and exploitation

Task 7.1: Results dissemination

web page, press release, conference papers, newsletter, workshop

Task 7.2: Results Exploitation

Exploitation Plan

Task 7.3: Development of an internationally recognised training programme for personnel

develop training materials and assessment, programme to meet specific requirements

Tareas más relevantes desarrolladas por AIMEN

WP2

Monitoring methods & procedures

“Report on NDE methods for metal crack growth monitoring”

1 Ultrasounds

1.1 Pulse-echo technique

1.2 TOFD technique

1.3 Phase Array Ultrasounds

2 Radiography

3 Magnetic fields

3.1 EMAT technique (Electromagnetic Acoustic Transducer)

3.2 Eddy Current technique

4 Strain Gauge

5 Fiber Optic Sensors

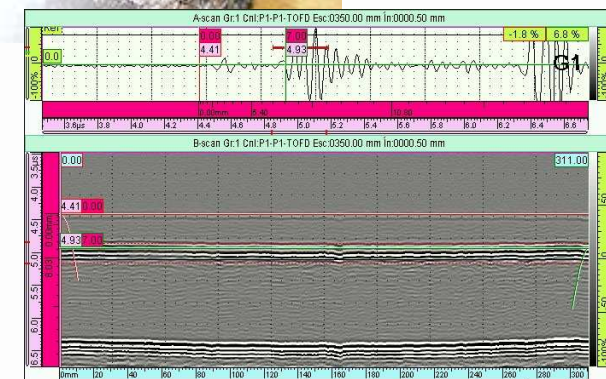
5.1 Fiber Bragg Gratings (FBG)

5.2 Optical Backscattering Sensor (OBS)

6 Electrical Potential measurements

7 Thermography

8 Acoustic emission testing (AET)



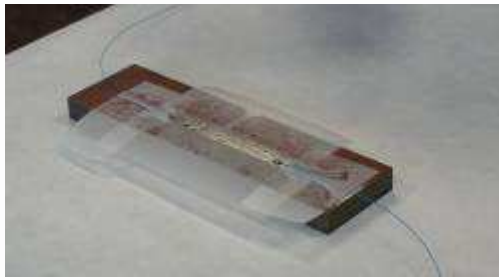
Tareas más relevantes desarrolladas por AIMEN

WP2

Monitoring methods & procedures

“Report on NDE methods for metal crack growth monitoring”

Monitorizado del crecimiento de grieta mediante sensores de fibra óptica FBG (Fiber Bragg Gratings)



Calibración de señales de los sensores en el crecimiento de grieta en acero naval



Aplicación de sensores bajo parche de composite



Tareas más relevantes desarrolladas por AIMEN

WP3 | **Laboratory testing**

Small Scale: Compression test (composites-patch)

Medium Scale (cracked and corroded patched)

Large scale (unpatched and patched structure)

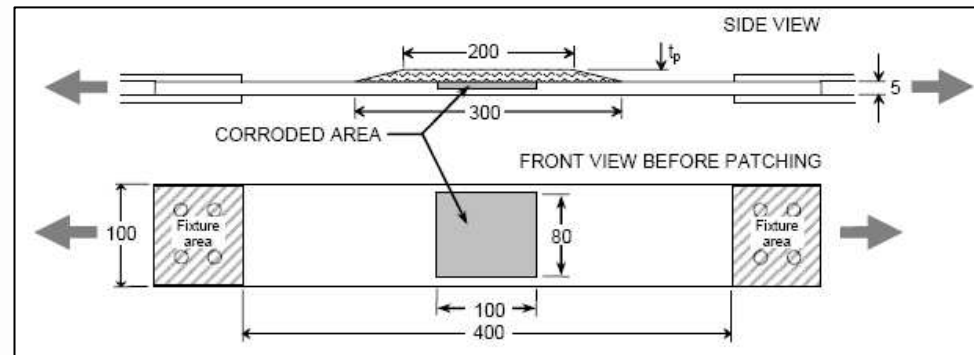
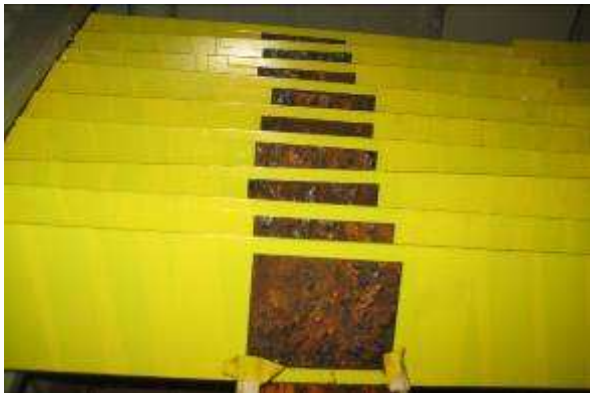
The schematic diagram labels the following components: FLOOR, BRACKET 2, BULB FLAT STEEL, and HORIZONTAL BOTTOM PLATE.

The FEA plot shows stress distribution on a vertical wall structure with a central opening, with a color scale on the right ranging from blue (low stress) to red (high stress).

Tareas más relevantes desarrolladas por AIMEN

WP3 Laboratory testing

Ensayo de corrosión acelerada en cámara de niebla salina para posterior reparación con parche (250 ciclos)





aimen
CENTRO TECNOLÓGICO

AIMEN – Central y Laboratorios
c/ Relva 27 A
36410 – O PORRIÑO (Pontevedra)
Telf.+34 986 344 000 – Fax. +34 986 337 302

Delegación Tecnológica Ourense

Parque Tecnológico de Galicia
32900 – SAN CIBRAO DAS VIÑAS (Ourense)
Telf. +34 988 548 240
Fax. +34 988 548 243

Delegación Tecnológica Santiago de Compostela

C. Univ. Sur – Edif. Feuga – Despacho nº3
Rúa Lope Gómez de Marzoa
15705 – SANTIAGO DE COMPOSTELA (A Coruña)
Telf.+34 981 525 503 - Fax.+34 981 525 503

Delegación Tecnológica A Coruña

Fundación Mans – Paideia
Pol. Pocomaco - Parcela D-22 - Oficina 20A
15190 – A CORUÑA (A Coruña)
Telf. +34 617 395 153

Delegación Tecnológica Madrid

Gracias por su atención

Elena Rodríguez | *Planta de Tecnologías de Unión*

T +34 986 344 000 | @ aimen@aimen.es

www.aimen.es | aimen@aimen.es