



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 250

Catálogo de actividades prácticas sobre corrosión y protección de materiales
metálicos para el aprendizaje autónomo

Responsable del proyecto:

Raúl Arrabal Durán

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Ingeniería Química y de Materiales

Resumen del proyecto

El fin último del presente proyecto de innovación es la creación de recursos didácticos que permitan a los estudiantes desarrollar en casa y con elementos asequibles una serie de actividades prácticas dirigidas al aprendizaje autónomo sobre fundamentos de la corrosión y protección de materiales metálicos.

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En la presentación del proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Promover el aprendizaje autónomo en el ámbito de la corrosión y protección, tanto para estudiantes de la UCM como para personal externo, facilitando la organización de actividades docentes por parte del profesorado.
- b) Aumentar la concienciación sobre los daños causados por los fenómenos de corrosión en múltiples situaciones de la vida cotidiana.

Los problemas que resuelve y las necesidades a las que responde el proyecto se enumeran a continuación:

1. Problema: dificultad para llevar a cabo actividades prácticas cuando existen restricciones de movilidad.

Necesidad: en situaciones como las acontecidas durante la pandemia de COVID-19 se requieren herramientas que faciliten el desarrollo de actividades prácticas sin necesidad de acudir a los laboratorios docentes de la universidad.

Solución: catálogo de actividades prácticas realizables fuera de los laboratorios docentes.

2. Problema: poca flexibilidad en los horarios de las diferentes actividades de los laboratorios docentes del Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales debido a su alto nivel de ocupación.

Necesidad: se requiere una mayor continuidad temporal entre los conocimientos teóricos impartidos en el aula y las correspondientes actividades prácticas.

Solución: ofrecer una serie de actividades prácticas de corta duración y fácilmente realizables fuera de los laboratorios docentes, permitiendo afianzar conocimientos en el día a día de la asignatura y con un horario flexible, adaptándose a las particularidades de cada persona.

3. Problema: escasa concienciación de la importancia de la corrosión en la sociedad.

Necesidad: se requieren de herramientas facilitadoras que ayuden a la sociedad a entender la importancia de los problemas de corrosión sin necesidad de acudir a textos altamente especializados o a laboratorios con equipos costosos.

Solución: plantear iniciativas de alto carácter didáctico y divulgativo, que solo requieran para su realización de materiales de uso cotidiano y que sean fácilmente accesibles al público general.

En resumen, el proyecto persigue la creación de recursos didácticos en el ámbito de la corrosión que permitan una mayor autonomía del alumnado y profesorado y que promuevan el desarrollo de actividades prácticas sin necesidad de incurrir en elevados gastos económicos.

2. Objetivos alcanzados

- Con los fondos asignados al proyecto, se han adquirido dos multímetros RS PRO IDM91E- CAT II para llevar a cabo medidas de potenciales de corrosión y que son necesarias en la mayoría de actividades prácticas desarrolladas. Asimismo, se han adquirido juegos de cables para poder llevar a cabo dichas medidas. Durante el segundo periodo de ejecución económica se han adquirido y cortado probetas metálicas necesarias para la puesta a punto y ejecución de las actividades prácticas. Para ello se ha contado con los servicios del Taller Mecánico de la UCM. El material adquirido ahora forma parte de dos kits de corrosión que estarán disponibles para los estudiantes que no dispongan del material necesario (**Figura 1**).
- Con el material adquirido, los integrantes del proyecto han desarrollado y perfeccionado distintas actividades prácticas de corrosión. Durante esta labor se ha contado con la participación activa de varios alumnos de la carrera del Grado en Ingeniería de Materiales, así como de estudiantes de doctorado.
- Con el editor web de la UCM se ha elaborado una página de acceso abierto ([UCM-Prácticas de corrosión para el aprendizaje autónomo](#)) con seguimiento de estadísticas mediante Google Analytics. La web incluye un formulario en escalas Likert para conocer el grado de satisfacción de los usuarios (**Figura 2**). Los contenidos de la web son:
 - *Datos del proyecto*: incluye el título del proyecto, referencia, resumen e integrantes.
 - *Importancia de la corrosión*: incluye texto donde se informa del contexto del proyecto, sus objetivos y su relevancia.
 - *Prácticas de corrosión*: colección de 12 prácticas de corrosión de fácil realización en casa. Cada práctica va acompañada de una imagen representativa y de un documento PDF con las pautas para su realización (**Figura 3**). Algunas de las prácticas incluyen videos demostrativos. El listado de prácticas es el siguiente:
 - Experimento 1. Potenciales de corrosión.

- Experimento 2. Corrosión galvánica.
 - Experimento 3. Conductividad del electrolito.
 - Experimento 4. Diagramas de Evans.
 - Experimento 5. Pila de aireación diferencial.
 - Experimento 6. Corrosión termogalvánica.
 - Experimento 7. Corrosión del acero.
 - Experimento 8. Corrosión bajo tensión y corrosión fatiga.
 - Experimento 9. Protección catódica.
 - Experimento 10. Corrientes vagabundas.
 - Experimento 11. Polarización potenciodinámica.
 - Experimento 12. Polarización cíclica.
- *Ejemplos de corrosión*: se incluyen fotografías y enlaces a ejemplos de corrosión con objeto de aumentar la concienciación sobre los daños causados por los fenómenos de corrosión.
 - *Otros recursos*: incluye un listado de recursos adicionales desde el punto de vista de actividades prácticas de corrosión. En su mayoría consisten en videos de entidades académicas o de asociaciones de corrosión.
 - *Notas adicionales profesorado*: página de acceso restringido donde se incluye información adicional para cada práctica y las respuestas a las preguntas planteadas (**Figura 4**).
- Se ha difundido información relativa al proyecto a través de varios medios: página web del Grupo de Preparación y Degradación de Materiales <https://www.ucm.es/ccrm/>; redes como Twitter y LinkedIn; directamente a otras universidades, centros y asociaciones (SOCIEMAT, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad de Valladolid, Universidad Politécnica de Madrid, Fundación Cidaut, CENIM, Instituto Eduardo Torroja, etc.). También se ha dado a conocer la página a los estudiantes del Grado en Ingeniería de Materiales durante el *Corrosion Awareness Day* (25 de abril 2022), promovido por la European Federation of Corrosion y durante el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (11 de febrero 2022). Se va a participar en el Congreso Nacional de Divulgación de Materiales –MaterDivulga (27-28 junio 2022), donde se presentará el proyecto. Asimismo, se ha propuesto elaborar una publicación docente para analizar el impacto del recurso en las titulaciones donde imparten los profesores participantes del proyecto.

3. Metodología empleada en el proyecto

Durante el desarrollo del proyecto han participado un total de 15 personas: Raúl Arrabal-RA, Endzhe Matykina-EM, Marta Mohedano-MM, Ángel Pardo-AP, Jesús Ángel Muñoz-JM, Consuelo Gómez-CG, Hugo Mora-HM, Borja Pillado-BP, Rubén del Olmo-RO, Lara Moreno-LM, Gerardo Mateo-GM, Esther López-EL, Jonás Carnero-JC, Carolina Ramos-CR, Alejandro Samaniego-AS. La metodología ha sido la siguiente:

- Revisión bibliográfica y selección de actividades prácticas (RA, EM, AP, MM, CG, JM): se han consultado bases de datos, libros de corrosión y artículos en revistas científicas en busca de demostraciones prácticas. Asimismo, se han consultado

otras fuentes (normas, páginas webs de empresas/laboratorios de corrosión; videos demostrativos en plataformas como YouTube, etc.). Se ha elaborado un listado de recursos relevantes en la web del proyecto.

- Selección y adquisición de material (RA, BP, AP, JM, HM, GM). Se han seleccionado objetos de uso cotidiano (tornillos, arandelas, tubos, clips, latas, etc.) para el desarrollo de las prácticas. Adicionalmente, se ha comprado material metálico al Taller Mecánico de la UCM para elaborar kits de corrosión.
- Puesta a punto y realización de las actividades prácticas (RA, EM, MM, AP, CG, JM, HM, AS, BP, RO, LM, EL, JC, CR). Esta actividad se ha ejecutado en dos grupos. El primero, formado por profesores, ha diseñado las prácticas, mientras que el segundo, integrado por doctorandos y estudiantes de grado (BP, RO, LM, EL, JC, CR) se ha encargado de realizarlas y mejorarlas. En colaboración con AS, un profesional de la industria, se ha desarrollado una práctica de protección catódica. El conjunto de actividades que se han desarrollado tiene una duración aproximada de 25 h de trabajo autónomo por parte del estudiante.
- Elaboración de material docente (RA, MM, EM, JM, CG). Se han elaborado dos tipos de documentos: guiones de prácticas y notas para el profesorado. También se han incluido videos en la web del proyecto para entender el mejor el desarrollo de algunas prácticas.
- Gestión del proyecto y Difusión de los resultados (RA, EM, MM, HM, BP, LM, RO). Se han mantenido reuniones periódicas entre los responsables de las diferentes tareas del proyecto. La información generada se ha compartido a través de Google Drive.
- Difusión de resultados (todos los participantes): los recursos didácticos creados se han subido a la página web del proyecto. Se han realizado actividades de difusión como la jornada EFC-Corrosion Awareness Day-25 de abril 2022. En esta jornada se ha contado con la colaboración de la empresa Tecnitest Ingenieros S.L., especialista en inspección de estructuras con corrosión. Se ha hecho uso de redes sociales (Twitter y LinkedIn) para dar visibilidad al proyecto. Se va a participar en el Congreso Nacional de Divulgación de Materiales –MaterDivulga (27-28 junio 2022). Estas actividades en su conjunto aumentarán la concienciación de la sociedad sobre la importancia de la corrosión.

4. Recursos humanos

El equipo del proyecto incluye 3 Catedráticos, 1 Prof. Titular, 1 Prof. Contratada Doctora, 1 Inv. Ramón y Cajal, 1 Investigador Posdoctoral, 1 Técnico de laboratorio y 3 Doctorandos de la Facultad de CC. Químicas. También incluye 3 alumnos del Grado de Ingeniería de Materiales (GIM) y 1 profesional de la industria.

1. **Dr. Raúl Arrabal** (Prof. Titular). Ha aportado su experiencia como coordinador de la asignatura Laboratorio Integrado en el GIM. Ha participado en dos proyectos Innova-Docencia (1 como IP). Ha sido el responsable de la coordinación del proyecto. Ha participado en el desarrollo de los experimentos 3, 5, 6, 7, 11 y 12.
2. **Dra. Endzhe Matykina** (Prof. Contratada Doctora). Ha aportado su experiencia en recubrimientos protectores. Ha participado en dos proyectos Innova-Docencia (1

como IP). Posee experiencia en asignaturas a distancia sobre corrosión. Su labor se ha centrado principalmente en la revisión bibliográfica y desarrollo de los experimentos 4, 9 y 10.

3. **Dra. Marta Mohedano** (Inv. Ramón y Cajal). Ha aportado su experiencia en corrosión de aleaciones ligeras y gestión de proyectos. Miembro de la junta directiva de SOCIEMAT. Representante de Young-EFC (European Federation of Corrosion) y del Grupo Corrosión- SOCIEMAT. Su labor se ha centrado en el desarrollo del experimento 8 y en actividades de gestión y difusión.
4. **Dr. Ángel Pardo** (Catedrático Emérito). Ha aportado su experiencia como Director del Dpto. de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Principal impulsor de la mejora en la calidad de las prácticas de laboratorio del departamento. Su labor se ha centrado en la revisión de la documentación generada en el proyecto.
5. **Dr. Jesús Angel Muñoz** (Catedrático). Ha aportado experiencia como Director del Dpto. Presenta amplia experiencia en docencia e investigación sobre preparación y obtención de materiales metálicos. Ha desarrollado el experimento 5 y ha participado en la revisión bibliográfica.
6. **Dra. Consuelo Gómez** (Catedrática). Ha aportado su experiencia en múltiples proyectos de innovación docente. Ha desarrollado los experimentos 1 y 2 y ha colaborado en la búsqueda de recursos bibliográficos.
7. **Dr. Hugo Mora** (Investigador Posdoctoral). Con más de 4 años de experiencia en investigación sobre corrosión, ha colaborado en la optimización de las prácticas. **Dr. Alejandro Samaniego** (Profesional de la Industria). Egresado de la UCM y actual CEO-Fundador de la Empresa Titanium Technology, ha aportado su experiencia en sistemas de protección catódica. **D. Gerardo Mateo** (PAS laboral). Diplomado universitario de laboratorio ha ayudado en la adquisición y uso de material de laboratorio. **D. Borja Pillado, Dña. Lara Moreno, D. Rubén del Olmo** (Estudiantes de doctorado). **Dña. Esther López, D. Jonás Carnero, Dña. Carolina Ramos** (Alumnos del Grado de Ingeniería de Materiales). Han realizado las prácticas y aportado ideas para su mejora. Lara Moreno ha preparado la comunicación al congreso MaterDivulga.

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades del proyecto se han desarrollado de acuerdo con el cronograma inicialmente previsto.

- **Octubre-noviembre 2021**

Durante este periodo de dos meses de duración, se ha realizado una búsqueda exhaustiva de recursos didácticos relacionados con prácticas de corrosión. Como resultado de esta actividad se ha elaborado un listado de enlaces, disponible en la web del proyecto, donde se detallan experimentos de corrosión alternativos a los descritos en el proyecto ([Entregable 1](#)). Asimismo, la información consultada ha servido para diseñar experimentos de corrosión que destacan por los siguientes aspectos: i)

facilidad de montaje; ii) corta duración; iii) nivel de conocimientos necesarios adaptados al nivel de estudiantes de grado; y iv) riesgo nulo o prácticamente nulo para poder llevar a cabo las actividades en casa.

- **Noviembre-diciembre 2021**

Una vez definidas las prácticas a desarrollar, se procedió a la adquisición de material. Este incluye elementos cotidianos (tornillos cincados, clavos, tuercas, monedas, clips, latas, herramientas, cables, etc.), disponibles en la mayoría de hogares, y materiales para elaborar kits de corrosión. Estos últimos se han adquirido con los fondos del proyecto y estarán disponibles para su préstamo a los estudiantes. Los kits contienen todo el material indispensable (multímetro, juego de cables y materiales metálicos) necesario para llevar a cabo las prácticas. Nota: parte del material se adquirió en el año económico 2022 para ajustarse a la distribución de la partida económica.

- **Enero-marzo 2022**

Durante estas fechas se llevó a cabo la puesta a punto de cada práctica. En todo momento se trabajó con la retroalimentación de estudiantes de grado y doctorado que formaron parte del proyecto. Asimismo, también se contó con el asesoramiento del Dr. Alejandro Samaniego, profesional de la industria de la protección catódica. Algunos ejemplos de los parámetros que se han optimizado incluyen tipos de piezas, diseño de montaje, parámetros de medición, condiciones del medio, etc. La puesta a punto se llevó a cabo en las instalaciones del Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, para lo cual se contó con la participación de Gerardo Mateo (PAS laboral). Tras este periodo se hizo una recopilación de resultados ([Entregable 2](#)) para la elaboración del material docente *Notas de Profesorado*.

- **Abril-mayo 2022**

Una vez recopilada toda la información se procedió a la elaboración de guiones de prácticas y de material de apoyo para el profesorado ([Entregable 3](#)). En promedio, cada documento (guion y notas del profesorado) tiene una extensión de 5 páginas cada uno; cada experimento puede realizarse en unos 30-60 min y requiere de unos 30-60 min adicionales para la redacción del informe de respuestas por parte del estudiante, llegando a un total de 25 h (equivalente a la duración del laboratorio de corrosión que actualmente se imparte en el Grado en Ingeniería de Materiales). A modo de resumen se describe a continuación cada práctica o experimento.

Experimento 1. Potenciales de corrosión: en esta práctica se realizan medidas de potenciales de corrosión de diversos materiales metálicos en medio salino. La práctica incluye cuestiones para demostrar la utilidad de las medidas realizadas. Las piezas empleadas permiten una gran flexibilidad (clips, llaves, clavos, tornillos, anillos, etc.).

Experimento 2. Corrosión galvánica. Se introducen conceptos como la serie galvánica, la fuerza electromotriz de una pila y diagramas de Evans. La práctica puede realizarse con los mismos materiales que en el experimento 1.

Experimento 3. Conductividad del electrolito. En esta práctica se emplea un multímetro en modo amperímetro para ver cómo afecta la conductividad del electrolito en la actuación de pilas de corrosión. Esta práctica permite al estudiante entender la importancia del transporte de iones en una celda de corrosión.

Experimento 4. Diagramas de Evans. Esta práctica conlleva la aplicación directa de los conocimientos adquiridos en los experimentos previos. Con una serie de pasos sencillos los alumnos construyen un diagrama de Evans, lo que les permite asentar conceptos como polarización y caída óhmica.

Experimento 5. Pila de aireación diferencial. La actuación de pilas de aireación diferencial es crítica en muchas aplicaciones. Con este sencillo experimento, los estudiantes aprenden a interpretar este fenómeno con ayuda de un diagrama de Evans.

Experimento 6. Corrosión termogalvánica. Con esta práctica el estudiante puede comprobar por sus propios medios el efecto de zonas del medio con diferente temperatura. La práctica permite también observar el efecto de la presencia/ausencia de un puente salino de muy fácil construcción.

Experimento 7. Corrosión del acero. Esta práctica requiere unos 3 días para completarse, aunque solo es necesario que el estudiante realice actividades durante 60 min aproximadamente. Se trata de un ensayo clásico de corrosión de aceros donde se evalúan distintos medios y el efecto de la presencia/ausencia de oxígeno en el medio. Como novedad destacar el uso de miel como inhibidor de corrosión.

Experimento 8. Corrosión bajo tensión y corrosión fatiga. Esta práctica demuestra que es posible impartir de manera sencilla conocimientos sobre estos mecanismos de corrosión relativamente complejos. Un simple clip con recubrimiento de Ni permite evaluar múltiples parámetros y asentar conocimientos adquiridos en experimentos anteriores (ej. corrosión galvánica).

Experimento 9. Protección catódica. Una simple lámina de papel de aluminio sirve para demostrar el mecanismo de acción de un ánodo de sacrificio. Este experimento, inicialmente más complejo, se fue simplificando con ayuda de los estudiantes para que pudiera llevarse a cabo con la mínima cantidad de recursos materiales.

Experimento 10. Corrientes vagabundas. Esta práctica, junto con la anterior, son ejemplos de experimentos poco frecuentes a nivel académico debido a que su montaje puede resultar complejo. Sin embargo, gracias a la financiación recibida y a la colaboración de todos los implicados se llegó a un montaje muy sencillo de realizar y que permite entender fácilmente algo tan aparentemente complejo como es el efecto de corrientes vagabundas ([Figura 5](#)).

Experimento 11. Polarización potenciodinámica. Es evidente que un potenciostato/galvanostato no está al alcance de todo el mundo. Por este motivo, se elaboró una aplicación con el software de programación Labview para simular la respuesta que se obtiene con este tipo de equipos. La aplicación permite entender la

construcción de diagramas de Evans y cómo las distintas reacciones típicas de un proceso de corrosión contribuyen a la curva de polarización resultante. La aplicación es gratuita y se encuentra disponible para su descarga en la web del proyecto ([Figura 6](#)).

Experimento 12. Polarización cíclica. Siguiendo los argumentos esgrimidos en el experimento 11, también se elaboró una aplicación para entender el trazado de una curva de polarización de un material pasivable. En esta aplicación, también gratuita y disponible en la web del proyecto, pueden visualizarse fácilmente aspectos tales como polarización de concentración y comportamiento activo-pasivo.

Finalmente, indicar que cada guion fue redactado por uno o dos profesores con experiencia en la materia y que, posteriormente, fue revisado por al menos otras dos personas ([Figura 7](#)). Conviene mencionar que el recurso creado en el presente proyecto es de tipo dinámico. Se prevé incluir más experiencias prácticas en el futuro, así como otra información relevante sobre corrosión (cursos, webinars, etc.).

- **Octubre-junio 2022**

Durante todo este periodo se ha realizado un seguimiento y gestión del proyecto. Para ello se han realizado reuniones periódicas (mensuales) de manera presencial. La información del proyecto se ha compartido con todos los integrantes del proyecto a través de Google Drive. Con la información de las actividades anteriores se elaboró una página web asociada al proyecto y que está disponible desde el 5 de abril de 2022 junto con un código de seguimiento de Google Analytics para evaluar las estadísticas de la misma en un futuro. A partir de abril también se iniciaron diversas actividades de difusión de resultados. Estas han incluido la jornada EFC-Corrosion Awareness Day- (25 de abril 2022) con participación de la empresa Tecnitest Ingenieros S.L. y difusión a través de redes sociales (Twitter y LinkedIn) para dar visibilidad al proyecto ([Figura 8](#), [Entregable 4](#)). También se va a dar visibilidad al proyecto en el Congreso Nacional de Divulgación de Materiales – MaterDivulga (Ciudad Real, 27 y 28 de junio 2022).

En resumen, las actividades desarrolladas han permitido crear un recurso didáctico en formato electrónico que contribuirá a aumentar la concienciación de la sociedad sobre la importancia de la corrosión.

6. Anexo



Figura 1. Kit de corrosión consistente en multímetro RS PRO IDM91E- CAT II y varios materiales metálicos (magnesio, cinc, aluminio, acero, acero inoxidable, latón y cobre).



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Prácticas de corrosión para el aprendizaje autónomo

Proyectos de Innovación

Datos del Proyecto Importancia de la corrosión **Prácticas de Corrosión** Ejemplos de corrosión Otros recursos

Catálogo de Actividades Prácticas sobre Corrosión y Protección de Materiales Metálicos para el Aprendizaje Autónomo

Los ensayos de corrosión de materiales metálicos son muy numerosos, estando muchos de ellos recogidos en distintas normas (ASTM, ISO, etc.). Asimismo, son muchos los experimentos que se pueden llevar a cabo en el entorno académico para ilustrar conceptos fundamentales sobre corrosión. Los experimentos recogidos en esta web siguen la filosofía de éstos últimos, aunque se han diseñado para poder llevarse a cabo en casa de manera autónoma con medios sencillos y sin necesidad de recurrir a materiales o reactivos de difícil acceso.

Encuesta usuario Prácticas de Corrosión

En relación a la página web Prácticas de corrosión para el aprendizaje autónomo

<https://www.ucm.es/practicascorrosion/datos-del-proyecto>

Figura 2. Página de bienvenida de la web junto con formulario para usuarios.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Prácticas de corrosión para el aprendizaje autónomo

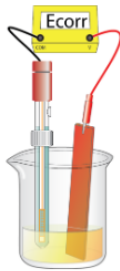
Proyectos de Innovación

Datos del Proyecto Importancia de la corrosión Prácticas de Corrosión Ejemplos de corrosión Otros recursos

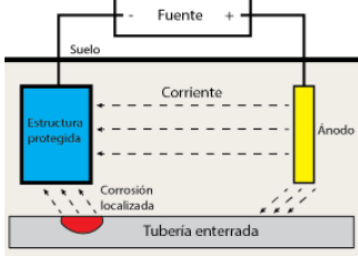
Portada / Prácticas de Corrosión

Prácticas de Corrosión

[Experimento 1](#)
Potenciales de corrosión



[Experimento 10](#)
Corrientes vagabundas



■ exp_1_potenciales de corrosión_estudiante

■ exp_10_corrientes vagabundas_estudiante

Figura 3. Página donde se recogen todas las prácticas de corrosión propuestas junto con sus correspondientes guiones.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Prácticas de corrosión para el aprendizaje autónomo

Proyectos de Innovación

Datos del Proyecto Importancia de la corrosión Prácticas de Corrosión Ejemplos de corrosión Otros recursos Notas adicionales profesorado

Portada / Notas adicionales profesorado

Notas adicionales profesorado

- exp_1_potenciales de corrosión_profesor
- exp_2_corrosión galvánica_profesor
- exp_3_conductividad del electrolito_profesor
- exp_4_diagramas de evans_profesor
- exp_5_pila de aireación diferencial_profesor
- exp_6_corrosión termogalvánica_profesor
- exp_7_demostración de la corrosión del acero_profesor
- exp_8_corrosión bajo tensión y corrosión fatiga_profesor
- exp_9_protección catódica_profesor
- exp_10_corrientes vagabundas_profesor
- exp_11_polarización potenciodinámica_profesor
- exp_12_polarización cíclica_profesor

Figura 4. Página donde se incluyen las notas adicionales para el profesorado (requiere ser usuario autorizado).

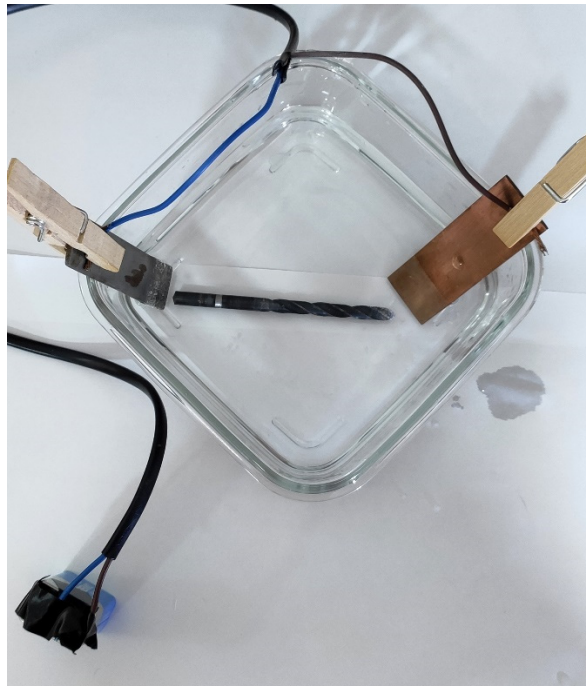


Figura 5. Montaje para la práctica de corrientes vagabundas. Incluye recipiente, batería de 9 V, dos cables y tres piezas de material metálico (Experimento 10).

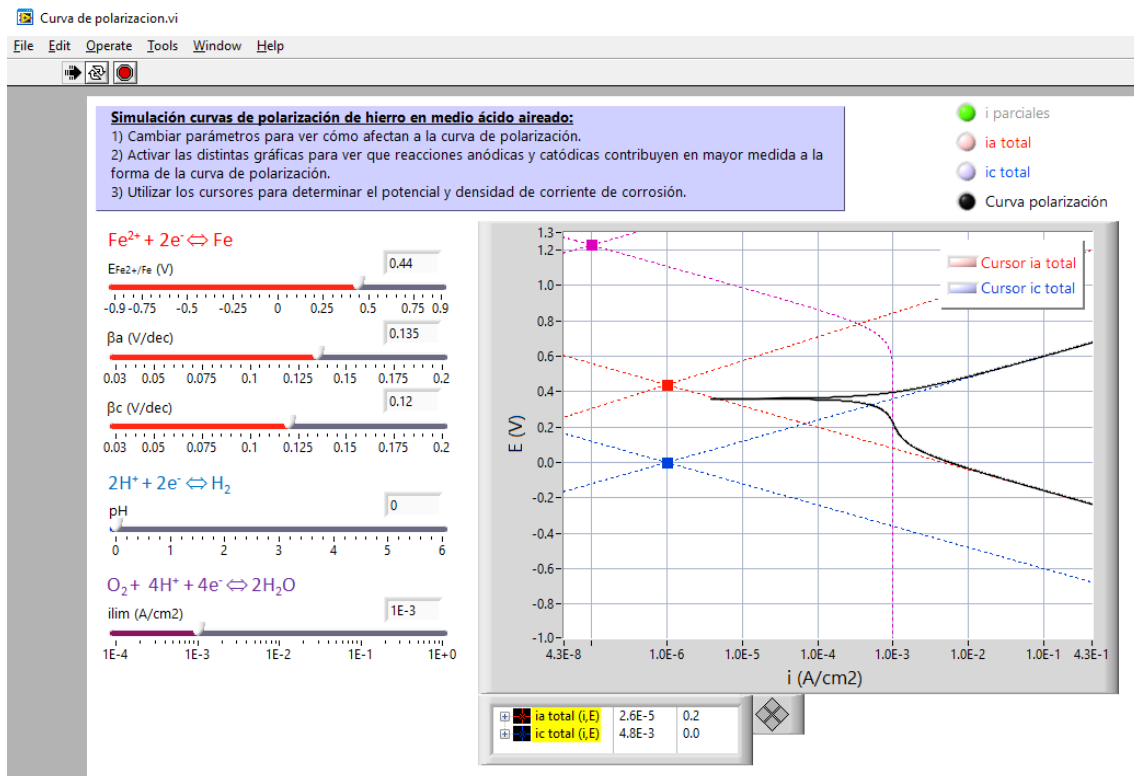


Figura 6. Aplicación para la visualización de curvas de polarización y diagramas de Evans (Experimento 11).

Experimento 1

Potenciales de corrosión



Proyecto Innova-Docencia
2021-2022
N°250

INTRODUCCIÓN

FUNDAMENTOS

El potencial de corrosión, E_{corr} , potencial a circuito abierto o potencial mixto es el potencial de un material cuando está degradándose en un medio corrosivo e informa de la tendencia termodinámica a la corrosión. Valores de E_{corr} elevados corresponden a metales nobles y valores bajos a metales activos.

Como no es posible medir el potencial absoluto entre metal y disolución, se recurre a la medición de la diferencia de potencial entre el metal y un electrodo de referencia, el cual presenta un potencial fijo (Figura 1). Los electrodos de referencia más utilizados son: el electrodo de hidrógeno, el electrodo de $Ag/AgCl$, el electrodo de calomelanos y el electrodo de $Cu/CuSO_4$. En mediciones en campo también es posible recurrir al empleo de electrodos más sencillos, como por ejemplo una barra de Zn.

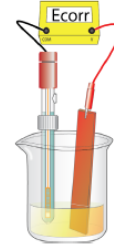


Figura 1. Esquema de la medición del potencial de corrosión con un electrodo de referencia.

$$\Delta V = E_{ref} - E_{corr} \rightarrow \Delta V = E_{corr}$$

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Diseño de estructuras metálicas en contacto con el medio corrosivo.
- Monitorización de estructuras sumergidas, enterradas o en herrumbre.

OBJETIVOS

- Medidas de potenciales de corrosión de distintos materiales metálicos en medio salino.

TIEMPO ESTIMADO

- 30 minutos.

PÁGINA 2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

MATERIAL

- Recipiente de vidrio o plástico.
- Voltímetro con conectores eléctricos.
- Agua del grifo y sal común.
- Tornillo de acero cincado de tamaño grande como electrodo de referencia.
- Piezas de acero, cobre, latón, aluminio, acero inoxidable, zinc, níquel y magnesio.

- Ejemplos de materiales metálicos fácilmente disponibles: broca, tuercas, piezas de fontanería, papel de Al de cocina, cubertera, tornillos cincados, clips raquetados o cincados, sacapuntas, etc.

PROCEDIMIENTO

- Llenar el recipiente con 150 mL de agua del grifo y una cucharada grande de sal común.
- Introducir, sin sumergir del todo, la pieza cuyo potencial se desea medir y enterrarla al electrodo de referencia. Conectar voltímetro entre metal (borne rojo-V) y electrodo de referencia (borne negro-COM) según muestra la Figura 2.
- A los 30 s, anotar el valor que muestra el multímetro y que corresponde a E_{corr} (en ensayos de corrosión convencionales se requieren tiempos más prolongados: 30-60 min, para obtener valores más estables).

NOTAS DE SEGURIDAD

- Se recomienda uso de bata y guantes.
- Se recomienda anclar las muestras al recipiente con pinzas u otro sistema.

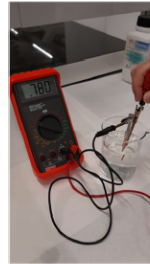


Figura 2. Montaje de la práctica.

PÁGINA 3

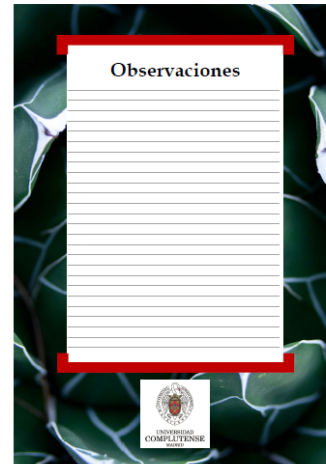


Tareas y Cuestiones

1. Listado de potenciales de corrosión de los materiales estudiados frente al electrodo de acero cincado y ordenados desde el más noble al más activo.
2. Valores de potencial de corrosión referidos al electrodo de referencia de $Ag/AgCl$ sabiendo que $E_{ref}^{Ag/AgCl} = -0.950 \text{ V}_{Ag/AgCl}$.
3. Señalar los puntos medidos en los correspondientes diagramas de Pourbaix para el aluminio y para el acero al carbono en contacto con agua a 25°C, sabiendo que el pH de la disolución corrosiva es de 6.5. Indicar la reacción anódica y catódica. Nota: en este ejemplo no es necesario considerar la presencia de cloruros.



PÁGINA 4



PÁGINA 5

Figura 7. Ejemplo de guion para estudiantes (Experimento 1).



ACTIVIDADES DE DISFUSIÓN



Corrosion Awareness Day



Figura 8. Ejemplos de actividades de difusión.