

Índice

Objetivos

xiii

Capítulo I: Introducción

| | | |
|-------|--|----|
| 1.1 | El zinc | 19 |
| 1.1.1 | Problemática medioambiental del zinc | 21 |
| 1.2 | El hierro | 22 |
| 1.2.1 | Problemática medioambiental del hierro | 24 |
| 1.3 | El ácido clorhídrico | 25 |
| 1.3.1 | Problemática medioambiental del ácido clorhídrico | 26 |
| 1.4 | El proceso de galvanizado | 27 |
| 1.5 | Fundamentos del galvanizado por inmersión en caliente | 29 |
| 1.6 | Descripción general del proceso de galvanizado en caliente | 29 |
| 1.7 | Problemática medioambiental del proceso de galvanizado | 36 |
| 1.8 | Descripción de los baños agotados de decapado | 37 |
| 1.9 | Métodos de minimización de la contaminación en el proceso de decapado | 40 |
| 1.9.1 | Prevención de la contaminación por zinc de los baños de decapado | 40 |
| 1.9.2 | Minimización de los residuos mediante la optimización del decapado | 41 |
| 1.9.3 | Prevención y minimización de la contaminación en el proceso de galvanizado | 42 |
| 1.10 | Métodos de tratamiento de los baños de decapado | 43 |

| | | |
|--------|------------------------------|----|
| 1.10.1 | Neutralización-Precipitación | 48 |
| 1.10.2 | Diálisis difusiva | 48 |
| 1.10.3 | Extracción con disolventes | 49 |
| 1.10.4 | Torrefacción de sprays | 50 |
| 1.10.5 | Electrólisis | 50 |
| 1.11 | Referencias | 52 |

Capítulo II: Estudio electroquímico de los baños agotados de decapado

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | Introducción | 57 |
| 2.2 | Descripción de las técnicas empleadas | 58 |
| 2.2.1 | Reacciones reversibles | 59 |
| 2.2.2 | Reacciones irreversibles | 66 |
| 2.3 | Procedimiento experimental | 71 |
| 2.4 | Resultados y discusión | 73 |
| 2.4.1 | Estudio de las disoluciones de zinc | 73 |
| 2.4.2 | Estudio de las disoluciones de hierro | 83 |
| 2.4.3 | Estudio de las mezclas de zinc y hierro | 86 |
| 2.4.4 | Estudio de los baños de decapado | 90 |
| 2.5 | Conclusiones | 94 |
| 2.6 | Referencias | 97 |

Capítulo III: Estudio del reactor electroquímico

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.1 | Introducción | 103 |
| 3.2 | Descripción de la técnica de análisis utilizada: Espectrofotometría de absorción atómica | 111 |
| 3.2.1 | Curvas de calibrado | 112 |
| 3.3 | Procedimiento experimental | 115 |
| 3.4 | Resultados y discusión | 116 |
| 3.4.1 | Disoluciones sintéticas | 116 |
| 3.4.1.1 | Modo potencioestático | 116 |

| | | |
|---------|--|-----|
| | Efecto de la presencia de hierro | 127 |
| 3.4.1.2 | Modo galvanostático | 129 |
| | Efecto de la presencia de hierro | 138 |
| 3.4.2 | Baños agotados de decapado en dilución 1:50 | 140 |
| 3.4.2.1 | Modo potencioestático | 140 |
| 3.4.2.2 | Modo galvanostático | 151 |
| 3.5 | Conclusiones | 160 |
| 3.6 | Referencias | 163 |

Capítulo IV: Estudio del reactor electroquímico de membranas

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.1 | Introducción | 171 |
| 4.1.1 | Membranas de intercambio iónico | 173 |
| 4.2 | Procedimiento experimental | 174 |
| 4.3 | Resultados y discusión | 176 |
| 4.3.1 | Reactor de membrana con la MIA | 176 |
| 4.3.1.1 | Muestra real 1: 50 | 176 |
| 4.3.2 | Reactor de membrana con la MIC | 189 |
| 4.3.2.1 | Muestra real 1:50 | 189 |
| 4.3.2.2 | Muestra real 1:10 | 197 |
| 4.3.2.3 | Efecto de la intensidad aplicada | 208 |
| | Determinación de la intensidad límite de la membrana | 217 |
| 4.3.2.4 | Efecto de la concentración de zinc en la cámara catódica | 220 |
| 4.4 | Conclusiones | 225 |
| 4.5 | Referencias | 229 |

Capítulo V: Conclusiones finales

| | |
|----------------------|-----|
| Conclusiones finales | 235 |
|----------------------|-----|

Resúmenes

| | |
|---------|-----|
| Resumen | 243 |
|---------|-----|

| | |
|----------|-----|
| Resum | 245 |
| Abstract | 247 |

Apéndice: Producción científica

| | |
|---------------|-----|
| Publicaciones | 251 |
| Congresos | 252 |