

COMPORTAMIENTO EN AGUA DE MAR DEL SISTEMA DE PINTURAS  
APLICADO A SOLDADURAS REALIZADAS EN PLANCHAS DE ACERO IMPRIMADAS \*

EFFECTO DE LA PREPARACION DE SUPERFICIES Y OTRAS VARIABLES

ING. JUAN J. CAPRARI\*\*, DR. MANUEL MORCILLO\*\*\*\* Y  
DR. SEBASTIAN FELIU\*\*\*\*

\* Trabajo realizado con una beca del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (por intercambio con el CONICET), en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas de Madrid.

\*\* Becario del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET y Responsable del Area Propiedades Protectoras de Películas de Pintura del CIDEPINT.

\*\*\* Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM).

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION  
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND  
DECLASSIFICATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION  
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND  
DECLASSIFICATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION  
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND  
DECLASSIFICATION

---

## SUMMARY\*

---

The welding process contaminates the metallic surface near the joints, specially if the steel has been painted with shop-primers.

This work presents a bibliographical revision of the different theories sketched in order to explain the accelerated damage of the protective systems around this zone. It also includes considerations about the action of metallurgical factors (residual stresses, grain's size, inclusions, metallographic structure in the welded zone and in the adjacent areas), chemical composition of the plate and physical aspects (differences of roughness, presence of welding slag, spatter and flux residues).

According to the investigations made by the British Ship Research Association (BSRA) of the United Kingdom, welding in itself does not greatly affect paint system's behaviour immersed in sea water. The failures observed were due to the superficial irregularities of the surface, specially of the weldings. These particularities turn difficult the correct paint application and the obtention of a paint film of regular thickness.

The welding process leaves on the metallic surfaces slag and flux residues. According to the nature of the electrodes employed, these substances may contain alkaline products and soluble salts (chlorides) which are very hygroscopic. Coming into contact with sea water they produce a solution that may attack the saponifiable oil-based paints or can produce by osmotic action the blistering of the film.

During welding and flame cutting the primer film is destroyed, leaving on the metal rests of burned paint, more or less adherent. The size of that zones and the condition of the paint film on the other side of the welded plate depends on the thickness of the plate.

The aim of this research is to contribute to a better knowledge of the influence that the cleaning process of the welded union has on the behaviour of the paint system immersed in sea water. Different treatments were tested, from the washing with tap water to the shot-blasting to white metal. The influence of the film thickness and the characteristics of the primers employed were also considered. Besides, plates with and without cathodic protection were tested.

The deterioration of the paint film applied to the welded zone is represented specially by blistering and the comparative study of the different methods of surface preparation allow to establish

the clear advantages of the shot-blasting upon the rest of the procedures employed.

The composition of the primer seems to have no influence on the results. The total thickness of the system is a very important variable (for systems of 125  $\mu\text{m}$  the damage observed is greater than when a system of 250  $\mu\text{m}$  is applied).

The use of cathodic protection (- 0.85 V) tends to reduce the resistance of the protective coating, specially with thin films.

It has been observed that the presence of burned paint, with different degree of adhesion on the steel surface, exerts a great influence on the stability of the protective system applied. Then, if a good resistance to sea water is wanted, it is necessary to clean carefully the welded zone before paint's application.

According to the investigation made by the British Ship Repair Association (BSRA) of the United Kingdom, welded joints are not generally affected by corrosion, but a corrosion attack is observed in the surface of the welds. The factors observed are the surface preparation of the surface, especially of the welds. These factors affect the rate of corrosion and the appearance of a paint film of regular thickness.

The welding process causes the metal surface to be oxidized. According to the results of the study of the steel surface, there are substances which contain iron oxides and sulphur oxides, chlorides which are very hygroscopic. Coming into contact with sea water they produce a film that may attack the surface. Oxidized particles are produced by anodic action on the dissolved iron film.

Burned metallic and film layers on the metal surface are observed. The rate of corrosion and the thickness of the film are affected by the thickness of the welded joint.

\* Caprari J. J., Morcillo M. and Feliú S.- Behaviour of a paint system applied to welded plates and immersed in sea water. Effect of the surface preparation and other variables. CIDEPINT-ANALES, 1979, 169-201.

## INTRODUCCION

El pintado de las uniones soldadas es un tema de gran importancia práctica pues no hay que olvidar que rara es la estructura de ingeniería en la que no interviene la soldadura durante las distintas fases de su construcción. Esta técnica de unión está teniendo un uso cada vez más creciente y ha sustituido completamente al tornillado, remachado, etc. Un ejemplo lo tenemos en la industria de construcción de barcos, donde una parte de los trabajos de fabricación corresponde a operaciones de soldadura. Una vez finalizado el ensamble de la estructura de acero, la misma se recubre con un sistema de protección anticorrosiva.

A pesar de ser el pintado de las soldaduras una situación corriente en la práctica y de la frecuencia con que el recubrimiento empieza a fallar justamente en ellas (mientras el resto de la superficie permanece en perfecto estado), se observa falta de información sobre el tema y sobre cuáles son las variables responsables de los problemas encontrados.

Se han apuntado diferentes teorías para explicar el deterioro acelerado del recubrimiento de pintura sobre el cordón de soldadura. En un principio se pensó en la acción de factores metalúrgicos propios de la zona soldada (tensiones residuales, tamaño de grano). En determinados casos se ha comprobado que, efectivamente, la existencia de inclusiones y diferencias de composición o de estructura entre la zona de fusión y áreas colindantes pueden originar importante corrosión en las uniones soldadas (1). Sin embargo, de acuerdo con investigaciones realizadas por la British Ship Research Association de Gran Bretaña (BSRA) la soldadura en sí no parece afectar demasiado el comportamiento de los sistemas de pintura en agua de mar (2). Es mucho más probable que la falla de las pinturas sea debida a las numerosas irregularidades superficiales, tanto en el cordón de soldadura como en el metal vecino al mismo. Se debe tener en cuenta que la zona de soldadura presenta singularidades que complican extraordinariamente la correcta aplicación del revestimiento orgánico (2, 4) y que son potencialmente peligrosas en relación con su comportamiento. Entre ellas cabe mencionar el desnivel superficial producido por la soldadura, la presencia de salpicaduras de metal fundido y las mismas asperezas del cordón, que motivan que la pintura líquida tienda a fluir hacia los valles, dejando los puntos más altos con un espesor de película notablemente inferior. Al mismo tiempo, la curvatura en la vecindad de la zona de unión es un lugar propicio para la acumulación de humedad y suciedad provocando así fallas en el recubrimiento.

El proceso de soldadura deja sobre la superficie metálica partículas de escoria y trazas de fundente. Según la naturaleza del electrodo utilizado estos subproductos pueden contener residuos alcalinos y sales solubles (p. ej. cloruros), a menudo altamente hi-

gros cópicos, capaces de atacar las pinturas saponificables o promover ampollamiento en la película de pintura por acción osmótica.

Además del peligro que supone la posibilidad de desprendimiento del óxido de soldadura de la superficie, arrastrando consigo la película de pintura, dicho óxido puede estimular la aparición de focos de corrosión al ser catódico con relación al acero, contribuyendo también de esta manera a la inestabilidad del recubrimiento protector. Por otra parte, las películas de óxido, como de cualquier otro tipo de suciedad, impiden el contacto íntimo de la pintura con el acero, condición fundamental para que el recubrimiento pueda desarrollar su capacidad protectora.

---

## LA SOLDADURA DEL ACERO IMPRIMADO

---

El acero laminado en caliente queda recubierto de una capa compacta de óxido (costra o escama de laminación) que, si se mantiene intacta, evita todo ataque ulterior del metal de base. Sin embargo, por su naturaleza quebradiza y su carácter catódico respecto al acero, al cabo de poco tiempo de exposición a la atmósfera se desprende en parte, con el consiguiente peligro de corrosión localizada.

Por esta razón y porque la presencia de la escama de laminación afecta adversamente a las características del conjunto soldado (formación de porosidades e inclusiones en la zona de fusión), es que se procede en la práctica a eliminarla mediante granallado con un abrasivo adecuado. Este tratamiento deja una superficie de acero muy activa y propensa a la corrosión, lo que obliga a una protección temporaria mediante imprimaciones de taller ("shop-primers"). Con el fin de no encarecer y retrasar el proceso de fabricación, las operaciones de corte y de soldadura suelen realizarse sobre las chapas imprimadas sin que previamente se haya eliminado el recubrimiento de pintura de imprimación.

Durante el ciclo térmico de los procesos de corte y soldadura, las imprimaciones se destruyen en la zona afectada por el calor, quedando sobre el acero restos de pintura quemada, algunos muy firmemente adheridos, otros no. Sobre la superficie imprimada se distinguen dos zonas claramente diferenciadas: la zona "quemada", próxima al cordón de soldadura, donde la pintura prácticamente ha desaparecido y la zona "carbonizada" en la que la película, aunque no haya desaparecido, ha perdido sus propiedades protectoras (5, 6). La extensión de estas dos zonas y también su aparición en el lado opuesto de la chapa depende, entre otros factores, de las características del proceso de soldadura y del espesor de la plancha metálica.

El efecto del calor desarrollado durante el proceso de solda-

dura no suele motivar serios problemas tratándose de imprimaciones delgadas a base de silicato de cinc o del tipo "wash-primer". No así las formuladas con vehículo orgánico, especialmente las de capa gruesa, en las que el deterioro puede ser importante (5). A causa de una deficiente planificación de los trabajos de pintado y de soldadura, no es raro en la construcción de estructuras metálicas la realización de soldaduras interiores estando la superficie exterior con el sistema completo de pintura.

El ensuciamiento de la superficie como consecuencia del proceso de soldadura implica el establecimiento de algún tipo de limpieza para el correcto comportamiento del sistema de pintura posteriormente aplicado. La BSRA (2), en sus normas de buena práctica para el pintado de soldaduras con sistemas de pinturas de alta resistencia, recomienda: eliminación total de la imprimación de taller en bandas de 5 cm adyacentes a la unión soldada; alisado del cordoón en caso de que su altura fuera excesiva o presentase rizos demasiado agudos; lavado con agua dulce; granallado para eliminar completamente los óxidos, restos de escoria, salpicaduras, residuos de fundente, etc. y aplicación de una capa adicional de pintura de imprimación de tinte contrastado con el color de la imprimación del sistema. En otros casos, se aconseja un cepillado vigoroso con cepillo de acero y la aplicación, como en el caso anterior, de una capa adicional de pintura de imprimación de tinte contrastado.

Keane y Bigos (7) y Brooking(8) coinciden en afirmar que para un comportamiento óptimo del sistema de pintura la preparación de superficie debe ser doble: limpieza química y limpieza física. La limpieza química elimina los residuos solubles (residuos salinos, etc.) y la limpieza física hace desaparecer los depósitos insolubles (escorias, salpicaduras, etc.). Para la limpieza química el lavado con agua corriente ofrece muy buenos resultados. Keane y Bigos (7) apuntan como soluciones también efectivas el ácido fosfórico diluido y el ácido crómico en solución 5 %. Para la limpieza física, el granallado parece ser el método más rápido y económico.

Es obvio que la buena práctica aconseja la eliminación de la imprimación de taller antes del proceso de unión. Sin embargo, no se suele hacer así, como ya ha sido comentado, debido a factores económicos y de premura de tiempo. De hecho, entre las características que se solicitan a la imprimación se destaca su compatibilidad con las operaciones de corte y soldadura. Ello obliga a someter la superficie afectada por el ciclo térmico a un tratamiento de limpieza de los restos quemados de imprimación que la deje en condiciones aptas para recibir la pintura definitiva. La Shipbuilding Research Association of Japan ha editado al respecto patrones de "grados de limpieza" de las soldaduras y zonas quemadas sobre distintas imprimaciones (9).

---

## OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

---

Se ha mencionado que la soldadura del acero es fuente de contaminación de la superficie metálica en la zona de unión. También se ha comentado que si el proceso se realiza sobre un acero imprimado el ensuciamiento es todavía mayor. De ahí la importancia de una limpieza efectiva del sustrato metálico de sustancias extrañas, previa a la aplicación del recubrimiento orgánico, ya que la condición superficial afecta de una manera decisiva su comportamiento ulterior.

La bibliografía coincide en afirmar que el éxito del sistema de pintura sobre la soldadura depende de la limpieza conseguida con el método de preparación de superficie empleado. No obstante, se echa de menos un tratamiento científico y sistemático del tema. Parece que solamente Keane y Bigos (7) han tratado de abordarlo, si bien en ensayos de exposición atmosférica y sin incluir la soldadura del acero imprimado.

La presente investigación pretende contribuir a un mejor conocimiento de la influencia del procedimiento de limpieza de la unión soldada en el comportamiento del sistema de pintura en agua de mar. Con esta intención se ensayan diferentes acabados de superficie, desde el simple lavado con agua corriente hasta un minucioso granallado a "metal blanco" de la zona soldada, en la que el cordón de soldadura ha sido alisado. Al mismo tiempo, se considera la repercusión del espesor del sistema de pintura y del tipo de imprimación empleada, así como de la aplicación de protección catódica, técnica complementaria anticorrosiva que, como es sabido, tiene una amplia utilización en el sector naval.

---

## TECNICA EXPERIMENTAL

---

Con el propósito de dar una mayor utilidad práctica a las conclusiones del estudio, se ha procurado no apartarse de situaciones habitualmente encontradas en los trabajos del astillero. De esta suerte, las probetas de ensayo, de dimensiones 15 x 15 cm, se prepararon a partir de chapa de acero naval (tabla I) de 4 mm de espesor, que estaba recubierta con una imprimación de taller del tipo epoxi/óxido de hierro de dos componentes de 20  $\mu\text{m}$  de espesor. La chapa ha-

TABLA I  
COMPOSICION DEL ACERO

Elemento	%
Mn	0,50
Si	< 0,05
P	< 0,02
Cr	< 0,1
Ni	< 0,1
Mo	< 0,05
C	0,13
S	< 0,02

bía sido expuesta durante algún tiempo (3-6 meses) a la intemperie, tanto antes como después de la aplicación de la referida imprimación temporal.

Mediante procedimiento manual con electrodo básico E 7018 se depositó en una de las caras de la probeta y a lo largo de una línea media, un cordón de soldadura de aproximadamente 10 mm de ancho y 2-3 mm de altura. El calor desarrollado por el proceso de soldadura provocó el "quemado" de la pintura de imprimación en zonas adyacentes a la unión soldada y en la región central de la cara posterior (reverso) de la probeta.

Una vez depositado el cordón sobre las probetas, éstas se sometieron a la acción de una niebla salina (solución de cloruro de sodio 5 %) durante 24 horas, con el fin de asegurar una cierta corrosión de la zona de la soldadura, que imitara la que normalmente ocurre en la práctica antes de aplicar el tratamiento protector final. Después las probetas fueron lavadas abundantemente con agua y se procedió a la preparación de su superficie mediante diferentes métodos de limpieza. La tabla II recoge los procedimientos empleados y los grados de limpieza alcanzados. La figura 1 muestra el aspecto de las probetas una vez realizado el tratamiento de superficie.

A continuación se aplicó a pincel el sistema completo de pintura, consistente en una capa de imprimación (30  $\mu$ m) y capas de

TABLA II. CARACTERISTICAS DE LA LIMPIEZA OBTENIDA CON LOS DISTINTOS PROCEDIMIENTOS DE PREPARACION DE SUPERFICIES EMPLEADOS

Tratamiento de superficie	Procedimiento	Grado de limpieza
NINGUNO (LAVADO)	Después del lavado con agua dulce las probetas no tuvieron ningún otro proceso de limpieza.	Superficie notablemente contaminada con óxidos, residuos de escoria, salpicaduras, restos de pintura quemada, etc.
CEPILLADO MANUAL	Eliminación de escorias y salpicaduras con piqueta seguido de cepillado vigoroso a mano con cepillo de acero.	Se han eliminado totalmente los fragmentos de escoria y fundente adheridos al cordón; sin embargo, quedan algunas salpicaduras, restos de óxido y residuos de pintura quemada fuertemente adheridos al metal base.
CEPILLADO MECANICO	Cepillado vigoroso con cepillo rotativo de acero.	Con el cepillo rotativo se produce un cierto bruñido de la superficie del acero, limpiándola completamente de salpicaduras y escorias. Solamente quedan exigüos restos de óxido en las hendiduras del cordón y ligerísimos residuos de pintura quemada.
GRAMALLADO	Gramallado a metal blanco con granalla angular.	La superficie de acero queda con el grado Sa 3 (SIS 055900 - 1967) de limpieza. El cordón de soldadura se presenta muy limpio aunque con su rugosidad característica.
ALISADO DEL CORDON/ GRAMALLADO	Alisado del cordón con disco abrasivo rotativo seguido de gramallado a metal blanco con granalla angular.	Similar al anterior tratamiento con la salvedad de que el cordón de soldadura ha sido alisado eliminándole los rizos y asperezas que presentaba

acabado hasta conseguir espesores totales de película de 125 y 250  $\mu\text{m}$ . La tabla III detalla las formulaciones de las pinturas utilizadas. Se usaron dos tipos de pintura de imprimación, en tanto que la pintura de acabado fue siempre la misma.

Con el fin de establecer la influencia de la protección catódica en el comportamiento de la pintura, especialmente en la zona soldada y quemada, a una serie de las probetas sumergidas en agua de mar les fue aplicado un potencial de  $-0,85\text{ V (Ag/AgCl)}$ . El resto de ellas estuvieron libremente expuestas a dicho medio. El método operatorio seguido para la realización de los ensayos, que tuvieron un año de duración, ha sido descrito en anteriores publicaciones (10, 11).

---

#### EFFECTO DE LA PREPARACION SUPERFICIAL DE LA ZONA DE LA SOLDADURA

---

De la observación de las figuras 2 a 5, donde se exponen las fotograffas practicadas al final del ensayo de inmersión libre en agua de mar, se deducen los siguientes hechos:

El *deterioro del recubrimiento* se debe principalmente a la *formación de ampollas* sobre la superficie de la pintura. El ampolamiento se inicia, por lo general, en el cordón de soldadura y vecindad de éste, siendo menos acusado en los sistemas de pintura de alto espesor (figuras 4 y 5). Conforme aumenta el grado de limpieza mejora el comportamiento del recubrimiento de pintura. El *alisado del cordón* de soldadura no repercute sensiblemente en el comportamiento de la pintura, si bien hay que hacer constar que tampoco la rugosidad del cordón original era excesiva.

El comportamiento en la cara posterior de la probeta permite estimar, igualmente, la importancia del tratamiento superficial en el ampolamiento experimentado por la pintura. Se observa que la zona deteriorada reproduce bastante bien la afectada por el calor cuando el tratamiento de limpieza es insuficiente para eliminar totalmente la pintura quemada (fig. 1).

Una valoración relativa del comportamiento de las probetas correspondientes a todos los estados de superficie ensayados permite asignar un orden de mérito a los diferentes tratamientos, que coincide prácticamente con el ordenamiento seguido para su exposición en la tabla II. Se comprueba una *clara superioridad del granallado* sobre los otros dos procedimientos (lavado y cepillado).

TABLA III. FORMULACIONES DE LAS PINTURAS ENSAYADAS (g/100 g)

Constituyentes	Imprimaciones			Acabado
	Caucho clorado/ minio	Caucho clorado/ cromato de cinc	Caucho clorado/ dióxido de titanio	
Caucho clorado 20 cP. ....	14,5	15,4	-	-
Aroclor 1248.....	7,2	6,5	6,7	6,7
Caucho clorado 10 cP.....	-	-	19,6	19,6
Parafina clorada 70 %.....	-	-	13,0	13,0
Thixatrol ST.....	0,5	1,0	1,6	1,6
Minio.....	24,5	-	-	-
Barita.....	9,0	5,8	13,3	13,3
Estearato de aluminio .....	2,0	-	0,8	0,8
Cromato básico de cinc.....	-	21,1	-	-
Oxido férrico.....	-	9,6	-	-
Dióxido de titanio RC-R2...	-	-	13,3	13,3
Negro de humo.....	-	-	0,2	0,2
Xileno.....	9,2	15,6	16,6	16,6
Aromasol H.....	33,1	25,0	15,0	15,0

---

## EFFECTO DEL SISTEMA DE PINTURA

---

Como se mencionó en la técnica experimental, se utilizaron dos tipos de pinturas de imprimación, ambas a base de caucho clorado. Una de ellas estaba pigmentada con minio de plomo y en la otra el pigmento era cromato básico de cinc. Al comparar las figuras 2 y 3, correspondientes a los dos tipos de imprimación en esquemas de 125  $\mu\text{m}$  de espesor, *no se deduce una influencia significativa de la imprimación*. A análoga conclusión se llega al cotejar los esquemas de espesor más elevado (figs. 4 y 5).

En cambio, *la variable espesor total del sistema de pintura sí tiene una notable repercusión en el comportamiento del recubrimiento*. Mientras con espesores de 125  $\mu\text{m}$  (figs. 2 y 3) el deterioro es importante en muchos casos, con espesores de 250  $\mu\text{m}$  (figs. 4 y 5) sólo se manifiesta un ligero ampollamiento después de un año de ensayo.

Todas las pinturas fueron aplicadas a pincel, por lo que nada puede decirse de la influencia del modo de aplicación del recubrimiento. En principio podría pensarse que tratándose de superficies imperfectamente limpias y con irregularidades geométricas, la aplicación a pincel, al favorecer el contacto íntimo de la pintura con el metal, introduciéndose por las cavidades del cordón, resquicios, pliegues, etc., podría conducir a mejores resultados que la aplicación por pulverización. Sin embargo, Keane y Bigos (7) no encuentran una influencia significativa de este parámetro.

---

## EFFECTO DE LA PROTECCION CATODICA

---

En líneas generales la aplicación de protección catódica produce un ligero, aunque perceptible, *peor comportamiento de la pintura* con relación al manifestado en los ensayos de corrosión libre, sobre todo cuando el espesor del recubrimiento de pintura es de sólo 125  $\mu\text{m}$ . Con espesores de 250  $\mu\text{m}$  el efecto del potencial catódico es mucho menos acusado, si no es porque las ampollas suelen ser algo más voluminosas, detalle revelado ya en anteriores investigaciones (10, 11).

En cuanto al efecto del tratamiento de superficie en el compor-

tamiento del sistema de pintura, como en los ensayos de inmersión libre se reproduce la *superioridad del granallado* sobre los restantes métodos de preparación. Referente a las características del sistema de pintura, las conclusiones del apartado anterior se conservan en toda su extensión, es decir, ninguna influencia significativa del tipo de imprimación empleada y gran influjo del espesor de película.

---

## CONCLUSIONES GENERALES

---

La imposibilidad de reproducir con exactitud en todos los grupos de probetas los distintos tratamientos de superficie, especialmente el cepillado, unido al diferente estado de oxidación de la chapa de partida y de conservación de la película de imprimación temporal, motivan lógicamente una importante dispersión en los resultados, por lo que las siguientes conclusiones tienen que referirse, forzosamente, a tendencias globales:

1. La presencia de restos de pintura quemada, parcial o totalmente adheridos a la superficie de acero, ejerce una gran influencia en la estabilidad del sistema de pintura posteriormente aplicado. Se hace imprescindible un tratamiento de limpieza de la zona soldada previo a la aplicación del recubrimiento que deberá hacer frente al agua de mar.

2. Conforme aumenta el grado de limpieza mejor es el comportamiento del sistema de pintura. El granallado a metal blanco ha dado normalmente resultados satisfactorios.

3. Un aumento en el espesor de película repercute muy sensiblemente en una mayor duración del recubrimiento de pintura en las zonas de soldadura.

4. Con las dos pinturas de imprimación ensayadas no se observa ninguna influencia significativa de la variable formulación.

5. La aplicación de protección catódica (- 0,85 V) no altera seriamente el comportamiento de los sistemas de pintura aplicados sobre uniones soldadas y en contacto con agua de mar.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

1. Feliú S. y Morcillo M.- Trabajo no publicado.
2. The British Ship Research Association.- Recommended practice for the protection and painting of ships, 1973.
3. Vanderpool A.- Welding Journal, 31, 791, 1952.
4. Liebman A. J.- American Paint Journal, 38, 26, 1954.
5. Bullet T. R.- Anti-Corrosion, feb. 1971, 24; Corrosion Prevention and Control, 18 (2), 8, 1971.
6. Gooch T. G. & Gregory E. N.- British Corrosion Journal, Supplementary Issue, 48, 1968.
7. Keane J. D. & Bigos J.- Corrosion, 16, 93, 1960.
8. Brooking W. J.- Metal Finishing, 41, p. II, 671, 1943.
9. Shipbuilding Research Association of Japan.- Standard for the preparation of steel surfaces prior to painting, 1975.
10. Morcillo M. y Feliú S.- Rev. Metal. (CENIM), 11, 239, 1975.
11. Morcillo M. y Feliú S.- Rev. Metal. (CENIM), 11, 302, 1975.

---

## AGRADECIMIENTOS

---

Los autores desean expresar su agradecimiento a Astilleros Españoles S. A. (Factoría de Sestao) por haber facilitado la chapa imprimada de acero sobre la que se han llevado a cabo los ensayos y a Industrias de Pinturas Españolas S. A. por la colaboración prestada en la fabricación de las muestras de pinturas utilizadas en el presente estudio.



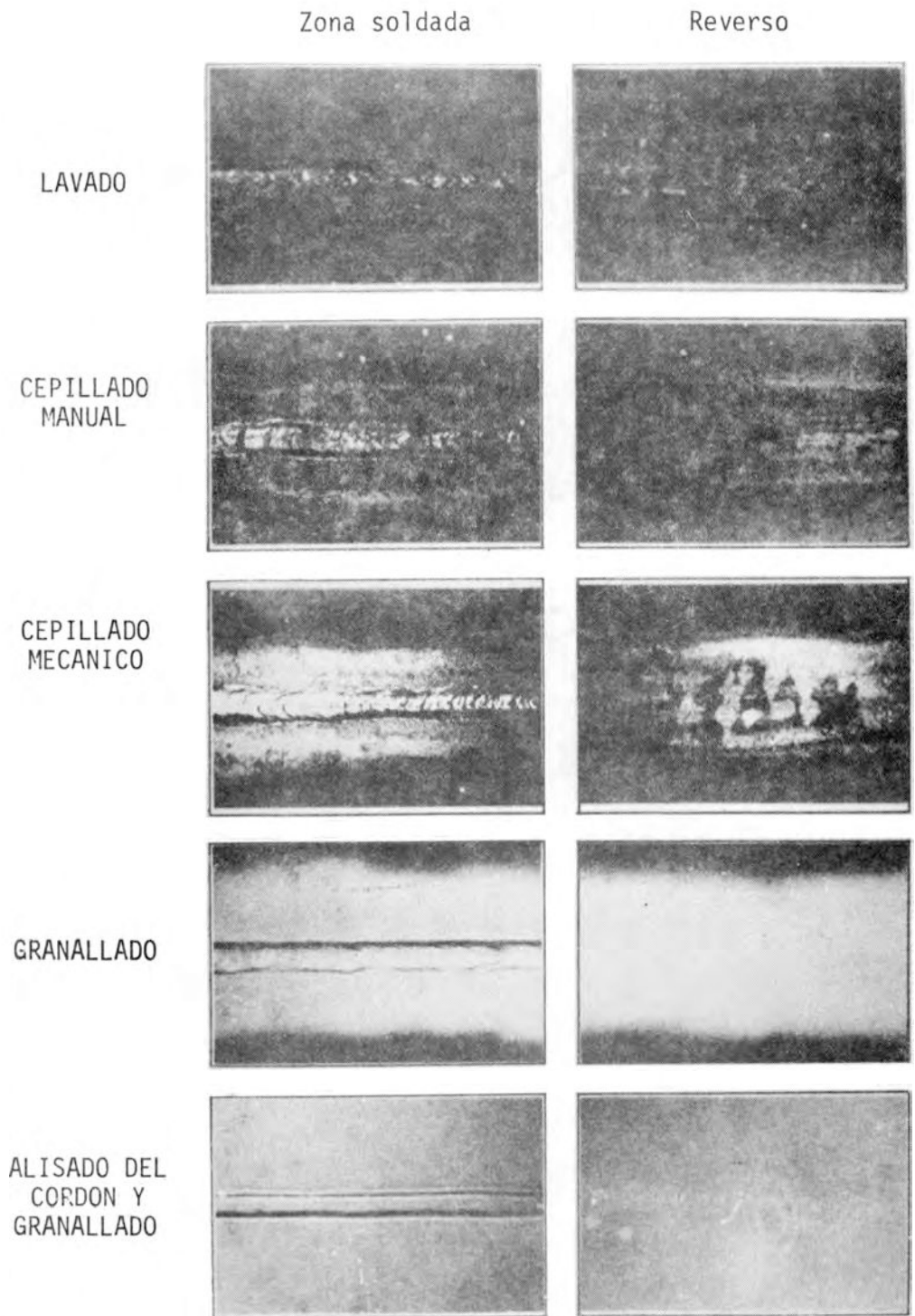


Figura 1.- Aspecto de las probetas después de los tratamientos de superficie aplicados



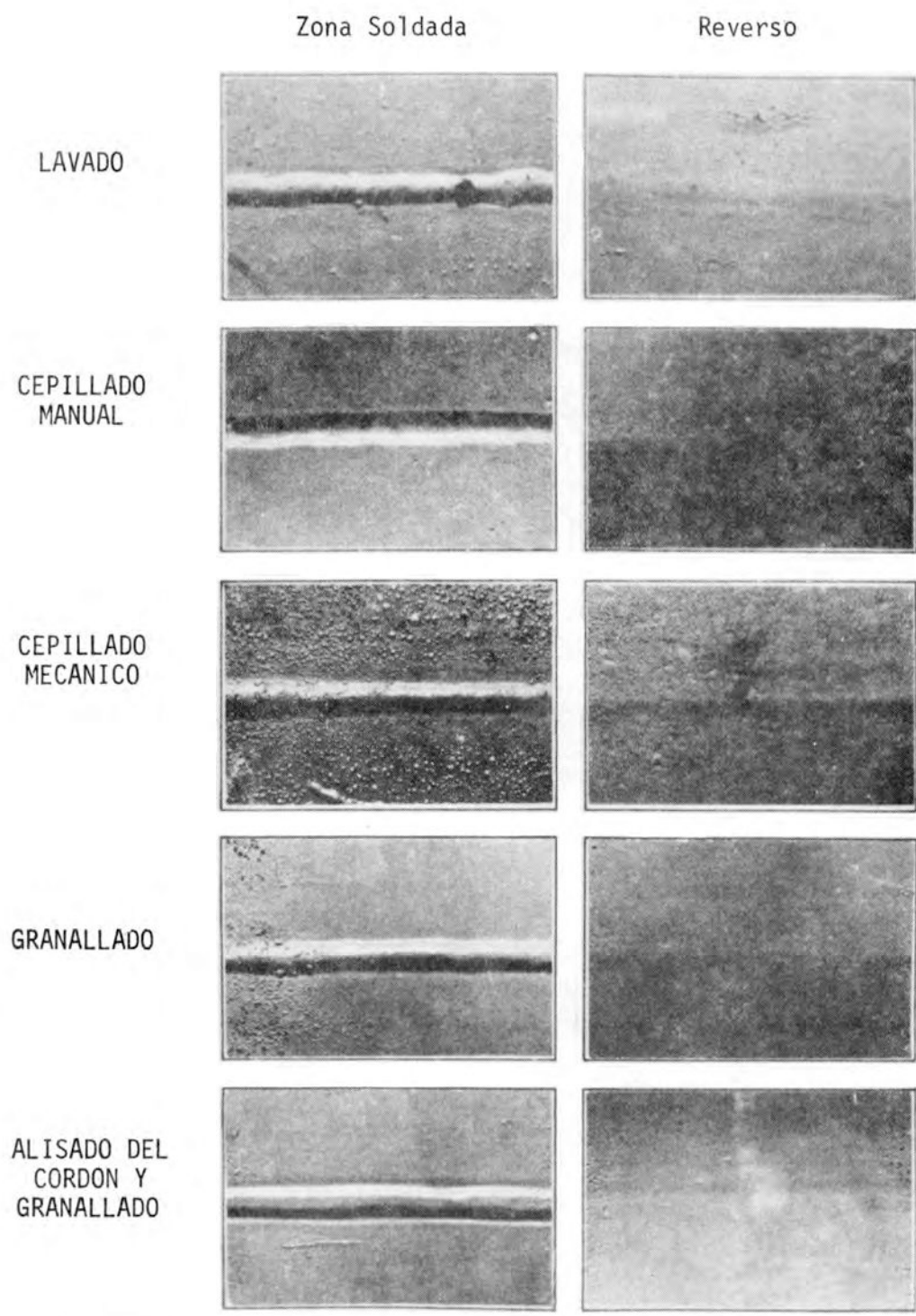


Figura 2.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento del sistema de pintura en agua de mar (imprimación caucho clorado/minio, espesor del sistema 125  $\mu\text{m}$ )



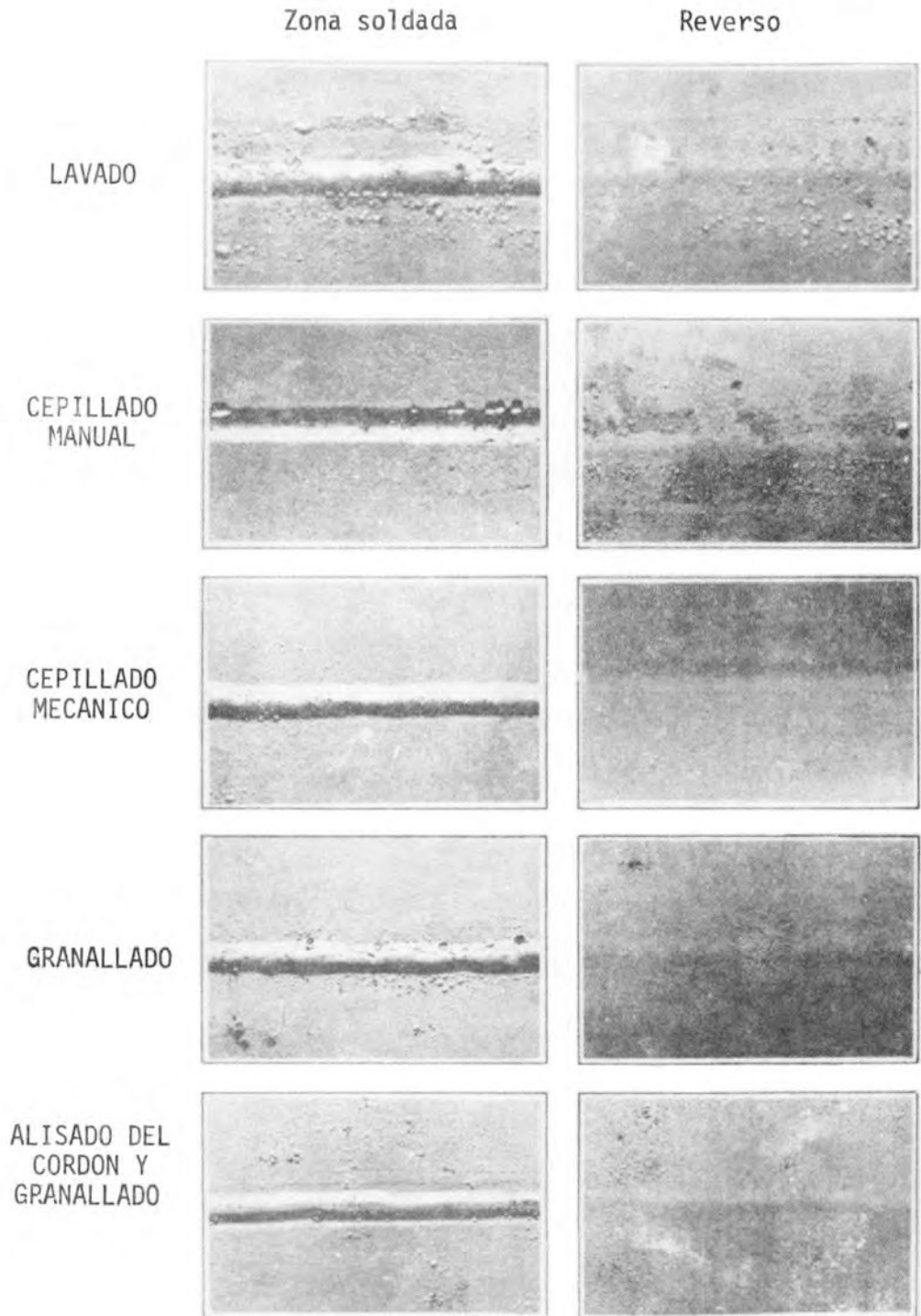


Figura 3.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento del sistema de pintura en agua de mar (imprimación caucho clorado/cromato de cinc, espesor total 125  $\mu\text{m}$ )



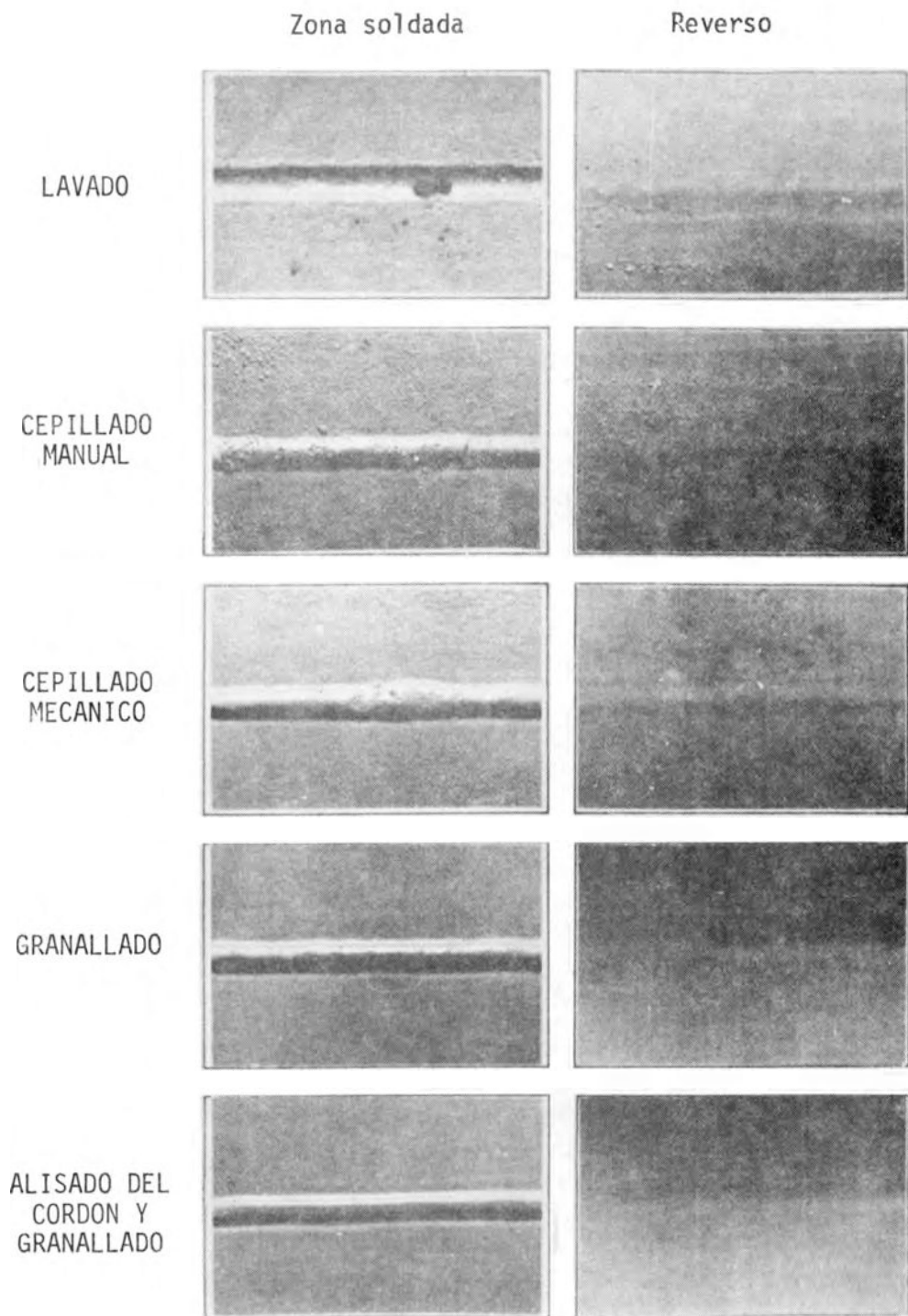


Figura 4.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento del sistema de pintura en agua de mar (imprimación caucho clorado/minio, espesor del sistema 250  $\mu\text{m}$ )



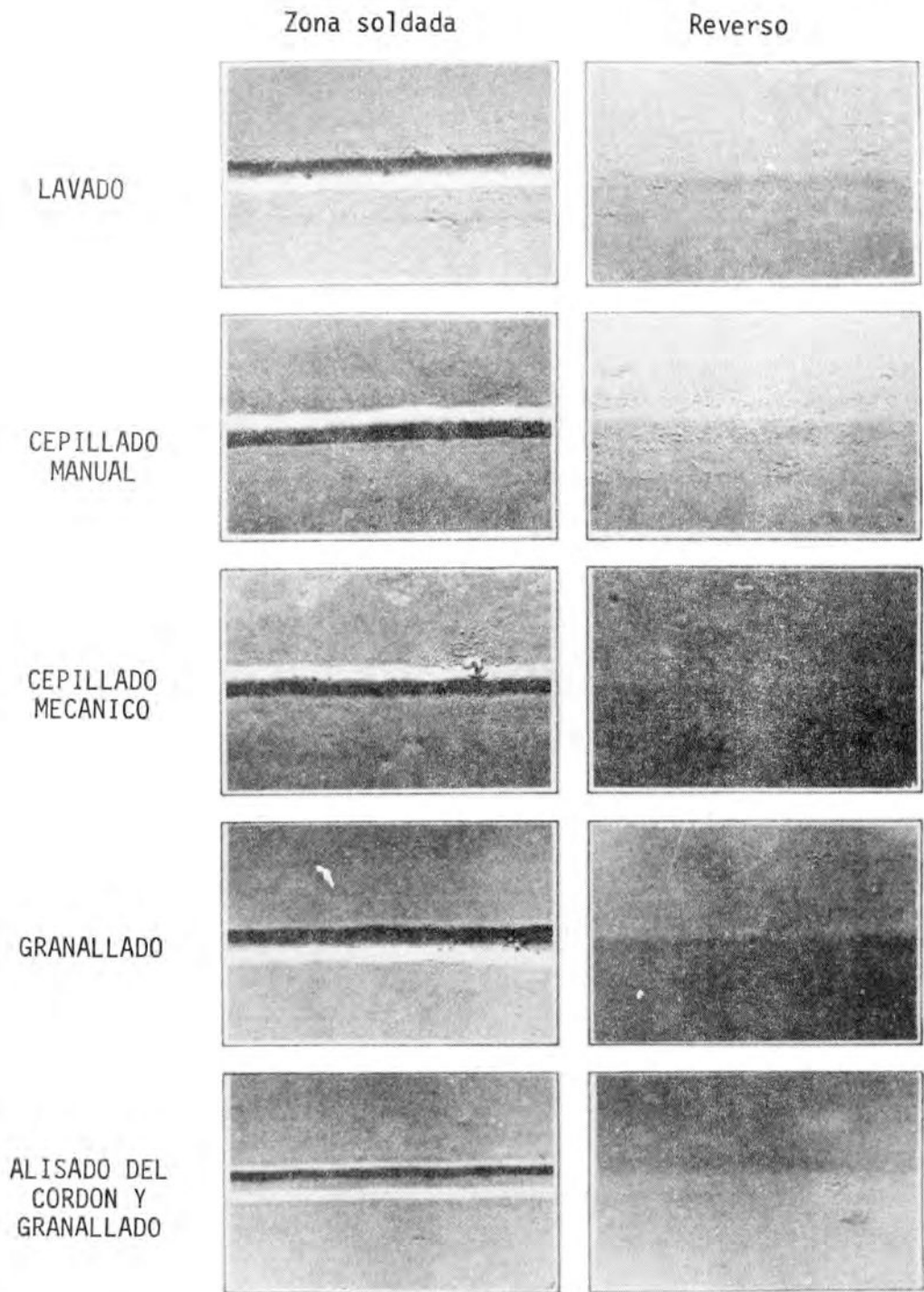


Figura 5.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento del sistema protector en agua de mar (imprimación caucho clorado/cromato de cinc, espesor total 250  $\mu\text{m}$ )



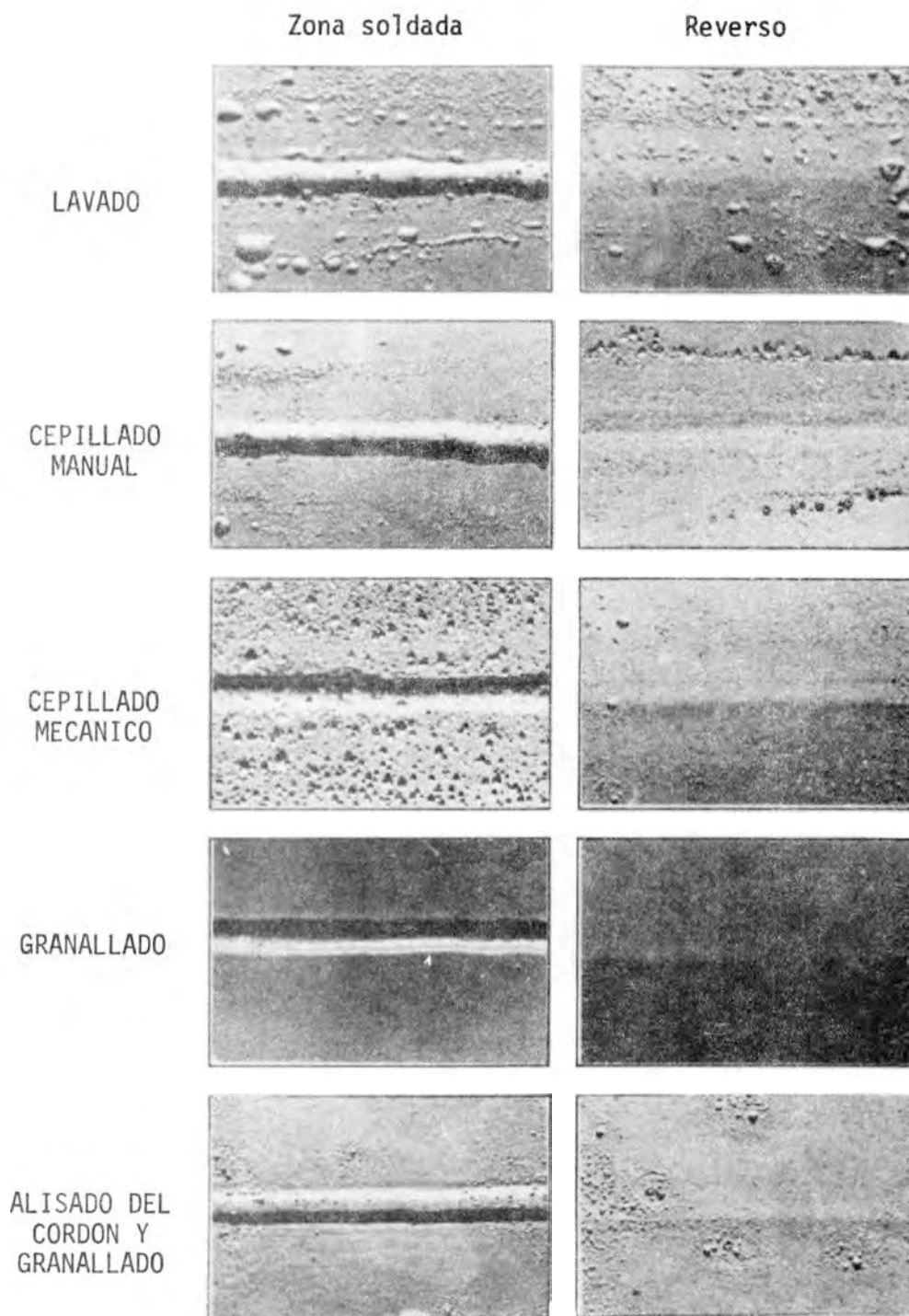


Figura 6.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento en agua de mar, frente a protección catódica (imprimación caucho clorado/minio, espesor total 125  $\mu\text{m}$ )



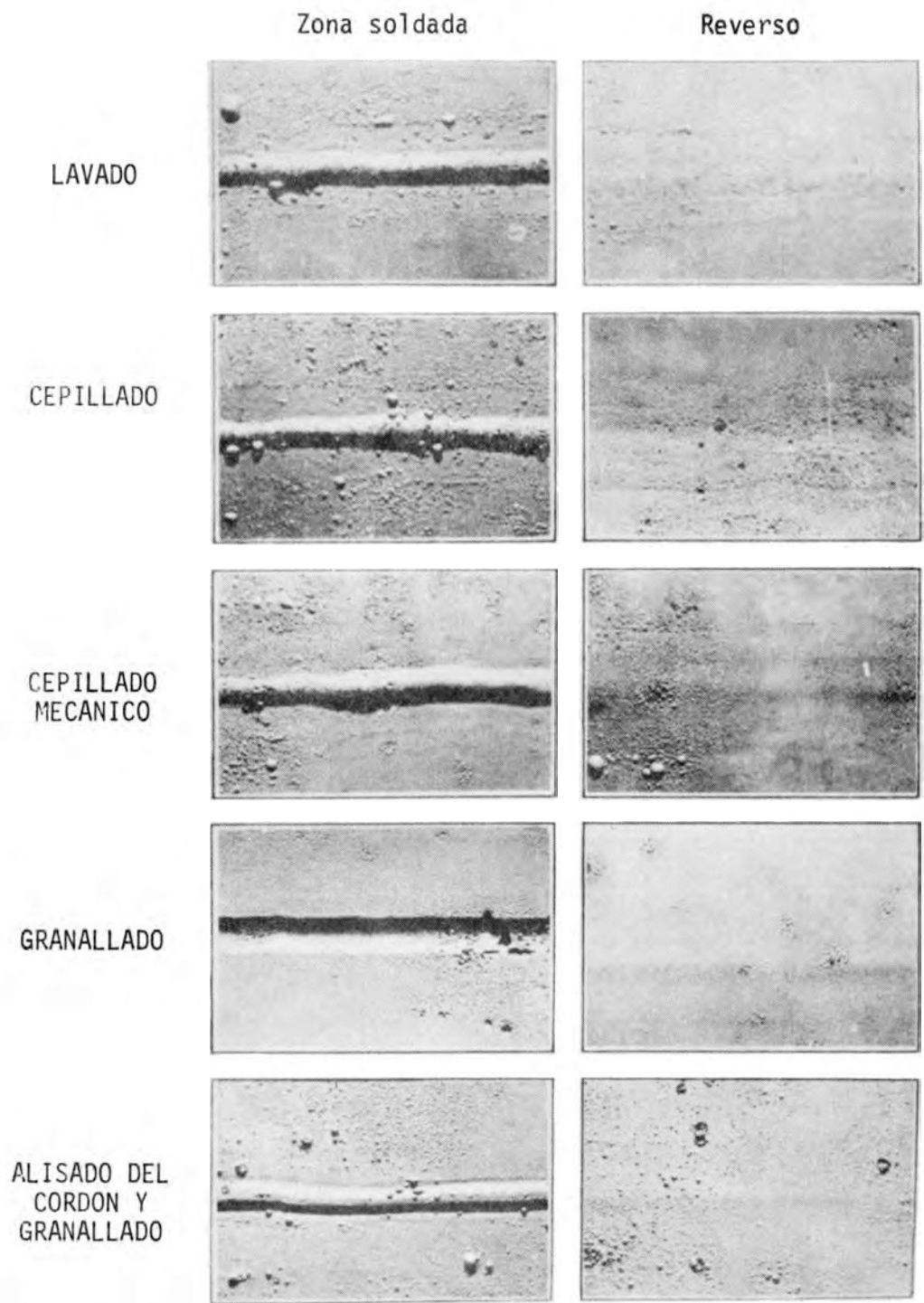


Figura 7.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento en agua de mar, frente a protección catódica (imprimación caucho/cromato de cinc, espesor total 125  $\mu\text{m}$ )



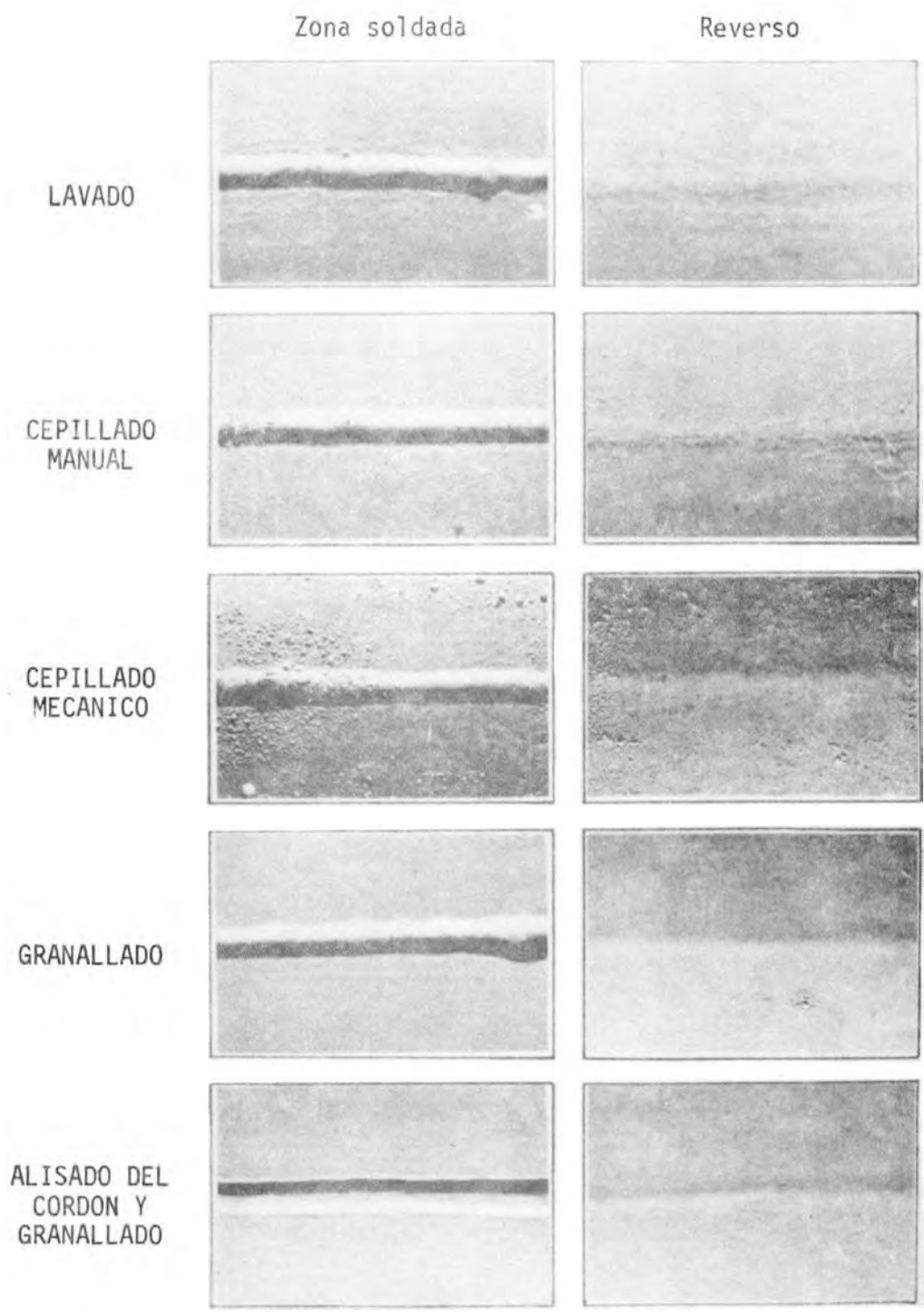


Figura 8.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento en agua de mar, frente a protección catódica (imprimación caucho clorado/minio, espesor total 250  $\mu\text{m}$ )



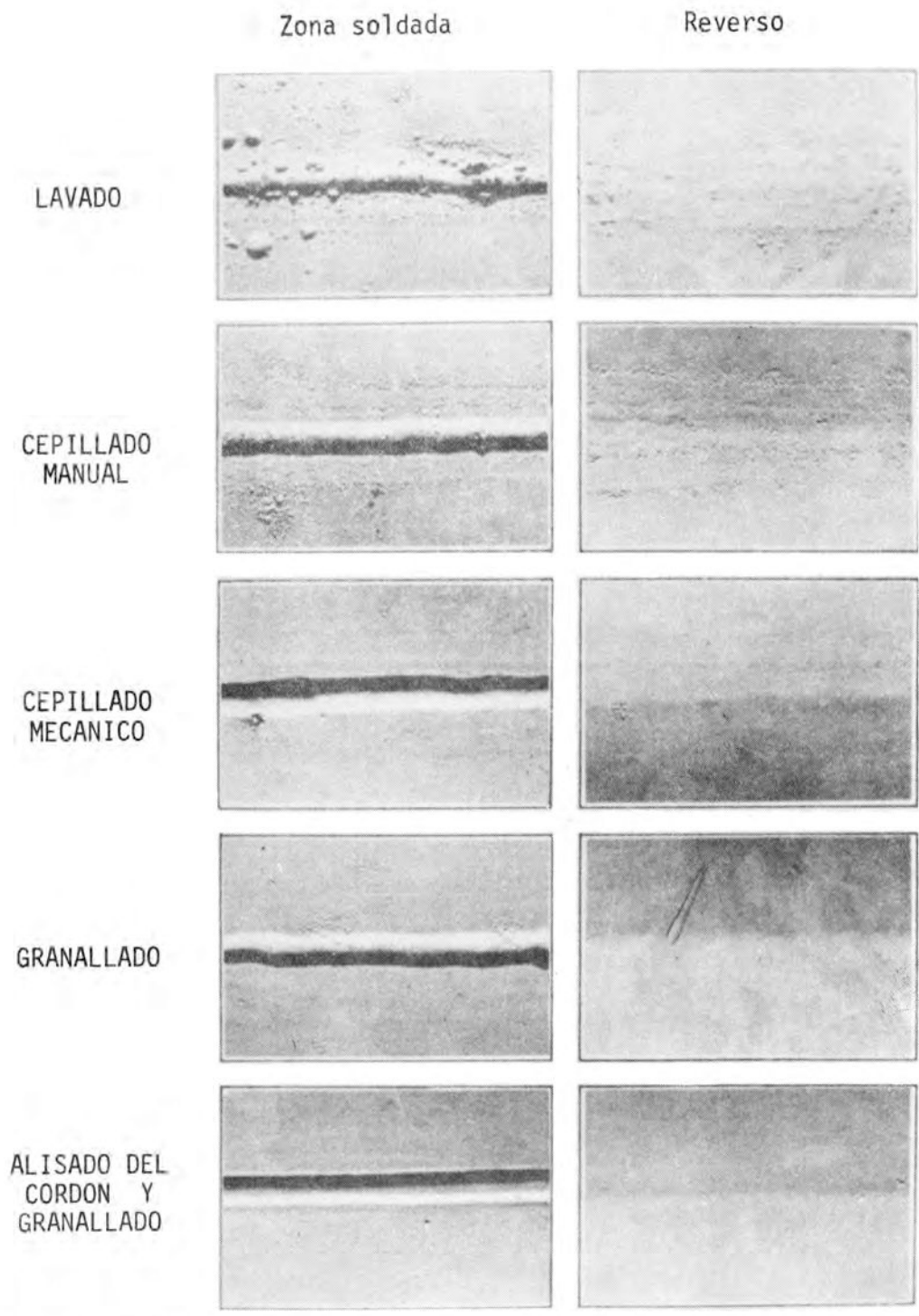


Figura 9.- Influencia de la preparación de superficie de la unión soldada en el comportamiento en agua de mar, frente a protección catódica (imprimación caucho/cromato de cinc, espesor total 125  $\mu\text{m}$ )

