

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1974

04.74.14

CNEA - IN-7/149

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AREA INVESTIGACION, DESARROLLOS Y SERVICIOS

DEPARTAMENTO DE METALURGIA

SOLDADURAS DE ALEACIONES DE CROMO-NIQUEL CON PORCELANA

H. PRILUTZKY
O. RIESGO
T. PALACIOS

BUENOS AIRES, ARGENTINA

- 1974 -

SOLDADURAS DE ALEACIONES DE CROMO-NIQUEL CON PORCELANA

H. Prilutzky*, O. Riesgo** y T. Palacios*

RESUMEN

Las aleaciones de base Cromo-Níquel de uso dental soldadas con porcelana destinadas a la confección de prótesis fijas son estudiadas para conocer las características de la unión y las condiciones que la mejoran.

El uso de estas aleaciones relativamente modernas está destinado a reemplazar a aquéllas constituídas con elementos preciosos, ya bien probadas, pero de costo mayor.

Los análisis realizados con la Microsonda Electrónica permiten conocer cuáles son los elementos químicos responsables de la unión, lo cual se efectúa a través de los distintos perfiles de concentración que muestran la distribución en el metal y en la porcelana y que presupone procesos de difusión sumamente complejos por la cantidad de componentes presentes.

* Area Investigación, Desarrollo y Servicios,
Departamento de Metalurgia.

** Centro de Estudios de Cerámica Dental.

INTRODUCCION

Las prótesis dentales fijas están constituidas por estructuras metálicas sobre las cuales se deposita porcelana que posteriormente se hornea obteniéndose una unión soldada que debe reunir las condiciones apropiadas tanto mecánicas como biológicas.

Historicamente las aleaciones de elementos preciosos fueron las que más se utilizaron con excelentes resultados en su aplicación, pero dado su precio en continuo ascenso hizo que se comenzara a buscar otras aleaciones que cumplieran los requisitos necesarios para su utilización en prótesis y al mismo tiempo su precio fuera económico.

Es así que aparecen las aleaciones de cromo níquel que se adecúan a los propósitos antes mencionados en el uso dental, cumpliendo las condiciones de resistencia mecánica(1), adecuado coeficiente de dilatación y resistencia a la corrosión puesta en boca .

El uso de estas aleaciones en nuestro país todavía no está muy difundido por lo que se hizo necesario conocer más de ellas para lograr que los profesionales odontólogos se familiaricen con las mismas y se reemplacen así a las aleaciones preciosas que significan costos más altos para el paciente y un drenaje mayor de divisas para el país (2).

Las aleaciones metálicas utilizadas en este estudio son aquellas obtenibles comercialmente lo mismo que las porcelanas de uso normal en odontología, unidos ambos siguiendo los procedimientos conocidos por la profesión dental.

Estas aleaciones de base cromo níquel presentan a su vez el inconveniente que significa desconocer los sucesivos tratamientos térmicos que dieron lugar a la misma, junto con la composición del material; lo cual fué necesario desarrollar a través del microanálisis con la Microsonda electrónica y observaciones metalográficas, tratando de estable-

cer correctamente las características y las propiedades de la aleación (3).

Un proceso similar se empleó para caracterizar la porcelana a partir de analizarla una vez soldada al metal, lo cual también es sumamente complejo dado que como es sabido los cerámicos si bien presentan una estructura cristalográfica como los metales, la misma es sumamente compleja por hallarse elementos metálicos y no metálicos en gran cantidad(4).

La porcelana empleada en nuestro caso se forma a partir de la consolidación de polvos con posterior tratamiento térmico que termina constituyendo una masa sólida con cierta resistencia.

Sin embargo la porcelana queda con gran parte de porosidad residual del proceso, parte de la cual se puede reducir por los tratamientos térmicos de compactación y posterior unión con el metal como en nuestro caso, aunque resulta casi imposible eliminarla totalmente.

Además los materiales cerámicos en su mayoría son frágiles, y es precisamente en los poros donde se produce una concentración de esfuerzos que originan la fractura frágil la cual llega por una rápida propagación sin que haya prácticamente deformación plástica (5).

Gran parte de los resultados obtenidos fueron logrados por el análisis de la microestructura del metal y luego de la interfase y zonas vecinas a la misma, llegando a datos que permiten predecir el comportamiento futuro de la aleación, y la posibilidad de llegar a desarrollarla en el país.

METODOS UTILIZADOS

Los análisis efectuados fueron de carácter cuali y cuantitativo mediante el empleo de la Microsonda Electrónica M.S.46 .

Los datos semicuantitativos fueron corregidos mediante programas COR adaptados del National Bureau of Standard.

Previamente las muestras fueron incluidas y pulidas metalográficamente hasta diamante, sufriendo un metalizado de una fina capa de cobre a los efectos de mejorar la conductividad de las muestras.

MATERIALES EMPLEADOS

La aleación de base cromo níquel utilizada en este trabajo* presenta una estructura dendrítica rodeada por microconstituyentes eutécticos.

Estas características surgen del proceso de solidificación del material que al efectuarse a altas velocidades de enfriamiento desde la fase líquida, permite que coexista una estructura heterogénea.

Esta estructura se caracteriza por presentar segregaciones de uno o más elementos en los espacios interdendríticos (últimos en solidificar) con respecto a las ramas de las dendritas. (6)

Incluye esta variación de concentración la presencia de una estructura eutéctica.

Este tipo de microestructura dendrítica con eutécticos en los espacios interdendríticos la observamos primeramente en la imagen metalográfica del Wiron Fig.1.-

El posterior análisis cualitativo por medio de la microsonda electrónica se efectuó sobre un área barrida de acuerdo a la Fig.2 ; además estos datos se verifican en principio a través del análisis espectrográfico de la Tabla N°1.-

*Wiron Ceramic-Bremer Goldschlagerei Wilh Herbst (R.Federal de Alemania)

Tabla N°1

Elemento analizado	porcentaje en peso
Si	+
Al	++
Mn	++
Co	+
Mo	++
Ni	+++
Cr	+++
Be	+
Fe	+
Mg	+

hasta 1%	+	)	
entre 1% y 5%	++	)	Proporciones relativas de los
más del 5%	+++	)	elementos

Observamos que el Ni Fig.3- es el componente principal de la aleación y se distribuye homogéneamente.

Los elementos Cr , Mn y Mo Fig.4 , 5 y 6 se encuentran en las ramas de las dendritas ,si bien el Mn y el Mo hansegregado en los espacios interdendríticos .

Otros elementos como el Al Fig.7 muestra una distribución de concentración similar a la del Mo ,en cambio el Si Fig.8 se halla la mayor parte en los espacios interdendríticos .

En forma puntual fueron detectadas trazas de otros componentes mencionados en el análisis espectrográfico como el Fe ,Mg y Co ,si bien no se pudo obtener las imágenes

de Rayos "X" por la baja densidad de concentración.-

El análisis cuantitativo luego de efectuadas las correcciones de absorción ,fluorescencia y número atómico arrojó los siguientes resultados:

Tabla N° 2

. Elemento analizado . Porcentaje en peso .

Si	0.31
Al	2.04
Mn	4.24
Mo	2.87
Ni	63.89
Cr	16.37
Co)	
Be)	
Fe)	10.29 (°)
Mg)	
otros)	

(°) Estos elementos se obtuvieron por diferencia ,si bien algunos como el Co ,Fe,y Mg pudieron detectarse ,ello solo fué posible en muy pequeñas areas,por lo cual no lleva en un análisis correcto de porcentajes a tener significancia estadística.

Las imágenes obtenidas en el análisis cualitativo señalaban claramente la heterogeneidad de los distintos componentes salvo el Ni , por lo cual los datos de la ta-

bla N°2 son obtenidos a través de un promedio estadístico de una cantidad de puntos considerados para efectuar el análisis .

UNION METAL-PORCELANA

Se trata de uniones de metal -porcelana realizada previa colada por centrifugación del metal con un recocido posterior con la porcelana lo que configura una especie de plaquero (cladding) donde queda el metal recubierto de una fuerte capa de porcelana que a su vez es resistente a la corrosión.

El proceso realizado en general a temperaturas que oscilan entre 900 y 1000° C hacen posible que se produzcan intercambio atómico donde migran elementos del metal hacia la porcelana y viceversa ,consolidando de esta forma la unión debido a los desplazamientos desordenados de los átomos individuales.

Dado las irregularidades presentes en la interfase eso hace que no se pueda establecer correctamente las leyes clásicas de la difusión y la forma en que ésta se produce ,aunque se supone que lo que principalmente ocurre es la difusión en el interior de la red cristalina que se conoce como "difusión en volumen",especialmente por tratarse de temperaturas elevadas y dentro de lo que es más probable es que en la difusión propia y la sustitución de elementos sólidos y iones metálicos o cerámicos sea por el mecanismo de vacancia (7) .

En función de la irregularidad del par de difusión formado que mencionamos,hace sumamente complejo el análisis por lo cual los resultados los circunscribimos a un perfil de concentración trazado perpendicularmente a la interfase, por ende esos valores son únicos a lo largo de esa línea exclusivamente.

RESULTADOS

El análisis cualitativo de la interfase que se observa en la Fig.9.- de electrones absorbidos muestra la difusión del Mn Fig.10.- en forma de banda discontinua con el metal; mientras el Cr , Mg , Mo , Al , y Si correspondientes a las Fig. 11 , 12 , 13 , 14 y 15 siguen sin grandes variaciones un proceso de interdifusión.

La presencia de elementos como el P Fig.16 obedece principalmente a la reacción que se produciría entre los componentes de la aleación y los distintos fosfatos de los revestimientos que se utilizan a temperaturas altas (1380°Q para la colada de la aleación Wiron .

Además fué posible observar que el proceso permite operar mecanismos de oxidación que hace que se desprendan cáscaras de la interfase impidiéndose una unión satisfactoria.

En la Fig.17 se indica la distribución de Oxígeno en la interfase , al mismo tiempo las Fig.18 y 19 presentan escamas con presencia de óxidos de cromo y manganeso , lo cual indica que se producen reacciones selectivas , o sea con algunos componentes de la aleación.

En general ello ocurre por la reacción del metal con el oxígeno a temperaturas elevadas , usualmente en ausencia de humedad.

Por el tipo de aleación , y con el alto contenido de cromo , la capa que se conforma es densa, es decir poco porosa , en cierta forma no produce un efecto destructivo sobre el metal.

Por otra parte resulta sumamente dificultoso obtener una superficie totalmente limpia a menos que se utilizara para el calentamiento un sistema de ultraalto vacío(10^{-10}) ya que de otra manera siempre el material quedaría rapida-

mente recubierto de una capa delgada a veces invisible del gas.

Porsupuesto esta capa comienza a engrosarse a medida que el tratamiento térmico avanza y la temperatura de trabajo se va elevando y llega a producirse el defecto mencionado en un principio.

El análisis cuantitativo se efectuó a lo largo de una línea cada diez micrones ,se analizó Mn , Mo ,Ni ,Cr , Si ,Al y el O que se sacó por diferencia en el programa de correcciones; los cuatro nombrados en primer lugar son los componentes principales del metal y el resto de la porcelana.

Los datos finales fueron volcados en la gráfica de la Fig. 20.-

La irregularidad que significa no tener una interfase perfectamente pulida y de caras paralelas ,dificulta en extremo la determinación de la distribución de los distintos elementos.

Se corroboraron estos datos con perfiles directos de la distribución de los componentes graficados en la Microsonda electrónica mediante un trazado efectuado con el avance automático del equipo. Estos resultados se ven en la Fig.21.-

ENSAYO DE CORROSION

Se inició el estudio de la corrosión de la aleación de base Cromoniquel en saliva artificial con el propósito de determinar:

- a) La influencia del tratamiento térmico al que se somete a las piezas fundidas durante la soldadura con la porcelana.
- b) El comportamiento de la interfase metal porcelana por el efecto de procesos de difusión en la misma durante la soldadura ,

- c) Las características de las pilas galvánicas que se establecen en el medio bucal cuando existen en uso diversos sistemas metálicos; al respecto se estudió hasta el presente el sistema Wiron / aleación de oro.-

El comportamiento de estos materiales se estudió por trazado de curvas anódicas en saliva artificial (8) a 37°C y midiendo los potenciales de la pila Wiron/ oro en el mismo medio.

Las observaciones metalográficas se realizaron por microscopía electrónica de barrido : Fig.22.-

Los resultados obtenidos hasta el presente indican :

- I) Por encima de un cierto potencial, la aleación Cromo níquel sufre ataque localizado y profundo en las zonas interdendríticas , encontrándose una cierta dispersión en los valores de estos potenciales críticos. No se observan diferencias significativas en el comportamiento entre las muestras con y sin tratamiento térmico.
- II) Las interfases metal porcelana no son regiones preferenciales para la localización del ataque ya que éste aparece indistintamente en dicha interfase o en el resto de la superficie.
- III) El potencial del par galvánico Wiron /oro corresponde a una zona de potenciales en la cual la corriente de disolución anódica de la aleación es del orden de 10^{-4} - 10^{-5} mA / cm² y no se observa ataque de las muestras.

Estos estudios efectuados se consideran recién iniciados y se continuaran para determinar la relación entre la distribución de los elementos constituyentes y la corrosión.

CONCLUSIÓN

A través de las determinaciones analíticas se observa que:

- 1º) El proceso de unión porcelana-metal se produce siguiendo los mecanismos de difusión, donde la migración de elementos en ambos sentidos garantiza la soldadura del par.
Esta operación de interdifusión sin embargo presenta para su análisis graves dificultades por la irregularidad de las superficies en contacto y la gran cantidad de componentes de la porcelana y el metal, por lo tanto cada resultado se circunscribe a una zona particular que es la línea transversal al área de contacto.
- 2º) Si bien se produce una soldadura de buena calidad de terminación igualmente se detectan en algunas zonas la presencia de finas capas de óxido o bien burbujas, hecho éste que dificulta una unión totalmente homogénea a lo largo de toda la superficie de contacto.
- 3º) Las determinaciones sobre la estructura del metal muestran la presencia de eutécticos, que da al material un carácter de "fase frágil", y además suele ocurrir que en las proximidades de la composición eutéctica se suelen registrar valores anómalos de resistencia mecánica y del alargamiento.
- 4º) El comportamiento de la soldadura a la corrosión en boca es bueno, no observándose ataques preferenciales en la misma.

RESUMEN

Como síntesis podemos establecer que las soldaduras formadas a partir del par analizado es de calidad satisfac-

toria, sugiriéndose con respecto al metal la necesidad de controlar la estructura de solidificación con lo cual se lograría una distribución homogénea de solutos libre de segregaciones y eutécticos en los espacios interdendríticos.

AGRADECIMIENTOS

Departamento de metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

La colaboración prestada y los aportes brindados por el Ing.H.Espejo y O. Lemos.- Además en particular agradecemos a la Dra.E.De Michelli los resultados de corrosión.-

BIBLIOGRAFIA

- 1.-O.Riesgo "Propiedades mecánicas de aleaciones de oro y de cromo para uso cerámico".Rev.Asoc.Odontológica Arg. 59 ,29-31 .1970.-
- 2.-O.Riesgo ,H.Prilutzky y T.Palacios "Union de aleaciones de Cromoniquel y porcelana".Rev.Asoc.Odont.Arg. 60 N°7 1972.-
- 3.-H.Prilutzky,T.Palacios,O.Riesgo"superaleaciones para soldaduras dentales" Public.C.N.E.A. TE 25/103 Bs.As.1973.-
- 4.-L.H.Van Vlack "Elements of materials Science" 1964.-
- 5.-National Bureau of Standards "Mechanical Behavior of Crystalline Solids" / N.B.of St.Monograph 59. 1963.-
- 6.-B.Chalmers "Principles of Solidification " 1964.-
- 7.-Y.Adda y J.Philibert "La Diffusion Dans les Solides" 1966.-
- 8.-J.Brugirard y H.Mazille"Le Chirurgien dentiste de France" 51 - 1971 -33 .-

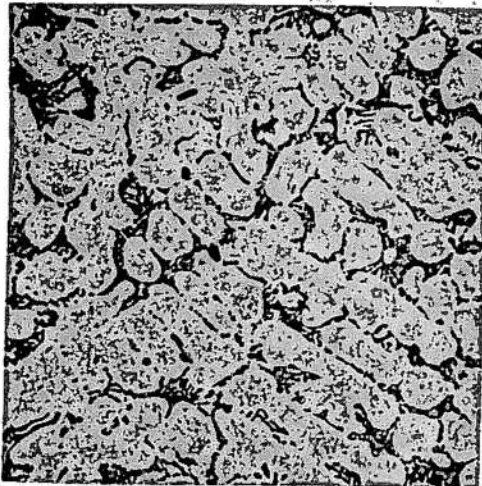


Fig.1.-Metal Wiron .Aumento 200 X

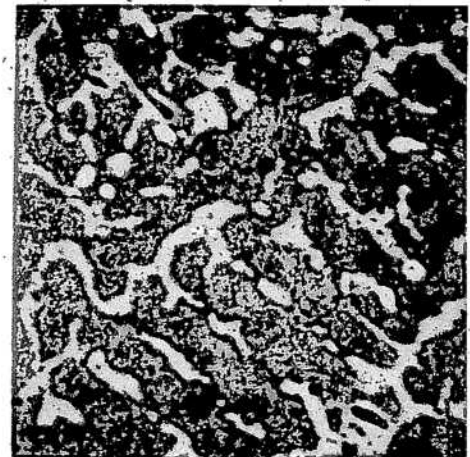


Fig.2.-Imagen Electronica del Wiron
100 x 100 μm.-

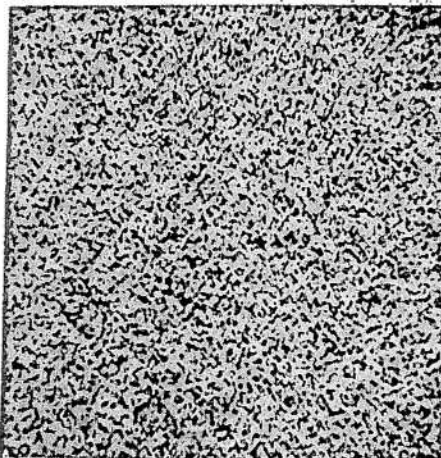


Fig3.- Misma zona.Imagen Rayos "X"
Ni K_{α1} . 100 x 100 μm.-

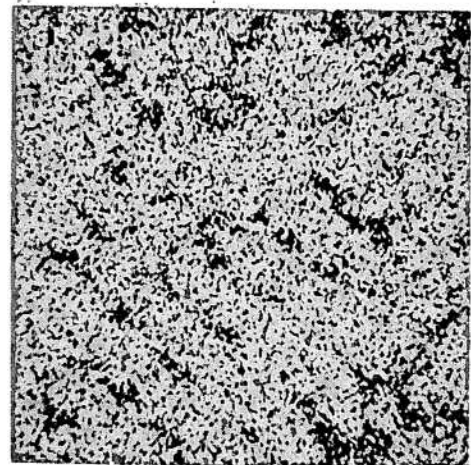


Fig.4.-Misma zona.Imagen Rayos "X"
Cr K_{α1} . 100 x 100 μm.-

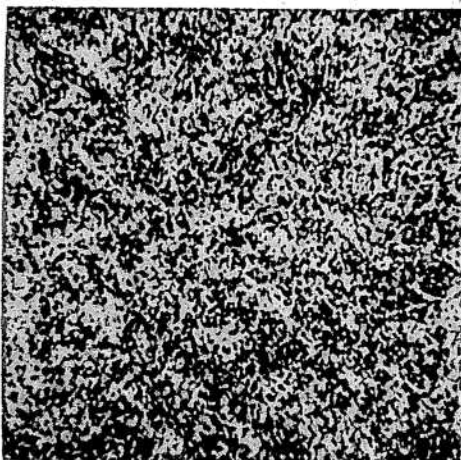


Fig5.- Misma zona.Imagen Rayos "X"
Mn K_{α1} . 100 x 100 μm.-

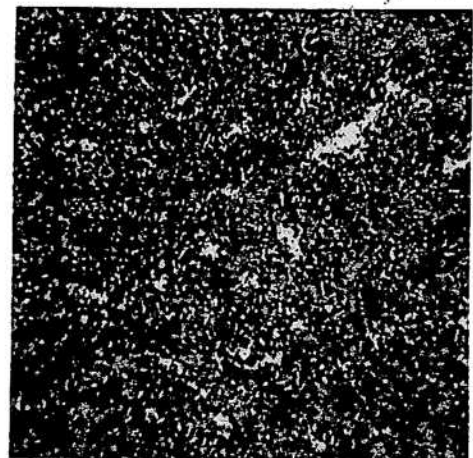


Fig.6.-Misma zona.Imagen Rayos "X"
Mo L_{α1} . 100 x 100 μm.-

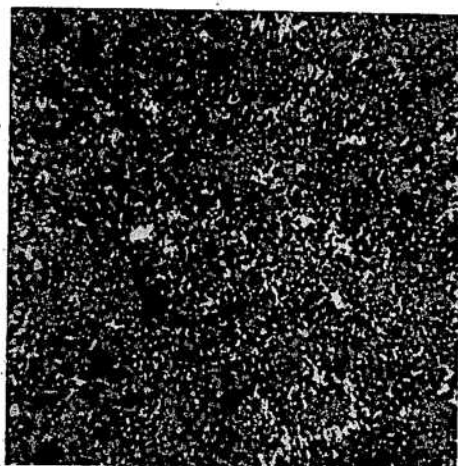


Fig. 7. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Al K α_1 . 100 x 100 μ m. -

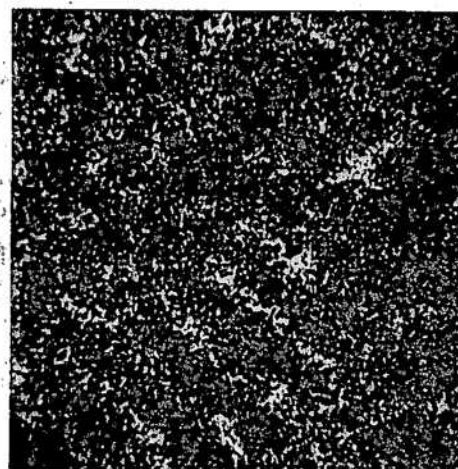


Fig. 8. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Si K α_1 . 100 x 100 μ m. -

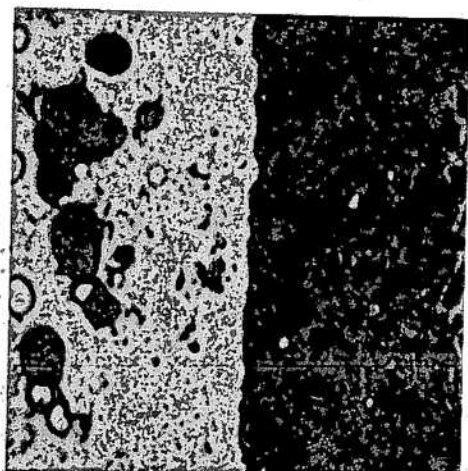


Fig. 9. -Otra muestra. Imagen Electrónica . 200 x 200 μ m. -

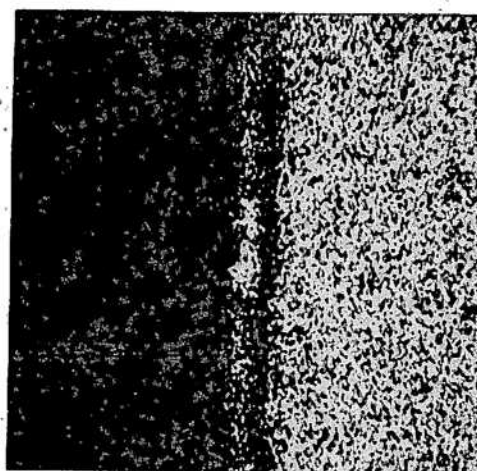


Fig. 10. -Imagen Rayos "X". Mn
K α_1 . 200 x 200 μ m. -

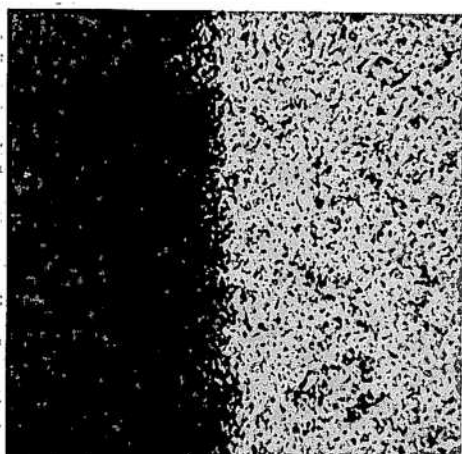


Fig. 11. -Zona anterior. Imagen Rayos
"X" Cr K α_1 . 200 x 200 μ m. -

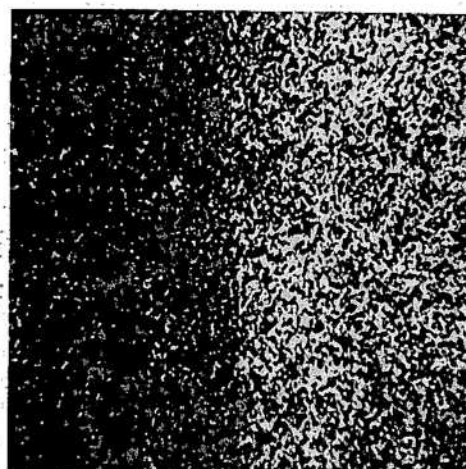


Fig. 12. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Mg K α_1 . 200 x 200 μ m. -

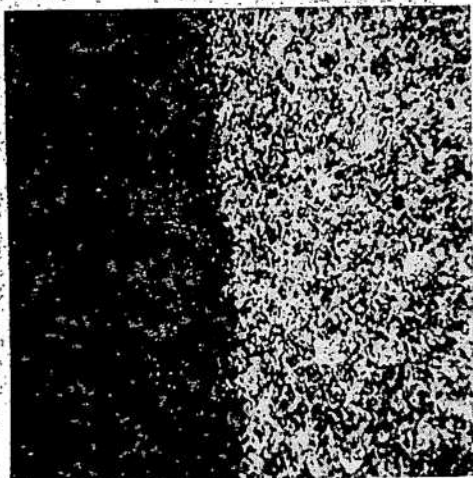


Fig.13. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Mo L α_1 . 200 x 200 μ m. -

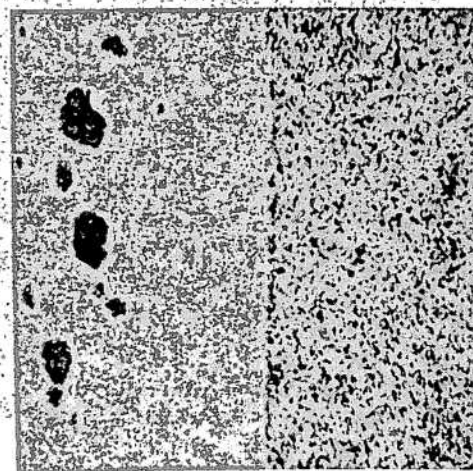


Fig.14. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Al K α_1 . 200 x 200 μ m. -

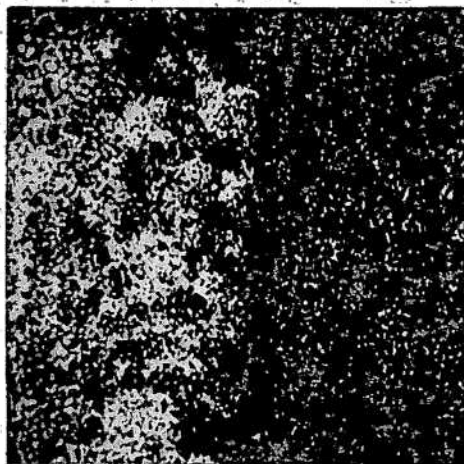


Fig.15. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Si K α_1 . 200 x 200 μ m. -

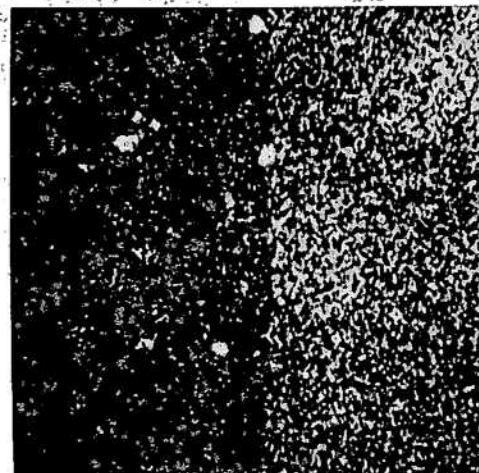


Fig.16. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
P K α_1 . 200 x 200 μ m. -

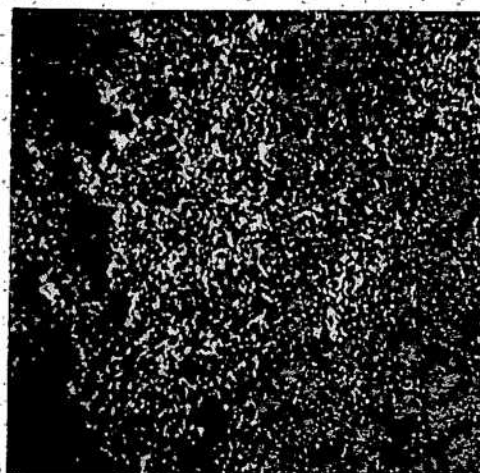


Fig.17. -Otra zona. Imagen Rayos "X"
O K α_1 . 100 x 100 μ m. -

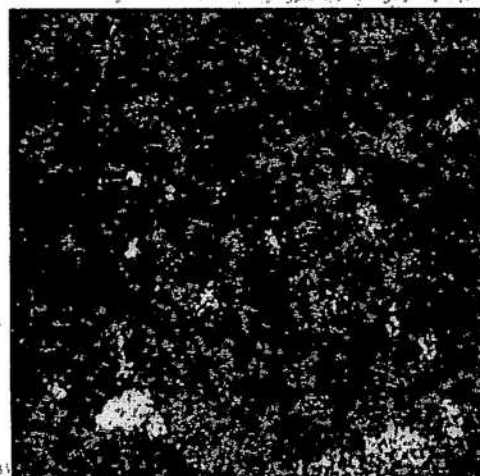


Fig.18. -Misma zona. Imagen Rayos "X"
Cr K α_1 . 100 x 100 μ m. -

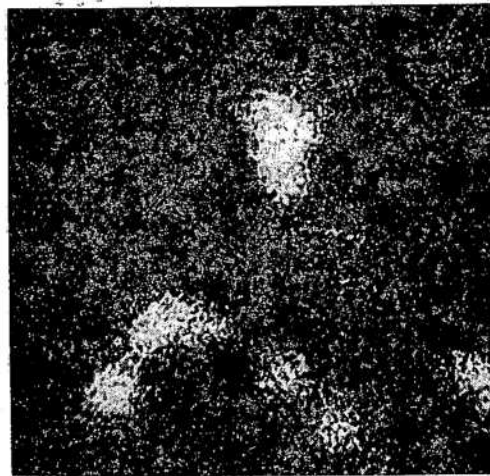


Fig. 19 - Misma zona. Imagen Rayos "X"
Mn $K_{\alpha 1}$.100 x 100 μm . -

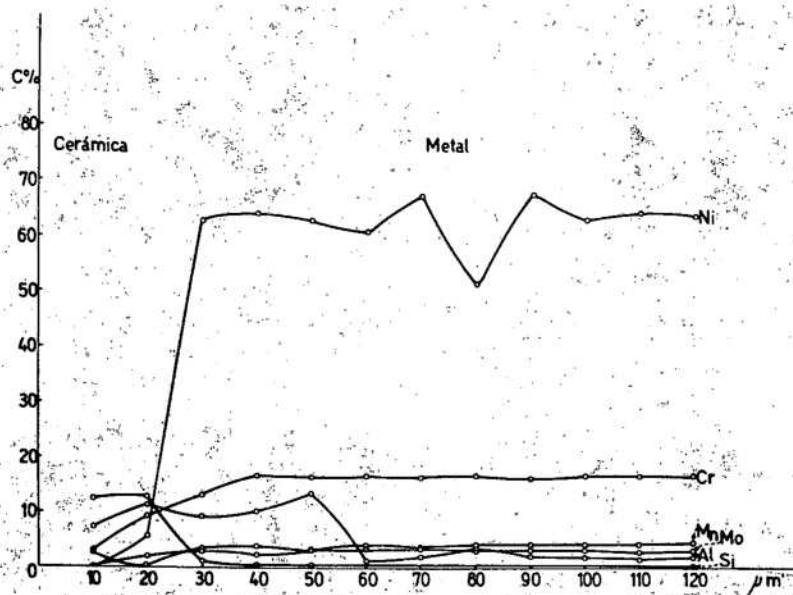


Fig. 20 - Perfil de Difusión en la interfase

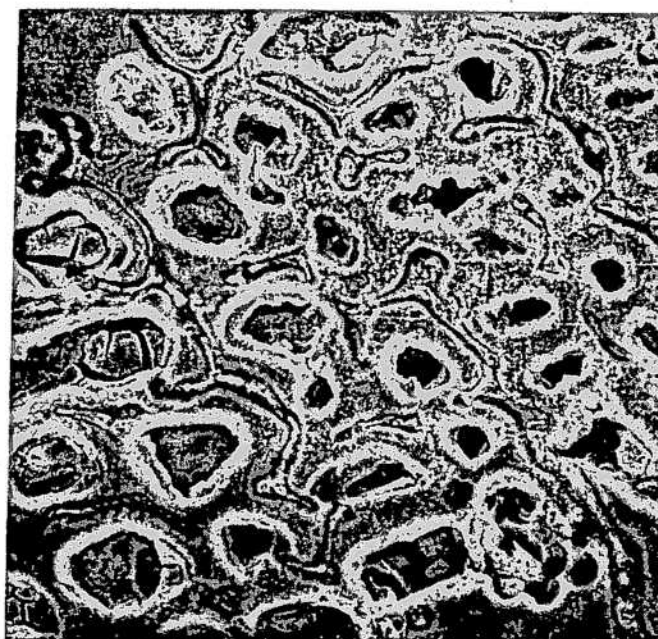
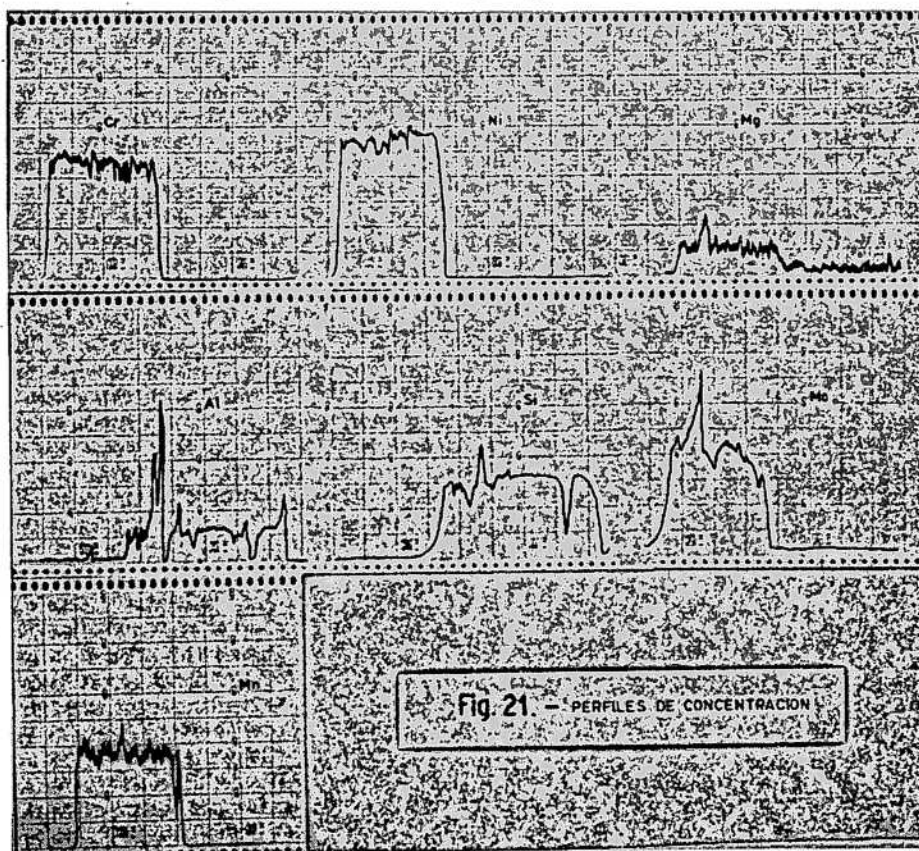


Fig.22.-Microscopía electrónica de barrido. (1000 X).

